



# Universidad **Mariana**

Fortalecimiento de la movilidad del gremio tractocami3n a trav3s de un aplicativo m3vil en el  
municipio de San Juan de Pasto

Jeeimy Dayana Pantoja Delgado

Jhon Sebastian Pai Rodr3guez

Jos3 Eulises Land3zuri Arboleda

Universidad Mariana  
Facultad de Ingenier3a  
Programa de Ingenier3a de Sistemas  
San Juan de Pasto

2024

Fortalecimiento de la movilidad del gremio tractocamiión a través de un aplicativo móvil en el  
municipio de San Juan de Pasto

Jeeimy Dayana Pantoja Delgado

Jhon Sebastian Pai Rodríguez

José Eulises Landázuri Arboleda

Informe de investigación para optar al título de: Ingeniero de Sistemas

Javier Mauricio López Moreno

asesor

Universidad Mariana

Facultad de Ingeniería

Programa de Ingeniería de Sistemas

San Juan de Pasto

2024

Artículo 71: los conceptos, afirmaciones y opiniones emitidos en el Trabajo de Grado son responsabilidad única y exclusiva del (los) Educando (s)

Reglamento de Investigaciones y Publicaciones, 2007  
Universidad Mariana

## **Agradecimientos**

Este proyecto no habría sido posible sin el apoyo y la colaboración de muchas personas a quienes queremos expresar nuestra más profunda gratitud.

En primer lugar, agradecemos a nuestros profesores y asesores académicos, quienes nos guiaron durante todo el proceso, brindándonos su conocimiento, experiencia, su paciencia y dedicación. Sus enseñanzas fueron fundamentales para estructurar y desarrollar este trabajo con el rigor y la calidad que buscábamos. Gracias por estar siempre dispuestos a responder nuestras dudas, motivarnos a seguir adelante y ayudarnos a perfeccionar cada detalle de este proyecto.

Queremos agradecer de manera especial a nuestras familias, quienes han sido nuestro pilar a lo largo de este camino. Su amor incondicional, su comprensión y sus palabras de aliento nos dieron la fortaleza para superar cada obstáculo y la motivación para alcanzar nuestras metas. A ustedes, que han compartido nuestras alegrías y también nuestras dificultades, les agradecemos por su apoyo constante y su confianza en nosotros. A nuestros compañeros de equipo y amigos, quienes compartieron con nosotros los momentos de esfuerzo y dedicación en cada etapa del proyecto. Su apoyo, sus ideas y su compromiso con el éxito de este trabajo fueron esenciales para que hoy podamos presentar estos resultados. Juntos aprendimos el valor de la colaboración y la importancia de enfrentar los retos como un equipo.

También extendemos nuestro agradecimiento a los profesionales y conductores de transporte que participaron en este proyecto, compartiendo con nosotros sus conocimientos y experiencias en el campo. Sus aportes fueron invaluable para entender mejor sus necesidades y adaptar esta herramienta a la realidad de su labor. Gracias a ustedes, nuestro proyecto no solo cumple un objetivo académico, sino también un propósito social.

Finalmente, agradecemos a todos aquellos que, de manera directa o indirecta, contribuyeron a la realización de este proyecto. Su apoyo nos inspira a seguir creciendo y a buscar siempre mejorar en nuestro camino profesional y personal. A todos ustedes, gracias por hacer posible que este proyecto cobre vida.

### **Dedicatoria**

Dedico este proyecto a mis padres, quienes siempre han sido mi mayor fuente de inspiración y apoyo incondicional. Su amor, sacrificio y guía me han impulsado a alcanzar cada meta, recordando siempre que el esfuerzo y la perseverancia son la clave del éxito. Gracias por creer en mí en cada paso de este camino. A mis amigos y a todas las personas que, de una u otra forma, han aportado a mi crecimiento personal y académico, les dedico también este logro, con la certeza de que su apoyo ha sido fundamental.

Jeeimy Dayana Pantoja Delgado

## **Dedicatoria**

Este proyecto está dedicado a mi familia, quienes han estado a mi lado desde el comienzo, apoyándome en cada desafío y celebrando cada logro. A mis padres, por enseñarme el valor del esfuerzo y la dedicación, y a mis amigos, por su compañía en los momentos difíciles y alegres de esta etapa. Gracias por creer en mí, aun cuando yo dudaba. Les dedico este logro con profundo agradecimiento, esperando que sea solo uno de los muchos frutos de sus enseñanzas y su cariño.

Jhon Sebastian Pai Rodriguez

## **Dedicatoria**

A mis seres queridos, quienes han sido mi fortaleza y motivación en cada momento. A mi familia, en especial, por su paciencia y sus consejos, y a todos aquellos que han estado presentes, alentando en este viaje académico. Dedico este trabajo a todos ellos, que han hecho posible que hoy pueda dar un paso más hacia mis sueños. Este logro es de ustedes tanto como mío, y representa cada palabra de aliento y cada sacrificio que han hecho en mi nombre.

Jose Eulises Landazuri Arboleda

## **Contenido**

Introducción .....	14
1. Elementos del proceso investigativo .....	18
1.1. Antecedentes y estado del conocimiento.....	18
1.2. Título .....	21
1.3. Problema de investigación .....	21
1.3.1. Descripción del problema.....	21
1.3.2. Formulación del problema .....	25
1.4. Objetivos .....	25
1.4.1. Objetivo general .....	25
1.4.2. Objetivos específicos.....	25
1.5. Justificación.....	25
1.6. Marcos de referencia .....	27
1.6.1. Marco teórico - conceptual.....	27
1.6.2. Marco legal.....	35
1.6.3. Marco contextual.....	37
1.7. Metodología .....	39
1.7.1. Paradigma, enfoque y tipo de investigación.....	39
1.7.1.1. Enfoque. ....	40
1.7.1.2. Tipo.....	41
1.7.2. Línea y áreas temáticas de investigación .....	42
1.7.3. Población y muestra .....	42
1.7.4. Proceso de investigación .....	43
1.7.5. Variables e hipótesis .....	47
1.8. Presupuesto.....	50
1.9. Cronograma .....	52
1.10. Productos esperados .....	54
1.11. Condiciones de entrega.....	54
2. Análisis de resultados .....	56
2.1. Resultados, analisis y discusión objetivo específico 1 .....	56



2.1.1. Resultados de las entrevistas realizadas a conductores de vehículos de carga pesada en San Juan de Pasto .....	57
2.2. Resultados, análisis y discusión objetivo específico 2 .....	77
2.2.1. Implementación de la Metodología XP .....	78
2.2.2. Evidencias visuales del prototipo mediante Mockups .....	81
2.2.2.1. Mockups 1. Inicio de Sesión. ....	82
2.2.2.2. Mockups 2. Guardar rutas. ....	82
2.2.2.3. Mockups 3. Soporte técnico. ....	83
2.2.2.4. Mockups 4. Gestión de viáticos. ....	84
2.2.2.5. Mockups 5. Regulaciones legales. ....	85
2.2.2.6. Mockups 6. Mapa. ....	86
2.2.3. Diagrama del mundo de clases .....	87
2.2.4. Diagrama de casos de uso .....	87
2.2.5. Diagrama de secuencia .....	89
2.2.5.1. Registro de usuario. ....	89
2.3. Resultados, análisis y discusión objetivo específico 3 .....	90
2.3.1. La encuesta evalúa principalmente dos criterios de la ISO/IEC 25010 .....	91
2.3.2. Análisis y resultados de la evaluación del prototipo de Software .....	92
3. Conclusiones .....	101
4. Recomendaciones .....	104
Referencias bibliográficas .....	106
Anexos .....	112

## **Índice de tablas**

Tabla 1. Proceso de investigación .....	44
Tabla 2. Variables e hipótesis .....	48
Tabla 3. Presupuesto global del proyecto.....	50
Tabla 4. Descripción de la inversión en personal.....	50
Tabla 5. Otros rubros .....	50
Tabla 6. Cronograma .....	52
Tabla 7. Historia de usuario 001.....	79

## **Índice de figuras**

Figura 1. Distribución de género de los conductores de carga pesada.....	58
Figura 2. Aceptación de la aplicación móvil por conductores de carga pesada .....	59
Figura 3. Relación laboral de los conductores de carga pesada .....	59
Figura 4. Uso de plataformas digitales para la orientación en rutas de conductores de carga pesada .....	60
Figura 5. Duración de las jornadas laborales de los conductores de carga pesada .....	61
Figura 6. Tipos de carga transportada por conductores de carga pesada.....	61
Figura 7. Transporte de tipo Niñera para traslado de vehículos.....	62
Figura 8. Incidencia de multas de tránsito en conductores de carga pesada .....	63
Figura 9. Percepción de la falta de señalización vial adecuada para conductores de carga pesada .....	63
Figura 10. Dependencia de guías o coterros para orientación en rutas en la ciudad de San Juan de Pasto .....	64
Figura 11. Uso de guías o coterros para orientación en rutas fuera del municipio de San Juan de Pasto .....	65
Figura 12. Complicaciones laborales de los conductores de carga pesada relacionadas con los costos imprevistos .....	66
Figura 13. Frecuencia de conductores extraviados en ciudades previamente visitadas.....	67
Figura 14. Inversión de los conductores en tecnología de navegación y localización.....	68
Figura 15. Distribución de los conductores de carga pesada según estrato residencial en San Juan de Pasto .....	69
Figura 16. Distribución de los conductores de carga pesada según rango de edad.....	69
Figura 17. Distribución de la experiencia laboral de los conductores de carga pesada .....	70
Figura 18. Composición de los vehículos de carga pesada según el número de ejes en San Juan de Pasto .....	71
Figura 19. Frecuencia de circulación de los conductores de carga pesada en San Juan de Pasto..	72
Figura 20. Familiaridad de los conductores de carga pesada con el término "punto crítico" .....	73
Figura 21. Familiaridad de los conductores de carga pesada con el término "obstáculo" .....	74
Figura 22. Calificación del estado general de las carreteras en San Juan de Pasto.....	75

Figura 23. Punto crítico 1 .....76

## **Índice de anexos**

Anexo A. Encuesta sobre necesidades del gremio camionero en San Juan de Pasto.....	112
Anexo B. Puntos críticos y obstáculos en rutas de transporte de carga en San Juan de Pasto.....	113
Anexo C. Historias de usuario para el desarrollo de la aplicación móvil .....	114
Anexo D. Diagrama del mundo de clases .....	115
Anexo E. Diagramas de casos de uso.....	116
Anexo F. Diagramas de secuencia.....	117
Anexo G. Encuesta de usabilidad y funcionalidad del prototipo de rutas óptimas para conductores de carga pesada.....	118
Anexo H. Certificados de participación como ponentes .....	119
Anexo I. Certificados de participación en póster .....	120
Anexo J. Publicación del proyecto en revista académica.....	121

## **Introducción**

El transporte de carga pesada es un componente esencial del desarrollo económico y social de las regiones, ya que facilita el flujo eficiente de mercancías y respalda la productividad de múltiples sectores. En San Juan de Pasto, el gremio de transportadores de carga pesada desempeña un papel vital, garantizando el abastecimiento y la conectividad con otras zonas del país. Sin embargo, este sector enfrenta diversos retos relacionados con la infraestructura vial, la planificación de rutas y la seguridad, lo que afecta la eficiencia del transporte y la seguridad de los conductores, así como los costos operativos de las empresas. Este proyecto de investigación se propone abordar estas problemáticas mediante el diseño de un aplicativo móvil que brinde rutas optimizadas y datos viales relevantes para los conductores de carga pesada en el municipio.

El problema principal identificado es la falta de herramientas tecnológicas adaptadas a las necesidades específicas de los transportadores de carga pesada. Actualmente, muchos conductores dependen de aplicaciones de navegación genéricas como Google Maps y Waze, que no están diseñadas para considerar limitaciones cruciales para este tipo de vehículos, como restricciones de altura en puentes, la anchura de las vías y la disponibilidad de áreas de descanso adecuadas. Esto provoca que los conductores enfrenten problemas de navegación y tengan que tomar rutas alternativas inesperadas, incrementando el tiempo de los recorridos y los costos de transporte. La señalización vial inadecuada y la infraestructura deficiente también agravan estas dificultades, afectando la seguridad y aumentando el riesgo de accidentes.

Estudios previos han evidenciado la relevancia de integrar herramientas tecnológicas en la logística del transporte de carga para optimizar rutas y mejorar la planificación. Un análisis realizado en Bogotá en 2021 desarrolló un prototipo de aplicación móvil para la gestión de geolocalización y monitoreo de vehículos de carga, destacando la importancia de contar con un sistema que permita un control y planificación más eficiente de las rutas. Otro antecedente de relevancia es un proyecto llevado a cabo en Santiago de Chile, que subrayó la importancia del feedback de los usuarios en la mejora de aplicaciones de transporte, enfatizando la necesidad de que estas herramientas sean intuitivas y respondan a las necesidades de los conductores.

El objetivo principal de este proyecto es diseñar una aplicación móvil que mejorará significativamente la logística de transporte de vehículos pesados en la ciudad de San Juan de Pasto a través de la optimización de rutas y el acceso a información vial relevante. La herramienta está diseñada para satisfacer las necesidades específicas de los sindicatos de transportistas pesados, que enfrentan desafíos al planificar rutas debido a limitaciones de infraestructura, señalización inadecuada y falta de opciones de rutas adecuadas. Actualmente, los conductores dependen de aplicaciones de navegación genéricas que no tienen en cuenta las especificidades de estos vehículos, como las restricciones de altura, el peso y la disponibilidad de áreas de descanso, lo que aumenta los riesgos viales y los costos operativos.

Para abordar estos problemas, el presente proyecto de investigación tiene como primer objetivo realizar un análisis exhaustivo de las principales rutas de transporte en San Juan de Pasto, identificando los puntos críticos y los obstáculos que enfrentan los vehículos de carga pesada, como la mala señalización, tramos estrechos y pavimentos deteriorados. En segundo lugar, se busca desarrollar un aplicativo móvil que proporcione rutas optimizadas y brinde información sobre la infraestructura y características de las vías. Finalmente, se evaluará la efectividad del aplicativo en términos de usabilidad y satisfacción de los usuarios, asegurando que cumpla con los estándares de calidad necesarios para ser una herramienta viable y útil.

La justificación de este proyecto radica en la necesidad de mejorar las condiciones de trabajo y la seguridad de los conductores, al mismo tiempo que se busca optimizar la logística del transporte y mejorar la eficiencia del proceso. El transporte de carga pesada es clave para la economía de Pasto, ya que conecta a la región con otros mercados y asegura el flujo constante de bienes y productos. Un sistema de transporte eficiente y seguro no solo beneficia a los transportadores, sino que también contribuye al desarrollo económico y a la competitividad de la región. Por lo tanto, implementar una solución tecnológica que facilite la planificación de rutas y la toma de decisiones en la carretera es una estrategia fundamental para superar los retos actuales del sector.

La metodología de la investigación adoptó un enfoque empírico-analítico, combinando técnicas cuantitativas y cualitativas para recolectar y analizar datos relevantes. Se realizaron encuestas a conductores de carga pesada en San Juan de Pasto, enfocándose en identificar los desafíos

específicos que enfrentan en sus rutas, su percepción sobre la señalización vial y su disposición para utilizar herramientas tecnológicas que optimicen su trabajo. Además, se llevaron a cabo entrevistas detalladas para captar sus experiencias y opiniones sobre las necesidades de un aplicativo especializado. Las observaciones de campo complementaron esta recopilación de datos, permitiendo mapear las rutas críticas y evaluar las condiciones de las vías.

Los hallazgos obtenidos resaltan la complejidad de los problemas que enfrentan los transportadores de carga pesada en San Juan de Pasto. Se identificaron numerosos puntos críticos en las principales rutas, que incluyen zonas con señalización deficiente y áreas con alta congestión vehicular. Un aspecto destacado en las encuestas fue la preocupación de los conductores por la falta de información clara sobre las restricciones de altura y peso en los puentes, lo que puede obligarlos a tomar desvíos inesperados y aumentar el tiempo de sus trayectos. Además, los datos recopilados evidenciaron que muchos conductores trabajan jornadas prolongadas de hasta 13 a 15 horas diarias, lo que contribuye a la fatiga y eleva los riesgos de accidentes.

El desarrollo del aplicativo móvil se basó en el uso de tecnologías de geolocalización y sistemas de información geográfica (SIG), que permiten visualizar rutas alternativas y proporcionar datos detallados sobre la infraestructura de las vías. La aplicación está diseñada para que los conductores puedan identificar puntos críticos y recibir recomendaciones para evitarlos, lo que mejora la planificación de los recorridos y optimiza la experiencia de conducción. Entre las funcionalidades adicionales, el aplicativo incluye la localización de estaciones de servicio, zonas de descanso y otros puntos de interés relevantes para los transportadores de carga pesada.

Los resultados preliminares del proyecto sugieren que el prototipo de aplicación tiene un alto potencial para mejorar la experiencia de los conductores y la logística de transporte en la región. La posibilidad de acceder a rutas optimizadas y obtener información detallada sobre las características de las vías contribuye a incrementar la seguridad en la carretera. Las pruebas de aceptación realizadas con los conductores demostraron una alta receptividad y valoración positiva del aplicativo, lo que respalda la viabilidad de su implementación a mayor escala.



En las conclusiones, se confirma que la adopción de un aplicativo móvil específico para el gremio de transportadores de carga pesada es una estrategia eficaz para superar los retos actuales de la movilidad en San Juan de Pasto. La herramienta no solo facilita la planificación y optimización de rutas, sino que también contribuye a una conducción más segura y eficiente. Este proyecto representa un avance significativo hacia la modernización del sector del transporte, impulsando el uso de la tecnología como un medio para mejorar las condiciones laborales y la productividad del gremio.

Finalmente, entre las recomendaciones se sugiere que las autoridades locales y las asociaciones de transportadores trabajen de la mano para fomentar la adopción y el uso efectivo de esta tecnología. La formación continua de los conductores en el manejo de herramientas digitales y la actualización periódica del aplicativo en función de los cambios en la infraestructura vial y el feedback de los usuarios son aspectos fundamentales para maximizar el impacto del proyecto. Por ende, la implementación de un aplicativo móvil específico para los conductores de carga pesada puede transformar la logística de transporte en San Juan de Pasto, mejorando la eficiencia operativa y promoviendo un desarrollo económico más sólido y sostenible en la región.

## **1. Elementos del proceso investigativo**

### **1.1. Antecedentes y estado del conocimiento**

La gestión de rutas óptimas e información vial a través de una estrategia tecnológica es necesaria y novedosa para los conductores de carga pesada en la ciudad de San Juan de Pasto. Esta estrategia se basa en informar a los conductores que rutas son óptimas para mejorar el desempeño de su trabajo incluyendo la información vial en las ciudades.

En este contexto, se han investigado diversos antecedentes que resultan útiles para el proyecto de investigación planteado. Se han identificado tres antecedentes internacionales y tres nacionales. Uno de los antecedentes internacionales proviene de Santiago de Chile, realizado en el año 2022, esta investigación se basa en estudiar y comprender la percepción de calidad de las soluciones del VRP (Vehicle Routing Problem) que tienen los clientes de SimpliRoute, y particularmente su relación con la VA (Visual Appeal), para generar conocimientos que permitan entregar resultados más cercanos considerando el feedback de los usuarios. Esta investigación resalta la importancia del cliente en el desarrollo del proyecto mencionado. En particular, el feedback se considera clave para su éxito debido a que la población objetivo tiene edades avanzadas, lo que hace que la usabilidad del aplicativo sea fundamental. Al recibir feedback, el equipo puede identificar y abordar los problemas que afectan la usabilidad, mejorando la experiencia del usuario (Uribe, 2020).

También se identificó un antecedente de la providencia de Cañete, Perú realizada en el año 2020, titulada “Algoritmo de Clarke and Wright para mejorar la gestión de ruta del transporte de acopio de leche en Cañete” que tiene como objetivo cuantificar el impacto de conectar a los productores de leche al mercado en base a diferentes condiciones geográficas que crean una demanda que reduce el tiempo de recolección de materias primas durante el servicio de transporte y así aumentar la eficiencia productiva. Lo que aporta al proyecto son las técnicas de recolección de información ya que nuestro proyecto usaría esta técnica de observación para saber si se cumplieron los objetivos (Jiménez, 2022).

En relación con esto, otro antecedente importante proviene de la ciudad de Murcia España realizada en el año 2022. La investigación, titulada “Diseño de un servicio GIS de tracking de camiones y contenedores”, se centró en mejorar la gestión y el seguimiento de las flotas de transporte de mercancías, que es un problema común en el sector del transporte de mercancías. Los problemas más comunes son la falta de información en tiempo real sobre la ubicación y el estado de los vehículos, la planificación ineficiente de rutas y tiempos de entrega por ende se utilizó las tecnologías GIS y de localización basadas en GPS, es una solución eficaz para superar estos desafíos. Lo que aporta al proyecto es la manera como se desarrolló la estrategia tecnológica (García, 2022).

Desde la ciudad de Bogotá D.C en Colombia se realizó un proyecto de investigación titulado “Prototipo de aplicación móvil para gestionar la geolocalización y estados de un vehículo automotor por medio de un dispositivo GPS tracker”, realizado en el año 2021, el cual radica en la necesidad de mejorar la gestión de flotas de vehículos de carga en Colombia. Según los autores, la falta de un sistema adecuado de monitoreo y control para la gestión de flotas de vehículos de carga en Colombia ha generado diversas problemáticas relacionadas con la seguridad, el mantenimiento y la eficiencia de las operaciones, entre otras. Esta investigación tuvo como resultado el diseño y construcción de un sistema de monitoreo y control para la gestión de flotas de vehículos de carga. Lo que aporta a la investigación es la manera en que se desarrolló la propuesta logrando mejorar la eficiencia de los procesos logísticos en el país (Garzón y Ramírez, 2021).

Por otra parte, en 2022, también en Bogotá, se realizó un proyecto titulado “APP Cargando”, cuyo objetivo es facilitar las comunicaciones entre las empresas transportadoras y transportadores de carga por vía terrestre para una mayor productividad del sector y del país asegura una comunicación oportuna, óptima, amena y accesible para las empresas productoras de carga y suministros transportables, asegurando una logística eficiente entre sindicatos y otros grupos de interés, acelerando la logística del sector transporte y mejora. Lo que le aporta a la investigación son los estudios ya realizados además de las encuestas hechos a los transportadores (Gómez, 2022).

Finalmente, un antecedente desde Neiva Huila titulado “Modelo de ruteo para la planeación de la distribución de papa en Neiva desde la central de Surabastos usando técnicas cuantitativas”,

realizado en el año 2021. Esta investigación busca utilizar herramientas de optimización para el desarrollo de un modelo de ruteo con el objetivo de minimizar los costos logísticos, y finalmente poder definir propuestas de mejora respecto al funcionamiento actual de la distribución urbana de alimentos en Neiva, diseñando un modelo de ruteo de la operación de distribución de papa en la ciudad de Neiva en Huila. Esta investigación aportó una guía de trabajo para el análisis de un diseño de desarrollo que se encargue de cubrir las necesidades del cliente sin requerir un conocimiento técnico sobre programación. Además, es útil estudiar el desarrollo en el sentido en el que su usabilidad evidencia lo importante que es cada una de las etapas, desde el abastecimiento, hasta la definición de rutas (López et al., 2024).

En resumen, las similitudes entre los antecedentes y el proyecto propuesto abarcan aspectos clave. Primero, se destaca la importancia de la población objetivo, compuesta principalmente por personas de edades medias y maduras, lo cual resalta la necesidad de una usabilidad adecuada, especialmente considerando que se utilizará mientras conducen. Además, se hace hincapié en la recopilación de información específica para comprender la raíz de la problemática que enfrentan los conductores. Igualmente, se subraya la necesidad de brindar información vial y optimizar la planificación de rutas para alcanzar eficiencia y calidad en el servicio. Otro aspecto fundamental es la seguridad de los conductores de carga pesada en sus recorridos. Finalmente, para mantener la información actualizada, se recomienda realizar encuestas y entrevistas, asegurando así que el proyecto responda a las necesidades y desafíos actuales del sector.

Sin embargo, las diferencias con los antecedentes existentes radican en la importancia de considerar la usabilidad y accesibilidad, dado que la población a la que va dirigido carece de conocimientos tecnológicos. Por otro lado, el proyecto está enfocado en optimizar rutas y proporcionar información vial, sin intención de conectar proveedores con comerciantes, acortar los tiempos de entrega, reducir los costos logísticos, mejorar la comunicación entre las empresas transportadoras y los transportadores de carga, monitorear a los transportadores, o proporcionar en tiempo real la ubicación y el estado de los vehículos. En cambio, lo que propone el proyecto es enfatizar en las rutas y la información vial, aspectos que no han sido considerados en los proyectos investigados.

## **1.2. Título**

Fortalecimiento de la movilidad del gremio tractocamiión a través de un aplicativo móvil en el municipio de San Juan de Pasto.

## **1.3. Problema de investigación**

### ***1.3.1. Descripción del problema***

Según Parra et al. (2021) el crecimiento económico del país depende en gran medida del intercambio de producción con el resto del mundo, lo que enfatiza la importancia del comercio internacional. Desde este punto de vista, el transporte terrestre de mercancías juega un papel importante en la logística que sustenta el éxito del comercio nacional e internacional.

En la actualidad el mundo está basado en gran medida por el comercio, el transporte de carga pesada es esencial para la vida cotidiana por ende es un mecanismo para transportar desde lo local hasta lo global, siendo punto focal en la mayoría de las industrias y actividades económicas de las que dependen los consumidores y productores del país de esta manera se convierte en una actividad fundamental en el escenario económico y social.

Por otro lado, el transporte de carga terrestre enfrenta varias ineficiencias, siendo la principal la falta de señalización vial adecuada. Esta deficiencia provoca dificultades para los transportadores de carga pesada al circular por las ciudades, lo que puede ocasionar demoras en las entregas y elevar los costos del transporte. La falta de señalización también contribuye a la confusión en las rutas y la desconexión con las regulaciones de tránsito, aumentando el riesgo de accidentes. De acuerdo con el Ministerio de Transporte (2021) establece sanciones para los transportadores de carga pesada por determinadas vías en las ciudades en la cual la multa varía dependiendo de la infracción, en 2020 se impusieron más de 8.610 infracciones para los transportadores de carga pesada que pueden varían entre 15 y 30 salarios mínimos diarios legales vigentes (SMMLV) en cifras, esto significa que está entre el rango de 490.350 hasta los 980.700 pesos colombianos por cada violación a la norma.

Una principal causa del problema, según un artículo publicado en Portafolio (2021) el 70% de los transportadores de carga pesada en Colombia carecen de herramientas tecnológicas especializadas para ellos siendo así una gran problemática a la hora de realizar su labor, además se indica que solo el 30% de los transportadores cuentan con herramientas para dar seguimiento a sus rutas, teniendo en cuenta que utilizan plataformas no aptas para ellos y que estas no están diseñadas para resolver completamente el inconveniente, esto es un claro ejemplo de la falta de inversión para los conductores de carga pesada, ya que ellos contribuyen a la economía de la región, pero carecen de muchas falencias afectando el desempeño de manera óptima.

Este panorama muestra claramente la falta de inversión en los conductores de carga pesada, a pesar de su contribución a la economía de la región. Estos conductores se enfrentan a varias deficiencias que afectan su rendimiento de manera óptima. La falta de herramientas tecnológicas especializadas implica dificultades en la planificación de rutas eficientes, el seguimiento de la carga y la comunicación entre los diversos participantes involucrados en el proceso de transporte.

Además, otro factor que contribuye a los problemas en el transporte de carga pesada en Colombia es la dificultad que enfrentan los conductores en las carreteras debido a la falta de información actualizada o insuficiente señalización vial. Según el Ministerio de Transporte (2021), aproximadamente el 30% de la señalización vertical no cumple con las expectativas necesarias para que los transportistas puedan seguir su trayecto, como se indica en el "Informe de seguimiento al Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022".

Un estudio realizado por la Federación Colombiana de Transportadores de Carga y Logística (Colfecar, 2024) respalda esta afirmación, asegurando que la falta de información y señalización vial son elementos fundamentales en los accidentes de tráfico, lo que a su vez aumenta los costos, afecta la eficiencia y retrasa la planificación de rutas, entre otros aspectos.

Otro factor son los diversos eventos que ocurren en la vía que afectan el transporte de mercancías terrestres debido a eventos que pueden demorar días, semanas o meses para que los transportadores transiten por la vía debido a que es causado por condiciones naturales, infraestructura entre otros eventos, un gran porcentaje del cierre de vías es por deslizamientos, pérdida parcial de banca, flujo

de lodos, caída de roca, desbordamientos entre otros esto quiere decir que los transportadores no podrán cumplir con los tiempos estimados teniendo que tomar largos desvíos o esperar hasta que den paso por la vía que se tomó (Instituto Nacional de Vías [INVÍAS], 2024).

El Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 del gobierno colombiano, también incluye iniciativas para mejorar la infraestructura vial y regular el flujo de mercancías en el país. En este sentido, pretende aumentar la inversión en infraestructura y tecnología para mejorar el tráfico de mercancías y reducir los costes operativos de las empresas de transporte (Departamento Nacional de Planeación [DNP], 2018). Así mismo el Ministerio de Transporte (2021) señala la importancia de mejorar la educación de los conductores de vehículos de carga pesada en el país. Uno de estos documentos es el “Plan Estratégico del Sector Transporte 2019-2022”.

Según un estudio realizado por Clementina et al., (2022) se centró en determinar la influencia de la optimización de las rutas de transporte en los costos operativos de la empresa Transportes Leomar EIRL. Cabe destacar que el transporte de mercancías pesadas juega un papel vital en la sociedad ya que es parte esencial de la cadena de distribución de productos. En este sentido, es necesario comprender cómo la planificación eficaz de rutas puede ayudar a reducir los costos operativos y aumentar la rentabilidad de una empresa.

Además, según un estudio realizado por Urquiza (2022) se ha observado que los SIT (sistemas inteligentes de transporte) se desempeña como una herramienta eficaz para el control del tránsito y transporte, proporcionando soluciones a problemas frecuentes como la congestión vehicular, accidentalidad y contaminación ambiental, el análisis se realizó mediante la revisión de artículos y fuentes de información variadas, como publicaciones de empresas gubernamentales, que abordan los dispositivos y aplicaciones utilizados a nivel nacional en el contexto de los Sistemas Inteligentes de Transporte que abarcan al transporte de carga pesada.

Según lo mencionado en la entrevista realizada al conductor Oscar Pantoja (2022) en la entrevista titulada “Desarrollo de un aplicativo para facilitar la movilidad del gremio camionero” durante la entrevista se logró evidenciar las falencias que existen al gremio camionero donde se identificó como pilar central la falta de herramientas tecnológicas que resuelven problemas como

la toma de rutas óptimas e información vial y esto genera que no sea eficiente o funcional para ellos, por consiguiente es necesario proporcionar rutas e información vial adecuadas para que los conductores puedan desempeñar de manera más efectiva la problemática ya que si no se atiende a tiempo puede seguir generando costos adicionales, mayor tiempo y menor productividad.

Según la investigación realizada por Mecías (2021) el creciente uso de aplicaciones móviles en entornos empresariales se debe al crecimiento exponencial en la adopción de dispositivos móviles. El transporte de carga pesada requiere adaptarse a las nuevas tecnologías y este poder enfatizar mejor su trabajo y tener mayor potencial ya que es pionero en la economía del país.

Google Maps (2023) es una aplicación ampliamente utilizada y útil para la mayoría de los usuarios. Sin embargo, presenta importantes limitaciones cuando se trata de satisfacer las necesidades específicas de los vehículos de carga pesada. El principal problema radica en la falta de funciones especializadas, lo cual dificulta su uso. La aplicación no proporciona detalles de rutas específicas para vehículos pesados ni tiene en cuenta las restricciones relacionadas con el transporte de carga, esto puede resultar en obstáculos para los conductores de tractocamión, como puentes bajos, carreteras estrechas o áreas restringidas para vehículos pesados.

En relación a Waze (2023) la aplicación presenta limitaciones significativas para satisfacer las necesidades específicas de los conductores de carga pesada. La falta de funciones especializadas y la falta de información detallada sobre rutas específicas y restricciones relacionadas con el transporte de carga pesada dificultan su uso adecuado.

Según Araujo et al. (2024) la implementación de desarrollar una estrategia especializada para los conductores de vehículos de carga pesada en la ciudad de San Juan de Pasto, puede generar un impacto muy positivo, rentable y beneficioso para la industria del transporte. Al priorizar la planificación de rutas óptimas e información vial se podría reducir los costos operativos, los tiempos de entrega además que la operatividad sea más eficaz y así poder contribuir para mejorar la conectividad del transporte de carga pesada con el comercio, cual podría representar una oportunidad para mejorar la eficiencia en el transporte de mercancías en el municipio.



### **1.3.2. Formulación del problema**

¿Cómo mejorar la logística de transporte en vehículos de carga pesada mediante rutas óptimas e información vial en el municipio San Juan de Pasto?

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo general**

Diseñar una aplicación móvil que facilite la logística de transporte a nivel de rutas óptimas e información vial, en vehículos de carga pesada en el municipio San Juan de Pasto.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Realizar un análisis de las principales vías de transporte en el municipio San Juan de Pasto, identificando los puntos críticos y los obstáculos que enfrentan los vehículos de carga pesada.
- Desarrollar una estrategia tecnológica para brindar rutas óptimas e información vial en vehículos de carga pesada en el municipio San Juan de Pasto.
- Evaluar la efectividad de la estrategia tecnológica teniendo en cuenta los criterios de calidad de la norma ISO 25010.

## **1.5. Justificación**

El proyecto busca mejorar el trabajo de los transportadores de Colombia, ellos podrán desempeñarse en su labor con la tranquilidad de tener a la mano las rutas adecuadas para el transporte en el país. Esto no solo reducirá los costos operativos, sino que también mejorará significativamente los tiempos de entrega. El desarrollo de un país se relaciona directamente con el transporte eficiente y confiable, el desplazamiento de bienes y servicios por el territorio permite ampliar los mercados locales y del mismo modo, promueve una producción a gran escala, lo que incrementa la competitividad de los productos nacionales y también el comercio internacional (Banco Mundial, 2021).

En este sentido, desde el ámbito político, las entidades gubernamentales podrán solventar en gran medida, las actuales problemáticas de accidentalidad. Para el año 2020, se registró la participación de 23.708 vehículos de carga en siniestros viales, con un promedio móvil de cinco años de 37.615, según el Observatorio de Movilidad (2023) estas cifras son alarmantes y parecen mantenerse a través de los años. La solución que se propone podría actuar de manera positiva al brindar esa información vial y reglamentaria que muchas veces los conductores ignoran o no le dan la suficiente importancia.

Además, en el ámbito económico el comercio podrá fluir con más eficiencia y los usuarios podrán disfrutar de un servicio más confiable y ágil. abastecimiento de mercancías en los puntos comerciales, la calidad de los productos, los precios, costos operativos, etc. El transporte es pieza fundamental de la economía colombiana, es quien hace posible el intercambio de mercancías, lo que trae consigo la creación de mercados más amplios y así mismo, la generación de fuentes de empleos que se enlazan directamente con el equilibrio socioeconómico (Crédito Real, 2020). De hecho, al evaluar el equilibrio socioeconómico se podría evaluar varios beneficios como; constante abastecimiento de bienes y servicios, menor accidentalidad, crecimiento del área industrial, etc. Así mismo el autor Barros (2020) dice:

El transporte terrestre de carga es un sector estratégico para el desarrollo económico de un país, a través del adecuado desarrollo de sus diferentes modos es posible garantizar una efectiva circulación de las mercancías, incrementando así la competitividad. Así mismo, resulta fundamental para el progreso social y económico del país. (p. 5)

Por otro lado, la solución propuesta responde a una necesidad urgente de la comunidad camionera, un sector que ha sufrido por bastante tiempo. Este gremio, a menudo está excluido de soluciones tecnológicas de actualidad. Los beneficios de un buen mapeo y disponibilidad de rutas adecuadas para vehículos pesados, ya representa un útil, como la reducción de interrupciones viales y el menor desgaste de la maquinaria (Rivarola, 2024).

En este contexto, resulta esencial presentar una solución tecnológica que reúna las herramientas idóneas para beneficiar no solo a los transportadores, sino también a las empresas proveedoras de

productos y servicios en Colombia, tales como: Montagas, Colanta, Alpina, Calabazo S.A.S, entre otras. De esta manera se le apuesta a un tránsito de comercio más fluido, beneficiar al sector de proveedores; haciendo más efectivas las entregas y más confiables los servicios, beneficiar a las regiones; mejorando el índice de competitividad, mejorando el comercio, mejorando el tráfico, la canasta familiar, etc.

Sin embargo, las soluciones de mapeo y las aplicaciones de navegación existentes como Google Maps, Waze, no son muy precisas y van dirigidas exclusivamente para vehículos que no son de carga pesada, carecen de servicios específicos para los conductores de tractocamión, existen vías y rutas que no son cubiertas por estos mapeos por carencia de información y actualización precisa. De igual manera las soluciones tecnológicas personalizadas en la región que se han trabajado para los transportadores se han enfocado mucho más en solucionar otras problemáticas, como la logística de carga y descarga de mercancías, pero no atienden la problemática de las rutas tanto dentro como fuera de las ciudades. Por lo que la solución propuesta es bastante innovadora en el mercado y atiende una de las dificultades más recurrentes de los transportadores de Colombia como se menciona en el estudio anexo realizado por estudiantes de la Universidad Simón Bolívar (Barros, 2020).

## **1.6. Marcos de referencia**

### ***1.6.1. Marco teórico - conceptual***

El transporte de carga pesada es un elemento clave en la economía de muchas regiones, y su eficiencia, seguridad y sostenibilidad son importantes para garantizar el desarrollo económico y social de las comunidades locales. En el caso del municipio de San Juan de Pasto, el transporte de carga pesada es vital para el abastecimiento de la región y la conexión con otras zonas del país. En este contexto, el fortalecimiento de la movilidad del gremio tractocamión a través de un aplicativo móvil en el municipio de San Juan de Pasto puede mejorar la eficiencia, la seguridad y la sostenibilidad del transporte de carga pesada en la región. Para lograr este objetivo, es necesario desarrollar una estrategia tecnológica que brinde rutas óptimas e información vial en vehículos de carga pesada (Barrera y Moreno, 2022).

Para cumplir con lo anterior, es fundamental realizar un análisis detallado de las principales vías de transporte en el municipio de San Juan de Pasto. Este análisis debe identificar los puntos críticos y los obstáculos que enfrentan los vehículos de carga pesada, así como la evaluación de la infraestructura vial existente en la región y la identificación de las áreas con congestión y los puntos críticos de seguridad en las carreteras. Además, es importante tener en cuenta las características específicas de los vehículos de carga pesada en el diseño de esta estrategia tecnológica, como sus requisitos de carga y dimensiones. De esta manera, se podrán desarrollar rutas óptimas para el transporte de carga pesada que tengan en cuenta las limitaciones de estos vehículos. Para este fin, algunas posibles herramientas que se utilizaran en este proyecto de investigación son:

**Las Tecnologías de Información Geográfica (SIG):** en este sentido, la estrategia tecnológica debe incluir la integración de sistemas de información geográfica y aplicaciones móviles para proporcionar información sobre el tráfico y las condiciones de la carretera, tales como el estado de la pavimentación, la presencia de baches, pendientes pronunciadas, zonas de deslizamientos potenciales y la disponibilidad de señalización. Estas tecnologías permiten la gestión, análisis y visualización de datos georreferenciados, es decir, datos que están vinculados a una ubicación geográfica en la Tierra. Según la investigación, los SIG son una combinación de hardware, software y datos geográficos que permiten la captura, almacenamiento, manipulación, análisis y presentación de información geográfica.

En este contexto de la investigación, busca proponer una estrategia tecnológica para facilitar la movilidad del gremio tractocamión en el municipio San Juan de Pasto. Las Tecnologías de Información Geográfica son una herramienta clave para el diseño del aplicativo. Gracias a esto, se pueden crear mapas digitales y visualizar la información vial en tiempo real, lo que resulta muy útil para los conductores de vehículos de carga pesada, ya que les permite tener acceso a información relevante sobre el estado de las carreteras, la ubicación de obstáculos, derrumbes, condiciones adversas y posibles rutas alternativas, facilitando así la planificación de rutas óptimas.

Además, en mi investigación he identificado que existen diversas herramientas y técnicas de los SIG que pueden ser de gran utilidad para el diseño del aplicativo. Entre ellas, se destacan los Sistemas de Información Geográfica (SIG), que son aplicaciones informáticas que permiten la

creación, almacenamiento, análisis y visualización de información geográfica. Asimismo, la teledetección, que es una técnica que utiliza imágenes obtenidas desde satélites o aviones para la captura de información geográfica. Otra herramienta importante es el Global Positioning System (GPS), que permite la determinación de la ubicación de un objeto en la Tierra con una precisión de hasta unos pocos metros, lo que es fundamental para la navegación de vehículos y la planificación de rutas óptimas (López, 2022).

**Los Sistemas de Posicionamiento Global (GPS):** por otro lado, permiten la localización precisa de objetos y personas en cualquier lugar del mundo. Estos sistemas están compuestos por una red de satélites que envían señales a dispositivos receptores, como los que se encuentran en los vehículos de carga pesada, para determinar su ubicación exacta en tiempo real. Además, el GPS puede proporcionar información adicional, como la velocidad, la dirección y el tiempo estimado de llegada a un destino.

La tecnología GPS es esencial para el diseño de aplicaciones que faciliten la movilidad del gremio tractocamión en el municipio de San Juan de Pasto. Al incorporar sistemas GPS en una aplicación móvil, los conductores de vehículos de carga pesada pueden recibir información en tiempo real sobre la ubicación de obstáculos; además, contar con rutas optimizadas para mayor rapidez y seguridad, junto con datos adicionales que les permiten evitar retrasos y reducir riesgos de accidentes.

Por otro lado, los datos recopilados a través del GPS también son útiles para la toma de decisiones y la planificación de rutas más eficientes por parte de las autoridades locales. Por ejemplo, el registro de la velocidad y el tiempo de viaje puede utilizarse para analizar patrones de tráfico y determinar las zonas más críticas para el transporte de carga pesada, de acuerdo con García (2023). En el artículo describen el diseño e implementación de un sistema de monitoreo y control basado en tecnologías GPS y SIG para mejorar la movilidad de camiones en carreteras. Los autores también evaluaron la eficacia del sistema en términos de reducción del tiempo de viaje y aumento de la seguridad en el transporte de carga.

**Las comunicaciones móviles:** en otro aspecto, estas tecnologías permiten la transmisión de datos, voz y video a través de dispositivos móviles como teléfonos inteligentes, tabletas y dispositivos portátiles. Esta tecnología, que se basa en redes de comunicaciones móviles, resulta especialmente relevante para el transporte de cargas pesadas, ya que permite la comunicación en tiempo real entre los conductores y los administradores de flotas.

De igual manera, las comunicaciones móviles también se pueden utilizar para rastrear la ubicación y el estado de los vehículos pesados en tiempo real, lo que permite a los administradores de flotas tomar decisiones informadas sobre la planificación de rutas y la asignación de carga. De hecho, la integración de estas tecnologías en las aplicaciones móviles brindará a los conductores acceso a información en tiempo real sobre las condiciones del tráfico, las condiciones climáticas y otra información relevante sobre las operaciones de transporte. como indica Barros (2020) quien destaca la importancia del transporte de carga para la economía y señala que los tractocamiones son el principal medio de transporte utilizado para mover grandes volúmenes de mercancías en todo el mundo. Sin embargo, también señala que la industria del transporte de carga enfrenta varios desafíos, como la congestión del tráfico, la seguridad vial, el costo del combustible y la falta de infraestructura adecuada.

**Sistemas de información de tráfico:** por otra parte, estos sistemas son una herramienta valiosa para el transporte pesado porque brindan información en tiempo real sobre las condiciones del tráfico, el clima y otras variables que pueden afectar el rendimiento del transporte. Dichos sistemas, se basan en tecnologías como sensores de tráfico, sistemas de posicionamiento global (GPS) y sistemas de información geográfica (SIG) para recopilar, procesar y presentar información relevante para conductores y administradores de flotas.

Gracias a estas funcionalidades, los sistemas de información de tráfico se pueden utilizar para planificar rutas más eficientes y seguras para vehículos pesados, lo que puede reducir los tiempos de viaje y los costos operativos. Además, estos sistemas también se pueden utilizar para monitorear el tráfico en tiempo real y advertir a los conductores sobre eventos inesperados, como accidentes de tráfico o congestión de carreteras, Según Clifford y Elfar (2018) explican que estos sistemas son importantes para mejorar la eficiencia del transporte y reducir el impacto ambiental y el riesgo de

accidentes. Asimismo, presentan una revisión de la literatura sobre los diferentes tipos de sistemas de gestión de tráfico para vehículos pesados, incluyendo tecnologías como el GPS y la telemática.

Por ende, son valiosos para las autoridades locales y los planificadores de tráfico, ya que proporcionan información detallada sobre las condiciones del tráfico y la demanda de tráfico en un área específica. Esto puede ayudar a tomar decisiones sobre la construcción de nuevas carreteras, la mejora de la infraestructura de transporte existente y la planificación de rutas de transporte más seguras y eficientes.

**La gestión de flotas de vehículos:** en este sentido, es una práctica clave en la optimización del rendimiento y la eficiencia de una flota de vehículos. Dentro de una flota, la gestión implica la planificación y asignación de rutas y tareas a cada vehículo, así como la adquisición, mantenimiento, monitoreo y control de los vehículos en la flota. Por lo tanto, una gestión efectiva de flotas de vehículos puede llevar a beneficios significativos para las empresas y organizaciones que las utilizan, como la reducción de costos operativos, el aumento de la eficiencia, la mejora en la calidad del servicio, la reducción del riesgo de accidentes y la mejora en la toma de decisiones empresariales.

En relación con las tecnologías utilizadas en la gestión de flotas de vehículos es la telemática. Con la telemática, los gerentes de flotas recopilan información sobre el comportamiento de conducción de los conductores, el rendimiento del vehículo, el consumo de combustible, la ubicación y otros datos importantes en tiempo real. Gracias a esta tecnología, los gerentes de flotas pueden tomar decisiones informadas sobre la asignación de rutas y tareas, la programación del mantenimiento y la toma de decisiones de compra de vehículos.

Otro componente esencial en la gestión de flotas de vehículos es el Sistema de Posicionamiento Global (GPS). Los sistemas de GPS permiten a los gerentes de flotas monitorear la ubicación de cada vehículo en tiempo real. Esto, a su vez facilita la optimización de rutas y la reducción de tiempos de espera. Además, los sistemas de GPS también pueden ser utilizados para la navegación en tiempo real, lo que puede ayudar a los conductores a evitar el tráfico y llegar a su destino de manera más eficiente.

Adicionalmente, la telemática y los sistemas de GPS, los sistemas de gestión de flotas de vehículos también pueden utilizar otros sensores y tecnologías avanzadas para monitorear el rendimiento del vehículo y mejorar la eficiencia de la flota. Por ejemplo, algunos sistemas pueden utilizar sensores de temperatura para monitorear la carga y asegurarse de que se mantenga a la temperatura adecuada durante el transporte. Otros sistemas pueden utilizar sensores de peso para monitorear la carga y asegurarse de que se distribuya de manera equilibrada en el vehículo (Gupta, y Singh, 2021).

**La logística de transporte:** es un aspecto crucial en la cadena de suministro de cualquier empresa, ya que implica la planificación, organización y control de la distribución de bienes y servicios desde el punto de origen hasta el punto de consumo. En este sentido, esta tarea es fundamental para lograr una operación eficiente y rentable de la empresa, especialmente en sectores como la fabricación y el comercio minorista.

Para lograr esto, es necesario seleccionar el modo de transporte más adecuado que satisfaga las necesidades del cliente y optimice el tiempo y los costos de envío. En cuanto a los modos de transporte, los más comunes incluyen el transporte por carretera, ferrocarril, marítimo y aéreo, y la elección adecuada depende de factores como el costo, el tiempo de entrega, la distancia, el volumen y la naturaleza del producto.

De forma complementaria, la gestión de la cadena de suministro también es una parte crucial de la logística de transporte. Esto se debe a que implica coordinar diferentes proveedores, transportistas y distribuidores para garantizar una entrega puntual y satisfacer los requisitos del cliente. Para ello, las empresas utilizan sistemas de gestión de transporte (TMS, por sus siglas en inglés), que les permiten planificar, ejecutar y controlar la logística de transporte de manera más eficiente, utilizando tecnología de la información para monitorear el transporte y la entrega de los bienes, rastrear el inventario y programar el mantenimiento y la reparación de los vehículos.

Adicionalmente, en los últimos años la logística de transporte ha evolucionado hacia la sostenibilidad, en respuesta a la creciente conciencia ambiental y las regulaciones gubernamentales. Por ejemplo, las empresas están implementando estrategias de transporte más



ecológicas, como el uso de vehículos eléctricos y la reducción de la huella de carbono de sus operaciones de transporte (Kaplan y Yazgan, 2021).

**El gremio tractocamiión:** también conocido como el sector del transporte de carga por carretera, desempeña un papel vital en la economía de muchos países, ya que se encarga de trasladar una amplia gama de productos y mercancías de un lugar a otro. Este sector incluye empresas y conductores que utilizan camiones articulados, conocidos como tractocamiones.

Sin embargo, las empresas y conductores que forman parte de este gremio se enfrentan a diversos desafíos cotidianos, como el aumento de los precios del combustible, la competencia en el mercado, las limitaciones en cuanto al peso y tamaño de la carga, y las regulaciones gubernamentales sobre el tiempo de conducción y descanso. A su vez, es fundamental que se aseguren de que su equipo de transporte esté en óptimas condiciones y cumpla con las normas de seguridad para garantizar entregas puntuales y en buen estado.

Con el fin de superar estos desafíos, las empresas del gremio tractocamiión pueden emplear herramientas de tecnología y gestión de transporte, como sistemas de seguimiento y localización de vehículos, y sistemas de gestión de transporte (TMS). De esta manera, pueden optimizar la planificación y ejecución de sus operaciones de transporte, reduciendo los costos y los tiempos de entrega.

Además, es importante destacar que este sector está atravesando un cambio hacia la sostenibilidad, en respuesta a la creciente conciencia ambiental y las regulaciones gubernamentales. Como resultado, las empresas están adoptando nuevas tecnologías y prácticas para reducir su impacto ambiental, como el uso de vehículos eléctricos o de combustibles alternativos, neumáticos de baja resistencia al rodamiento y programas de capacitación para conductores en técnicas de conducción eficiente (Carrillo et al., 2021).

**Optimización de rutas:** es un área crucial dentro de la gestión de flotas y la logística de transporte de carga por carretera. Este proceso consiste en diseñar la mejor ruta posible para los

vehículos de carga, considerando factores como la distancia, el tiempo de conducción, el tráfico, las restricciones de peso y tamaño de la carga, y la ubicación de los clientes.

En este sentido, la optimización de rutas es importante porque permite a las empresas de transporte reducir los costos, mejorar la eficiencia y la productividad, y aumentar la satisfacción del cliente al cumplir con los tiempos de entrega prometidos. Antes de la llegada de las herramientas tecnológicas, los conductores de camiones de carga utilizaban mapas y su experiencia para diseñar sus rutas. Sin embargo, hoy en día, existen herramientas tecnológicas que permiten una optimización más precisa y eficiente.

Entre estas herramientas, se incluyen sistemas de gestión de transporte (TMS) y software especializado de optimización de rutas. Estos sistemas utilizan algoritmos y datos en tiempo real para diseñar la mejor ruta posible, considerando múltiples variables y restricciones. A su vez, estos sistemas pueden actualizarse en tiempo real para adaptarse a cambios en las condiciones de la carretera o a solicitudes de los clientes.

En consecuencia, la optimización de rutas también puede contribuir a la sostenibilidad ambiental, ya que puede reducir la distancia y el tiempo de viaje, por lo tanto, el consumo de combustible y las emisiones de gases de efecto invernadero. Por otro lado, la reducción de los tiempos de viaje puede mejorar la seguridad vial, ya que reduce la fatiga del conductor y el tiempo que los vehículos de carga pasan en las carreteras (Boysen et al., 2019).

**Seguridad vial:** es un tema crucial en el transporte de carga por carretera. Esto se debe a que los vehículos de carga pueden representar un mayor riesgo de accidentes debido a su tamaño y peso, lo que los hace más difíciles de maniobrar y detener. Asimismo, los conductores de camiones de carga a menudo enfrentan largas horas de conducción, lo que aumenta el riesgo de fatiga y errores.

Con el objetivo de mejorar la seguridad vial en el transporte de carga, existen diversas medidas que se pueden tomar. Por ejemplo, los conductores de camiones de carga deben seguir reglas de

conducción seguras, como mantener una distancia adecuada entre vehículos, respetar los límites de velocidad y tomar descansos suficientes durante largos viajes.

A su vez, las empresas de transporte pueden utilizar tecnología de seguridad avanzada, como cámaras de visión trasera, sistemas de frenado automático y monitoreo de la fatiga del conductor. Estas tecnologías pueden ayudar a reducir los riesgos de accidentes y mejorar la seguridad para los conductores y otros usuarios de la carretera.

**Punto crítico:** en el contexto de este proyecto, un "punto crítico" se refiere a ubicaciones específicas dentro de las rutas de transporte donde se identifican problemas significativos que afectan el flujo vehicular, la seguridad y la eficiencia operativa. Estos problemas pueden incluir intersecciones con alta congestión, tramos con señalización insuficiente, restricciones de altura o peso, y condiciones de infraestructura vial inadecuadas, tales como pavimentos deteriorados o pendientes pronunciadas. La identificación y análisis de estos puntos son esenciales para desarrollar estrategias que minimicen los riesgos y optimicen la movilidad.

Además de esto, otra medida importante para mejorar la seguridad vial es la capacitación y educación continua para los conductores de camiones de carga. En este sentido, los conductores deben estar al día en las últimas técnicas de conducción segura y ser conscientes de los riesgos asociados con la conducción de vehículos de carga. Igualmente, las empresas de transporte pueden establecer programas de seguridad en el lugar de trabajo para fomentar una cultura de seguridad en la organización (Eurostat, 2018).

### ***1.6.2. Marco legal***

El transporte de mercancías es una actividad esencial en la economía colombiana, y como tal, está sujeto a diversas leyes y regulaciones que buscan garantizar la seguridad vial, la protección de los trabajadores y conductores, así como la privacidad y protección de los datos personales de los usuarios. En este sentido, las restricciones de peso, altura y ancho. Es esencial que cualquier aplicativo diseñado para el transporte de mercancías cumpla con las disposiciones de este

reglamento para garantizar la seguridad vial y prevenir accidentes de tránsito (Ley 2251, 2022; Ley 769, 2002).

Por otro lado, las normas de seguridad vial son regulaciones que establecen las disposiciones para garantizar la seguridad en el tránsito vehicular. En Colombia, estas normas son relevantes para la identificación de los riesgos asociados a la circulación de vehículos de carga pesada y la implementación de medidas para reducir los accidentes de tránsito, Ley 769 (2002). Por lo tanto, cualquier aplicativo diseñado para el transporte de mercancías deberá cumplir con las normas de seguridad vial para garantizar la seguridad de los conductores y la comunidad en general.

Asimismo, las normas laborales son regulaciones que establecen las disposiciones para garantizar los derechos laborales de los conductores y trabajadores relacionados con el transporte de mercancías. Estas normas son fundamentales para garantizar la seguridad y bienestar de los conductores de vehículos de carga pesada, y cualquier aplicativo diseñado para el transporte de mercancías deberá cumplir con las normas laborales para garantizar la seguridad y bienestar de los conductores y trabajadores relacionados con el transporte colombiano (Ley 769, 2002).

Igualmente, las normas de carga y descarga son regulaciones que establecen las disposiciones para la carga y descarga de mercancías en los vehículos de transporte. Estas normas resultan ser cruciales para garantizar la seguridad en el proceso de carga y descarga de los vehículos de carga pesada. Por tanto, es importante que cualquier aplicativo diseñado para conductores cumpla con las normas de carga y descarga para garantizar la seguridad de los conductores y trabajadores relacionados con el transporte de carga pesada (Ley 2251, 2022).

En cuanto a la protección de datos, la ley de protección de datos personales establece las disposiciones para garantizar la protección de la privacidad y los derechos de las personas respecto al tratamiento de sus datos personales. De igual manera, es esencial que cualquier aplicativo diseñado para el transporte de mercancías cumpla con las disposiciones de esta ley para garantizar la privacidad y protección de los datos personales de los usuarios del aplicativo (Ley 2251, 2022).

En otro ámbito, la ley de comercio electrónico establece las disposiciones para la regulación de las transacciones comerciales realizadas a través de medios electrónicos. El objetivo principal de esta ley es garantizar la transparencia y seguridad en las transacciones comerciales realizadas a través de medios digitales, proteger los derechos de los consumidores y establecer un marco legal claro para el comercio electrónico (Correa, 2024).

Finalmente, la ley 769 (2002), la cual establece el Código Nacional de Tránsito Terrestre y regula la circulación de vehículos en el territorio colombiano. Esta ley establece las normas y disposiciones para la circulación de vehículos de carga, incluyendo las restricciones de peso, altura y ancho, así como también las normas de seguridad vial y las sanciones para quienes infrinjan las disposiciones establecidas.

Además, en Nariño y San Juan de Pasto existen regulaciones y normativas específicas relacionadas con la circulación de vehículos de carga, como, por ejemplo, la Ordenanza Departamental No. 005 (2009) que establece las restricciones de circulación en ciertos horarios y días de la semana para vehículos de carga pesada en zonas urbanas del departamento.

En resumen, el cumplimiento de todas estas regulaciones y normas es fundamental para garantizar la seguridad, el bienestar y la protección de los conductores, trabajadores relacionados con el transporte de mercancías, así como de los usuarios del aplicativo. De igual manera, el respeto a estas disposiciones legales es esencial para evitar sanciones y multas por incumplimiento y mantener una operación legal y ética del proyecto.

Por lo tanto, es importante que los transportadores de carga en Nariño y San Juan de Pasto conozcan y cumplan con estas leyes y regulaciones para garantizar la seguridad vial y evitar sanciones y multas que puedan afectar su actividad económica.

### **1.6.3. Marco contextual**

El proyecto de investigación " Fortalecimiento de la movilidad del gremio tractocamión a través de un aplicativo móvil en el municipio de San Juan de Pasto " se enfocará en la ciudad de Pasto, la

capital del departamento de Nariño, ubicada en el suroeste del país y cercana a la frontera con Ecuador. La ciudad cuenta con una población de aproximadamente 400.000 habitantes y es considerada un importante centro económico y cultural de la región.

San Juan de Pasto es conocida como "Ciudad Sorpresa" y es famosa por sus artesanías, música y cultura, así como por el Carnaval de Negros y Blancos, declarado Patrimonio Cultural Inmaterial de la Humanidad (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO], 2002). Esta celebración se lleva a cabo cada año durante la primera semana de enero y atrae a miles de visitantes de todo el mundo.

Respecto a la infraestructura vial, San Juan de Pasto cuenta con una red de carreteras, vías urbanas, rurales, puentes y túneles que conectan el municipio con otras ciudades y regiones del país. La principal carretera que conecta a San Juan de Pasto con otras ciudades del sur colombiano y países como Perú y Ecuador es la Panamericana. No obstante, la infraestructura vial de San Juan de Pasto presenta desafíos en términos de mantenimiento, señalización y capacidad para soportar el tráfico vehicular pesado.

En términos de economía, se destaca la diversidad de sectores que incluye, tales como la agricultura, la ganadería, el comercio y el turismo. La región es conocida por la producción de productos como café, cacao, panela y lácteos, y el transporte de mercancías juega un papel importante en su desarrollo económico. Además, San Juan de Pasto cuenta con una zona franca, que ofrece incentivos fiscales y aduaneros para atraer inversiones y fomentar el comercio internacional.

En lo que respecta al transporte de carga pesada, se destaca su importancia para el movimiento de productos agrícolas y ganaderos, así como para la industria manufacturera y de construcción. Sin embargo, también existen desafíos en términos de seguridad vial, impacto ambiental y cumplimiento de regulaciones. Por lo tanto, el diseño de un aplicativo para facilitar la movilidad del gremio tractocamión podría contribuir a mejorar la eficiencia y seguridad del transporte de mercancías en el municipio.

Sobre la ubicación del gremio tractocamión, es importante destacar que se encuentran distribuidos en diferentes zonas del municipio, principalmente en las zonas rurales donde se concentra la producción agrícola y ganadera. La mayoría de los transportistas son pequeños y medianos empresarios que enfrentan dificultades para competir en un mercado cada vez más exigente y competitivo.

Finalmente, se destaca la infraestructura tecnológica en constante desarrollo de San Juan de Pasto, lo cual podría representar una oportunidad para mejorar la eficiencia y seguridad en el transporte de mercancías en el municipio.

## **1.7. Metodología**

### ***1.7.1. Paradigma, enfoque y tipo de investigación***

Este proyecto de investigación utilizará una metodología cuantitativa para realizar el desarrollo de una estrategia tecnológica que permita dar información vial para conductores de carga pesada. Esta combinación de enfoques permitirá obtener una comprensión más profunda del sistema de información vial para conductores de carga pesada, tanto en términos de la experiencia del conductor, las rutas adecuadas para los vehículos de carga pesada y tiempos de entrega. "La metodología cuantitativa proporciona una base sólida para la investigación rigurosa y sistemática, lo que permite generar conocimiento confiable y válido en una amplia variedad de campos" (Maxwell, 2013, p. 23).

Al usar este paradigma tenemos como ventajas:

Permite la medición objetiva y precisa de variables relevantes para el transporte de mercancías, como la distancia, el tiempo de traslado, el costo del combustible, el peso de la carga, entre otras. "La metodología cuantitativa es una herramienta poderosa para la investigación empírica porque permite recolectar y analizar datos numéricos, lo que facilita la generalización de los resultados a una población más amplia" (Babbie, 2016, p. 120).

Permite la comparación de diferentes rutas y la identificación de aquellas que son más eficientes en términos de tiempo y costo. "La metodología cuantitativa es especialmente útil al comparar cosas porque nos permite medir y analizar las diferencias o similitudes en términos numéricos, lo que nos da una comprensión clara y precisa de las relaciones entre los elementos que estamos comparando." (Creswell, 2014, p. 64).

Permite la evaluación de la seguridad vial en las diferentes rutas y la identificación de aquellas que presentan mayores riesgos para los vehículos de carga pesada.

La metodología cuantitativa es una herramienta poderosa para evaluar algo porque nos permite obtener datos medibles y precisos, y analizarlos utilizando técnicas estadísticas robustas. Esto nos permite obtener conclusiones claras y precisas sobre el fenómeno que estamos evaluando, y tomar decisiones informadas basadas en los resultados de nuestra investigación. (Maxwell, 2013, p. 33)

La investigación también se enfoca en proporcionar información sobre posibles soluciones alternativas que puedan ser consideradas en el diseño e implementación de la estrategia, con el fin de mejorar el transporte de mercancías en el municipio San Juan de Pasto. En resumen, la investigación busca ofrecer una visión completa y detallada del transporte de mercancías en el municipio, para identificar posibles oportunidades de mejora y contribuir al desarrollo del sector.

**1.7.1.1. Enfoque.** El enfoque empírico-analítico busca obtener y analizar datos empíricos con el objetivo de describir, explicar y predecir fenómenos en la realidad. Este enfoque se basa en la observación sistemática y en la recopilación de datos empíricos, y su objetivo principal es la formulación de teorías explicativas sobre los fenómenos estudiados. Según Bryman y Bell (2011) este enfoque busca explicaciones lógicas a través de la experimentación y la observación sistemática.

En el caso de este proyecto, se busca proponer una estrategia tecnológica que brinde rutas óptimas e información vial para transportadores de vehículos de carga pesada en el municipio San Juan de Pasto. Para ello, es necesario realizar una investigación empírica que permita recopilar



datos cuantitativos relevantes sobre los transportadores de mercancías en el municipio, así como sobre las tecnologías y herramientas existentes para mejorar la eficiencia en el transporte, tiempo y costo de traslado de mercancías, densidad del tráfico entre otros. Por eso mismo el enfoque empírico-analítico es ideal para este proyecto.

En conclusión, el enfoque empírico-analítico es una herramienta valiosa para la investigación científica y puede proporcionar información relevante para la toma de decisiones por eso mismo adecuada para este proyecto, ya que permite la recopilación y análisis de datos empíricos que pueden utilizarse para proponer una estrategia tecnológica efectiva para mejorar el transporte de mercancías en el municipio San Juan de Pasto. “El enfoque empírico-analítico implica la recolección de datos empíricos y su posterior análisis, a través de técnicas estadísticas y matemáticas, con el fin de obtener una comprensión más precisa y objetiva de los fenómenos estudiados” (Hair et al., 2017, p. 26).

**1.7.1.2. Tipo.** El análisis descriptivo también es una técnica estadística muy útil para este tipo de investigación. El análisis descriptivo permite describir y resumir las características de las variables de interés en la muestra de estudio, lo que proporciona una imagen detallada de los datos y una comprensión más clara de las tendencias y patrones en los datos. En el caso del transporte de mercancías en el municipio San Juan de Pasto, el análisis descriptivo puede utilizarse para describir las características de las variables como la distancia recorrida, el tiempo de traslado, el costo del combustible, el peso de la carga, entre otras.

Esto permitiría obtener una visión general de las características de las variables y una comprensión más clara de la distribución de los datos, lo que puede ser de gran ayuda para diseñar estrategias de transporte más eficientes y efectivas. Además, el análisis descriptivo también puede utilizarse para identificar valores atípicos o datos anómalos en la muestra, lo que puede proporcionar información importante para eliminar errores o datos erróneos de la muestra.

En resumen, el análisis descriptivo es una herramienta estadística valiosa para describir y resumir las características de las variables de interés en la muestra de estudio y puede ser muy útil para orientar la toma de decisiones en relación con el transporte de mercancías en el municipio San

Juan de Pasto. “Este tipo de investigación busca únicamente describir situaciones o acontecimientos; básicamente no está interesado en comprobar explicaciones, ni en probar determinadas hipótesis, ni en hacer predicciones” (Tamayo y Tamayo, 2008, p. 46)

### ***1.7.2. Línea y áreas temáticas de investigación***

En la Universidad Mariana, existen líneas de Investigación institucionales y líneas de investigación de cada Programa Académico. La propuesta realizada por un investigador o por un grupo de investigación (conformado por docente(s) o estudiante(s) debe normalmente inscribirse en la línea y áreas temáticas.

Línea de investigación: Ingeniería, Informática y computación.

Áreas Temáticas de investigación:

Innovación, modelamiento y desarrollo de software.

### ***1.7.3. Población y muestra***

Para este proyecto, la población objetivo está compuesta por conductores de vehículos de carga pesada, específicamente de tractocamiones, que operan dentro del municipio de San Juan de Pasto. Debido a las dificultades de obtención sobre datos precisos y completos de toda esta población, se ha decidido emplear un muestreo determinístico por conveniencia. Esto significa que se seleccionaron 30 conductores que cumplan con criterios específicos: deben tener experiencia manejando tractocamiones en las diversas rutas del municipio y estar dispuestos a participar y colaborar en la evaluación de la estrategia tecnológica propuesta. Además, se buscará que esta muestra refleje una diversidad de perfiles, incluyendo conductores de diferentes edades, géneros y rutas de transporte, con el fin de obtener una representación adecuada de la población objetivo, dentro de las limitaciones del estudio.

Es importante subrayar que, aunque el muestreo por conveniencia no permite hacer generalizaciones precisas sobre toda la población de conductores de tracto camiones en San Juan de Pasto, los resultados obtenidos proporcionarán información relevante para medir la efectividad de la estrategia tecnológica y podrán ofrecer datos valiosos que servirán como punto de partida para futuras investigaciones y mejoras en este ámbito. Este enfoque permitirá analizar el impacto inicial y proponer ajustes o desarrollos adicionales con base en los hallazgos encontrados.

#### ***1.7.4. Proceso de investigación***

Descripción del proceso que se pretende realizar y los medios para lograrlo.

**Tabla 1***Proceso de investigación*

<b>Objetivo específico</b>	<b>Fuente</b>	<b>Técnica de recolección</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Técnica de Procesamiento</b>	<b>Resultado</b>
<b>Objetivo 1</b>	Transportadores de carga pesada de la ciudad de Pasto, entes territoriales, alcaldía, tránsito, oficina de planeación y desarrollo.	Revisión documental, entrevista.	Rejilla, guion de entrevista.	Análisis descriptivo.	Identificación de las principales vías de transporte, puntos críticos y obstáculos, modelamiento del aplicativo.
<b>Objetivo 2</b>	Datos de tráfico y condiciones viales en tiempo real. Datos históricos de rutas de vehículos de carga pesada en la zona.	Recopilación de datos de GPS y telemetría de vehículos de carga pesada en circulación.	Dispositivos de seguimiento GPS y sistemas de telemetría en los vehículos de carga pesada. Cuestionarios y guías de entrevistas para	Procesamiento y análisis de datos GPS y telemetría para identificar patrones de rutas y condiciones de manejo. Análisis cualitativo de las respuestas de las encuestas y entrevistas	Desarrollo de una aplicación móvil para brindar rutas óptimas e información vial en tiempo real a los conductores de vehículos de carga pesada en el municipio San Juan de Pasto. La aplicación mostrará mapas interactivos con indicaciones de rutas recomendadas, evitando

---

Sistema de información geográficas, aplicaciones software.	de Encuestas y entrevistas con conductores de vehículos de carga pesada y expertos en logística y transporte.	recopilar información cualitativa de los conductores y expertos.	para comprender las áreas de congestión y necesidades y desafíos específicos de los conductores y expertos.	proporcionando información sobre las condiciones de las vías. Los conductores podrán recibir notificaciones y alertas sobre eventos de tráfico, accidentes, cierres de carreteras u otras incidencias relevantes en su ruta. La aplicación también ofrecerá funciones adicionales, como la visualización de puntos de interés para los conductores de vehículos de carga pesada, como estaciones de servicio, áreas de descanso, talleres de reparación, entre otros. Se espera que la aplicación mejore la eficiencia en el transporte de carga, reduciendo los tiempos de viaje y optimizando los recursos de los conductores de transporte.
--	---	--	---	--

---

<b>Objetivo</b>	<p>La fuente de información será la estrategia tecnológica. Esto incluirá documentación, especificaciones técnicas, diseños, código fuente, informes de pruebas y cualquier otra información relevante relacionada con la estrategia.</p>	<p>Revisiones de documentos, observación directa de la estrategia en funcionamiento y encuestas a los usuarios o clientes involucrados.</p>	<p>Cuestionarios de calidad. Pruebas de usabilidad. Pruebas de rendimiento. Análisis estático de código. Revisiones técnicas</p>	<p>de Comparación con estándares de calidad establecidos. Cálculos estadísticos. Herramientas de análisis de datos. Realización de pruebas de hipótesis. Análisis cualitativo.</p>	<p>Informe detallado. Recomendaciones de mejora. Identificación de fortalezas y debilidades. Evaluación general de la calidad del aplicativo.</p>
-----------------	---	---	--	--	---

### **1.7.5. Variables e hipótesis**

La implementación de una estrategia tecnológica integral, que incluye un aplicativo móvil especializado en la optimización de rutas y en la gestión de obstáculos y puntos críticos, tiene un impacto positivo en la seguridad de los vehículos de carga pesada en San Juan de Pasto, mejorando la capacidad de planificación de los conductores y reduciendo la frecuencia de congestiones y los riesgos asociados a las deficiencias de la infraestructura vial.

**Puntos críticos:** Existe una correlación entre el número de congestiones y riesgos en cada punto crítico para vehículos de carga pesada.

**Vías de transporte:** Existe una diferencia significativa en el uso de las vías por vehículos de carga pesada.

**Obstáculos en las vías:** Existen diferencias significativas en los obstáculos y legales que impiden el tráfico fluido de vehículos de carga pesada.

**Estrategia tecnológica:** La estrategia tecnológica desarrollada se adecua como se esperaba para su uso.

**Mejoras en la eficiencia del tráfico:** la estrategia propuesta mejora la eficiencia del tráfico para vehículos de carga pesada.

**Tabla 2***Variables e hipótesis*

<b>Variable</b>	<b>Descripción</b>	<b>Tipo de Variable</b>	<b>Objetivo específico</b>	<b>Indicador</b>	<b>Naturaleza</b>	<b>Fuente</b>	<b>Tr*</b>	<b>Ta**</b>
<b>Puntos críticos</b>	Identificar los puntos donde se presentan mayores congestiones y riesgos para los vehículos de carga pesada.	Dependiente	Objetivo específico1	Cantidad de congestiones y riesgos en cada punto crítico.	Cuantitativa	Observación directa del tráfico y encuestas.	Análisis estadístico y de frecuencia y correlación.	Análisis estadístico
<b>Vías de transporte</b>	Identificar las vías utilizadas en vehículos de carga pesada	Independiente	Objetivo específico1	Tipos de vías utilizadas	Cualitativa	Observación directa del tráfico	Registro fotográfico y GPS	Análisis estadístico



identifica los obstáculos físicos y legales que impiden el tráfico fluido de vehículos de carga pesada.

<b>Estrategia tecnológica</b>	Identifica la estrategia tecnológica adecuada para brindar rutas óptimas e información vial a los conductores de vehículos de carga pesada.	Independiente	Objetivo específico <sup>2</sup>	Tipos de estrategia tecnológica a implementar.	Cualitativa	Revisión de casos similares, evaluación de la usabilidad y eficacia de la estrategia tecnológica.	Revisión de literatura y encuestas con expertos.	Modelamiento de datos y análisis estadístico.
-------------------------------	---	---------------	----------------------------------	--	-------------	---	--	---

## 1.8. Presupuesto

**Tabla 3**

*Presupuesto global del proyecto*

<b>Rubros</b>	<b>Total (\$)</b>
Inversión en personal	\$12.875.232
Otros rubros	\$1.520.000
<b>Total</b>	<b>\$14.395.232</b>

**Tabla 4**

*Descripción de la inversión en personal*

<b>Nombre investigador</b>	<b>Vr. Hora investigador</b>	<b>Dedicación</b>	<b>Valor</b>
		<b>Número total de horas</b>	
Jeeimy Dayana Pantoja Delgado	\$9.666	364	\$3.518.424
Jhon Sebastian Pai Rodriguez	\$9.666	364	\$3.518.424
Jose Eulises Landazuri Moreno	\$9.666	364	\$3.518.424
Javier Mauricio Lopez Moreno	\$19.333	120	\$2.319.960
<b>Total</b>			<b>\$12.875.232</b>
Vr horas investigador Docente	4 SMDLV/8	\$	16.666
Vr horas investigador Estudiante	2 SMDLV/8	\$	8.333

**Tabla 5**

*Otros rubros*

<b>Rubro</b>	<b>Justificación</b>	<b>Valor total</b>
Equipos	Alquiler y depreciación de equipos	\$500.000
Materiales	Tóner de impresora e implementos	\$120.000

de papelería		
Software	Licencias de software	\$300.000
Api Google Maps	Implementación de Api	\$3.000.000
Bibliográfica	Libros y referencias	N/A
Eventos académicos	Conferencias y talleres	\$200.000
Publicaciones	Revistas, Posters	N/A
Salidas de campo	Encuestas y Entrevistas	\$100.000
Viajes	Gastos de transporte	\$300.000
<b>Total</b>		<b>\$4.520.000</b>

## 1.9. Cronograma

**Tabla 6**

*Cronograma*

Actividades	Tiempo (Meses)												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Realizar un análisis de las principales vías de transporte en el municipio San Juan de Pasto, identificando los puntos críticos y los obstáculos que enfrentan los vehículos de carga pesada.													
Revisión de la información y datos relevantes sobre las vías de transporte en la zona.	X												
Análisis y evaluación de la infraestructura vial existente.		X											
Identificación de los puntos críticos y obstáculos para vehículos de carga pesada.			X										
Desarrollar una estrategia tecnológica para brindar rutas óptimas e información vial en vehículos de carga pesada en el municipio San Juan de Pasto.													
Planteamiento del problema.				X									
Entrevista con los conductores de carga pesada.				X									
Determinar las especificaciones del software a realizar.					X								
Determinación de las historias de usuarios con sus respectivas iteraciones.					X	X							
Plan de entregas.						X							
Realizar los diseños UML respectivos de acuerdo a cada uno de los procesos en las etapas de análisis.							X						

Diseño de base de datos relacional, para almacenar los registros, producto de la interacción del aplicativo.	X				
Documentación.	X	X			
Desarrollar la interfaz de usuario.	X	X			
Agregar funcionalidad de los componentes de la interfaz de la aplicación.	X	X			
Crear una base de datos y almacenar registros.		X	X		
Codificar cada uno de los componentes de la aplicación.		X	X	X	
Captura de datos y documentación.	X	X	X	X	
Pruebas unitarias.					X
Pruebas de aceptación.					X
Documentación.					X
Evaluar la efectividad de la estrategia tecnológica en base a los criterios de calidad de la norma ISO 25010, centrándose en la usabilidad e interacción.					
Usabilidad.					X X
Interacción.					X X

### **1.10. Productos esperados**

Este apartado detalla los productos tangibles que se generarán como resultado de la investigación, los cuales están orientados a comunicar sus hallazgos y conclusiones a una audiencia específica. Entre estos productos se encuentran la monografía, que actúa como informe final y sintetiza el trabajo desarrollado y los resultados obtenidos; el artículo científico publicado, cuyo propósito es divulgar los descubrimientos a la comunidad científica en general; y la participación en eventos académicos, como conferencias o presentaciones, que permiten compartir los resultados y conclusiones con colegas y otros interesados en el tema. Cada uno de estos productos juega un papel esencial en la difusión y aplicación de los resultados de la investigación.

- Monografía (documento de informe final)
- Artículo científico publicado
- Participación en eventos (certificado)

### **1.11. Condiciones de entrega**

En esta sección se describe cómo se entregarán los productos finales al comité de investigación, los cuales variarán según el enfoque y los objetivos del proyecto. En este caso, se establecen dos tipos de productos: documentos impresos o en formato CD, y la implementación del prototipo de rutas para conductores de tractocamiones.

La entrega de documentos impresos o en CD incluirá el informe final, artículos relacionados o materiales que respalden los hallazgos y conclusiones. El formato CD puede contener además materiales adicionales, como videos, imágenes o mapas, que permitan una mejor comprensión del estudio.

La implementación del prototipo proporcionará una herramienta interactiva que muestra los puntos críticos de la ciudad y los obstáculos en las rutas, así como las soluciones o rutas alternativas que los conductores deben seguir para evitarlos. Este prototipo permitirá a los conductores obtener

una guía visual y práctica de los obstáculos y zonas de mayor riesgo, ayudándolos a optimizar sus rutas y a mejorar la seguridad en el traslado de sus cargas.

- Documentos (impresos, CD)
- Implementación del prototipo

## **2. Análisis de resultados**

El transporte de carga pesada en San Juan de Pasto, esencial para el flujo de mercancías en la región, enfrenta desafíos significativos que comprometen su eficiencia y seguridad. En este contexto, los objetivos específicos del estudio abordaron dos áreas fundamentales. El primer objetivo se centró en realizar un análisis detallado de las principales vías de transporte en el municipio, identificando los puntos críticos y obstáculos que dificultan el tránsito de los vehículos de carga pesada. Este análisis permitió destacar las áreas problemáticas y las deficiencias que afectan la movilidad.

El segundo objetivo se enfocó en desarrollar un prototipo móvil como estrategia tecnológica, diseñado para ofrecer rutas óptimas e información vial que ayude a los conductores a navegar de manera más eficiente por las rutas del municipio. Los resultados obtenidos en ambos objetivos proporcionan una base sólida para implementar soluciones que mejoren la movilidad del transporte de carga pesada en San Juan de Pasto.

### **2.1. Resultados, análisis y discusión objetivo específico 1**

El transporte de carga pesada en San Juan de Pasto ha sido una columna vertebral en el movimiento de mercancías, pero su eficacia se ve afectada por desafíos estructurales y operativos. Las vías de la región, si bien conectan y permiten el flujo de mercancías, también presentan puntos críticos y obstáculos que impactan la eficiencia y la seguridad del transporte de carga pesada. Estos desafíos no sólo retardan las operaciones logísticas, sino que también plantean riesgos para la integridad del conductor y la seguridad de los vehículos.

Este análisis exhaustivo no solo busca identificar los problemas estructurales, sino también comprender las experiencias, desafíos y necesidades de los conductores. Para ello, se diseñaron encuestas y entrevistas que permitieron recolectar datos valiosos de primera mano. Cada pregunta se adaptó para abordar las complejidades inherentes al trabajo de los conductores, atendiendo al estado de las carreteras, sus horarios de tránsito y los obstáculos más comunes que enfrentan.



Los resultados obtenidos de las encuestas, entrevistas y las salidas de campo se sometieron a un análisis riguroso, categorizándolos para identificar patrones y regularidades en los desafíos afrontados por los conductores y las deficiencias estructurales de las carreteras. Esta metodología facilitó el reconocimiento de áreas críticas y peligros latentes en las rutas, revelando la complejidad de los problemas a los que se enfrentan diariamente los conductores de carga pesada.

El enfoque práctico y tecnológico no solo se detiene en el análisis: estos datos se convierten en el núcleo de un aplicativo móvil destinado a mejorar la movilidad de los transportadores de carga pesada.

### ***2.1.1. Resultados de las entrevistas realizadas a conductores de vehículos de carga pesada en San Juan de Pasto***

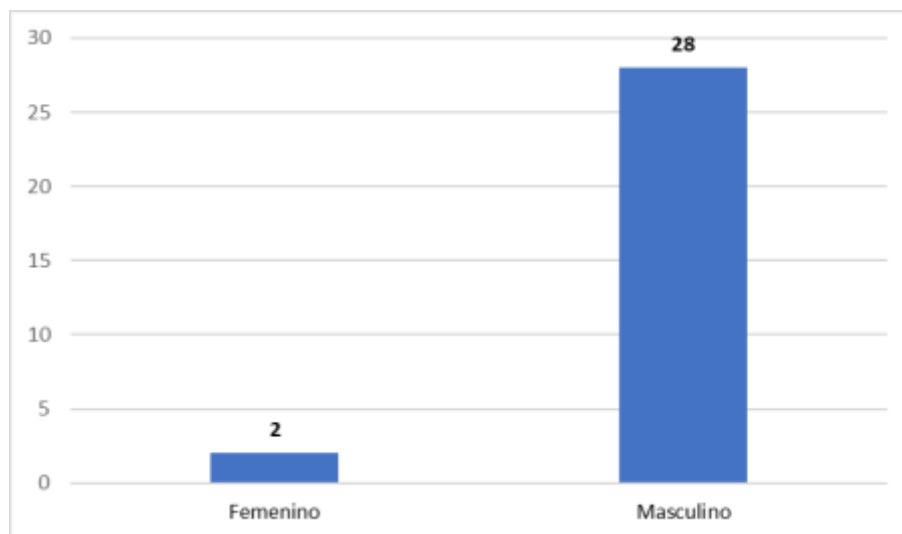
La fase inicial de entrevistas con los conductores de carga pesada en San Juan de Pasto ha permitido un examen exhaustivo de los aspectos fundamentales que influyen en el desempeño laboral y las condiciones que rodean a estos conductores. Los hallazgos arrojan luz sobre la heterogeneidad del perfil profesional, las complejidades de sus dinámicas laborales y las necesidades particulares que guían su desempeño cotidiano.

El propósito principal de estas entrevistas es sumergirse en un tejido denso de experiencias, desafíos y expectativas que definen la relación de estos conductores con la tecnología y las herramientas de orientación. Se han explorado las vicisitudes de su cotidianidad laboral, desde los incesantes retos de la orientación efectiva en sus rutas hasta la percepción que poseen sobre la señalización vial y su disposición hacia la adopción de tecnologías emergentes. En efecto, los resultados recopilados, en su naturaleza primaria, marcan un hito sustancial para comprender las condiciones laborales, los desafíos que enfrentan en la orientación, sus percepciones y sensibilidades respecto a la señalización vial y, crucialmente, su postura frente a la implementación de herramientas tecnológicas específicas en esta región. Este tramo inicial de entrevistas se ha enfocado meticulosamente en identificar patrones y tendencias en áreas centrales que influyen directamente en la calidad y seguridad de su labor.

Para una revisión más detallada de los resultados y preguntas realizadas a los conductores, se incluye en el Anexo A la Encuesta sobre las Necesidades y Desafíos del Gremio Camionero en San Juan de Pasto, donde se documentan los datos y respuestas obtenidas. Durante la entrevista, se recopiló información valiosa sobre el perfil de los conductores y su disposición para adoptar una aplicación móvil especializada. Se observó que el 90,3% de los conductores encuestados son de género masculino, por otro lado, solo el 9,7% son de género femenino, lo que indica una representación limitada de mujeres en este campo. Esta disparidad de género se visualiza claramente en la siguiente Figura 1.

**Figura 1**

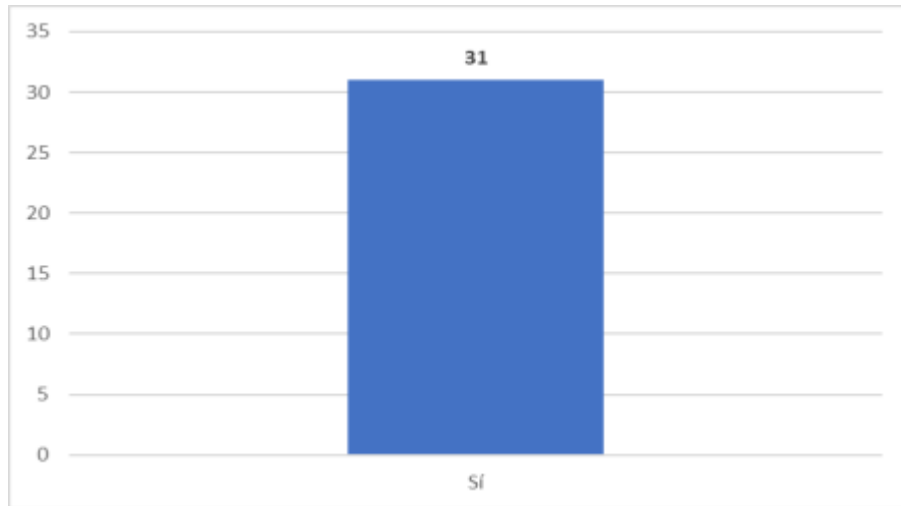
*Distribución de género de los conductores de carga pesada*



La implementación de herramientas tecnológicas innovadoras como la aplicación móvil especializada podría transformar positivamente la industria del transporte de carga pesada. El 100% de aceptación de la aplicación por parte de los conductores entrevistados subraya aún más la viabilidad y el potencial de esta iniciativa. Este alto nivel de consenso refuerza la idea de que los conductores están dispuestos y receptivos a la adopción de soluciones tecnológicas que mejoren sus condiciones de trabajo y su desempeño laboral. Esta innovación se visualiza claramente en la siguiente Figura 2.

**Figura 2**

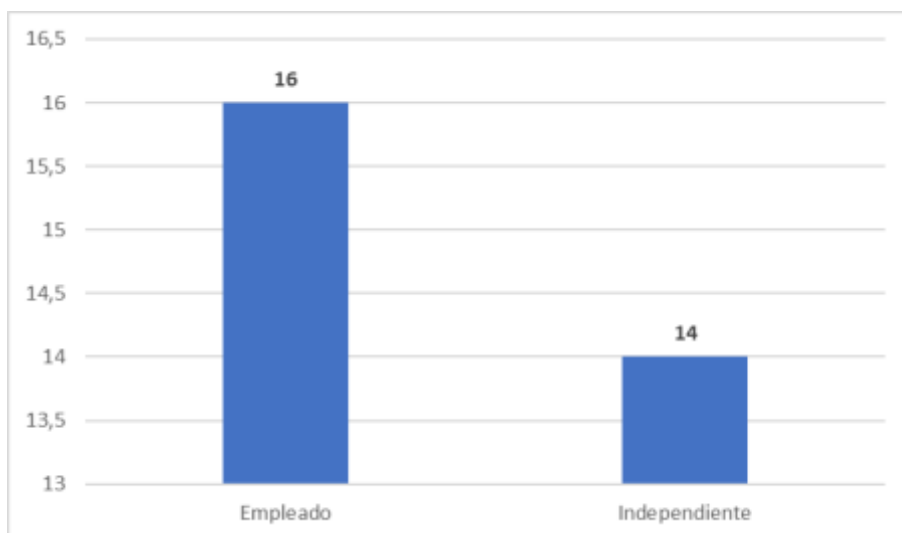
*Aceptación de la aplicación móvil por conductores de carga pesada*



Otro aspecto relevante fue la relación laboral de los conductores con empresas y su uso de plataformas digitales para la orientación en sus rutas. El 55% de los conductores encuestados depende de una empresa para llevar a cabo sus actividades de transporte. Por otro lado, el 45% restante es independiente. Esta diversidad se visualiza claramente en la siguiente Figura 3.

**Figura 3**

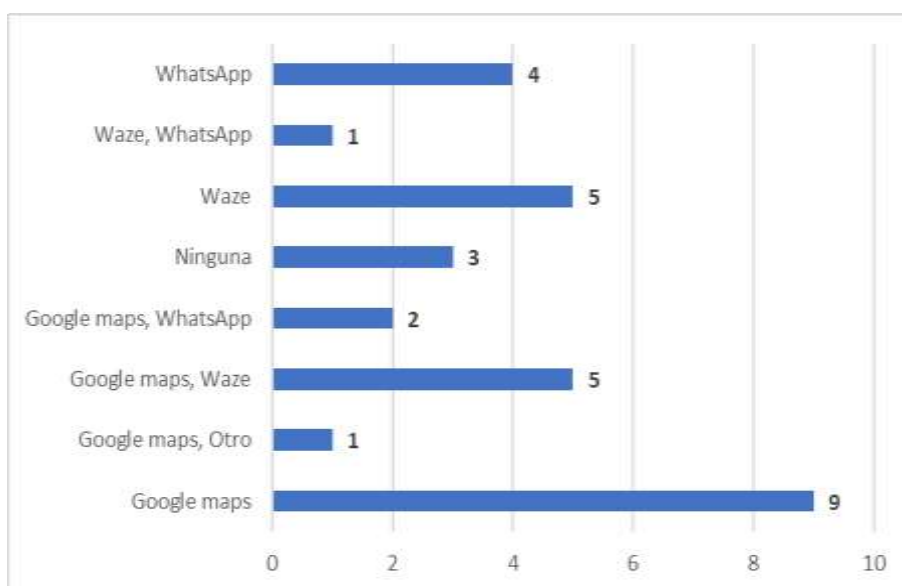
*Relación laboral de los conductores de carga pesada*



Para el uso de plataformas digitales para la orientación en sus rutas, los resultados fueron interesantes. El 58% de los conductores utiliza Google Maps, una de las aplicaciones de navegación más populares, para guiarse en sus trayectos. Por otro lado, un 35,5% de los conductores prefiere utilizar Waze. Además, un 22,6% de los conductores utiliza WhatsApp como plataforma digital o red social para orientarse en sus trayectos. Esta elección se visualiza claramente en la siguiente Figura 4.

**Figura 4**

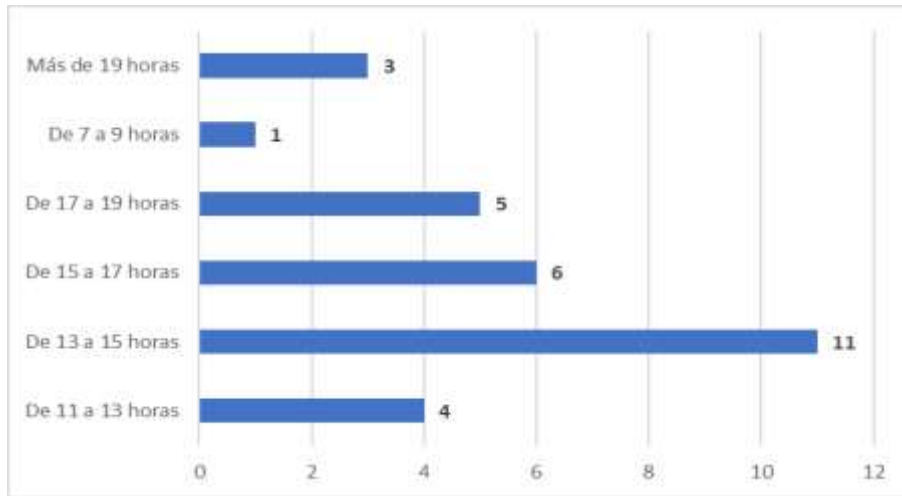
*Uso de plataformas digitales para la orientación en rutas de conductores de carga pesada*



Al examinar la duración de las jornadas laborales de los conductores, se revelan datos preocupantes. El 38,7% de los conductores maneja su tractocamiión entre 13 y 15 horas diarias, lo que constituye una jornada extensa que puede generar fatiga y afectar la seguridad vial. Asimismo, un 16,1% de los conductores conduce entre 17 y 19 horas diarias. Estos porcentajes indican que una proporción significativa de conductores está sometida a jornadas laborales prolongadas y posiblemente arriesgadas. Esta jornada de trabajo se visualiza claramente en la siguiente Figura 5.

**Figura 5**

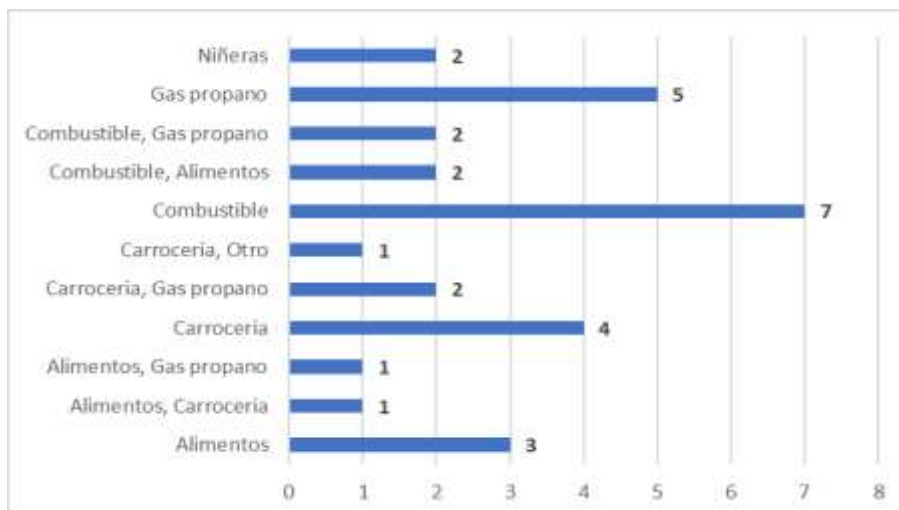
*Duración de las jornadas laborales de los conductores de carga pesada*



Por otro lado, el estudio sobre el tipo de carga transportada por los conductores de carga pesada revela diversas categorías que reflejan una amplia gama de responsabilidades y riesgos asociados. Se identificaron diversas categorías. El 38,7% de los conductores transporta combustible, con riesgos elevados y estrictas regulaciones, mientras que el 22,6% maneja alimentos, exigiendo altos estándares de higiene y conservación. Estos tipos de carga transportada se visualizan en Figura 6.

**Figura 6**

*Tipos de carga transportada por conductores de carga pesada*



A continuación, se anexará una fotografía del tipo de transporte referido a las niñeras este tipo de transporte es el más solicitado ya que es económico y seguro. Este medio de transporte, conocido como transporte de tipo Niñera, está especialmente equipado para el traslado de automóviles, camionetas y camiones de dimensiones reducidas. La imagen correspondiente a este tipo de transporte se muestra claramente en la Figura 7.

**Figura 7**

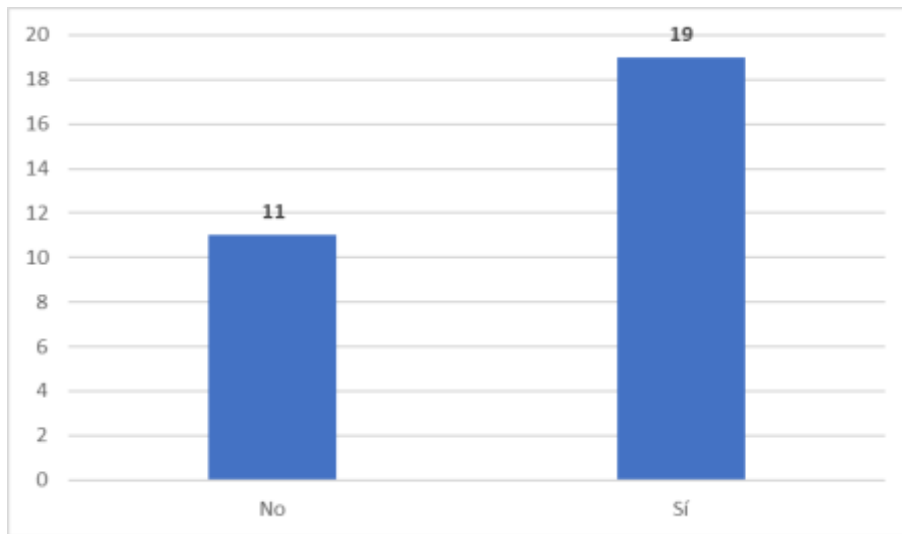
*Transporte de tipo Niñera para traslado de vehículos*



El tema de las multas de tránsito es una preocupación importante para los conductores de carga pesada. En el municipio de San Juan de Pasto, se exploró la experiencia de estos conductores con respecto a las multas de tránsito y la señalización vial. Los resultados revelaron que el 61,3% de los conductores encuestados ha tenido que pagar multas por transitar por vías con uso prohibido para tractocamiones, mientras que un 38,7% no ha tenido que hacerlo. Estas alarmantes multas de tránsito se visualizan claramente en la siguiente Figura 8.

**Figura 8**

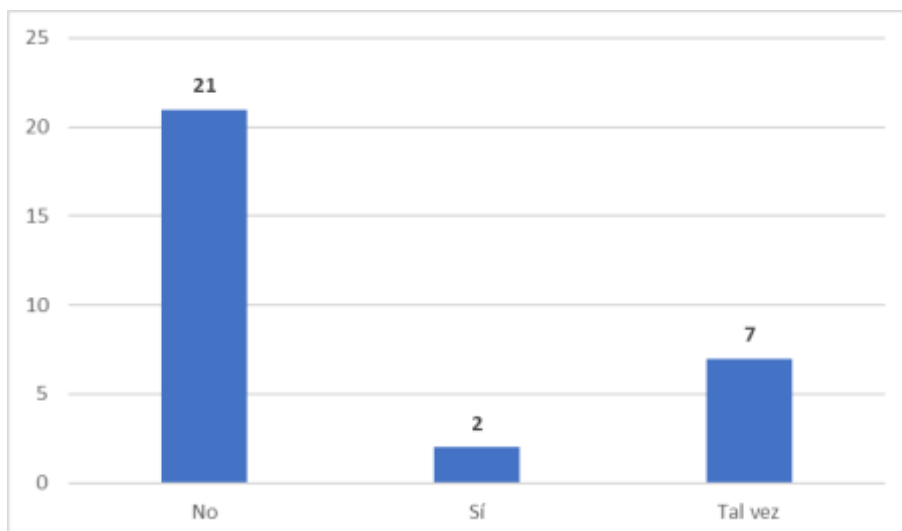
*Incidencia de multas de tránsito en conductores de carga pesada*



La falta de señalización vial adecuada también fue un tema relevante en las entrevistas. El 67,7% de los conductores expresó que las ciudades no cuentan con la señalización vial necesaria para que ellos puedan orientarse con un tractocamión. Esta situación puede generar confusiones, retrasos y costos adicionales para los conductores. La falta de señalización se visualiza claramente en la siguiente Figura 9.

**Figura 9**

*Percepción de la falta de señalización vial adecuada para conductores de carga pesada*

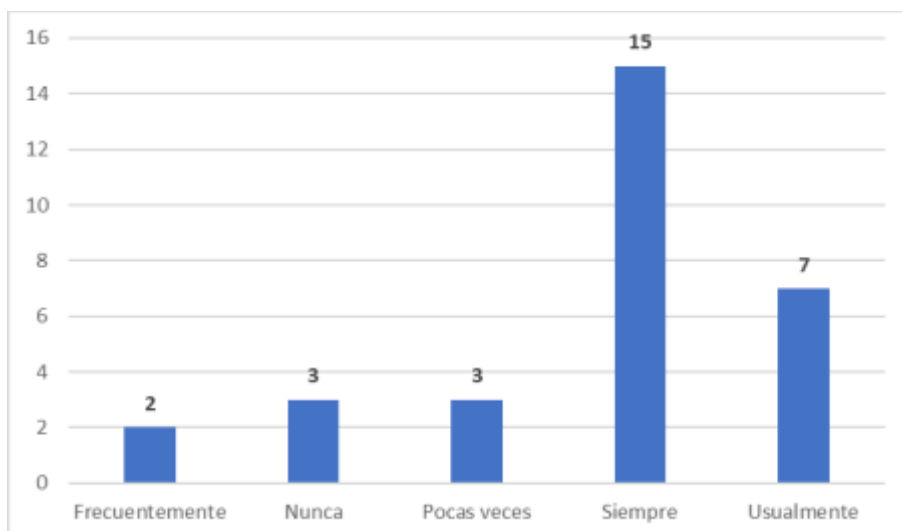


Además, es interesante notar que ninguno de los entrevistados mencionó a la ciudad de Pasto como una ciudad con buena señalización vial. En cambio, algunos conductores destacaron que ciudades como Bogotá y Medellín cuentan con mejor señalización. Esto indica una percepción generalizada de que las ciudades más grandes tienen una mejor infraestructura vial y señalización, lo que resalta la necesidad de mejorar este aspecto en el municipio de San Juan de Pasto.

En la ciudad de Pasto, el 48,4% de los conductores entrevistados siempre recurre a guías o coterros para orientarse en sus rutas. Además, otro 22,6% afirmó que lo hace usualmente, lo que indica que la mayoría de los conductores entrevistados depende regularmente de guías locales para asegurarse de seguir las rutas adecuadas y evitar extravíos. El uso de guías para ubicarse dentro de una ciudad se visualiza claramente en la siguiente Figura 10.

**Figura 10**

*Dependencia de guías o coterros para orientación en rutas en la ciudad de San Juan de Pasto*

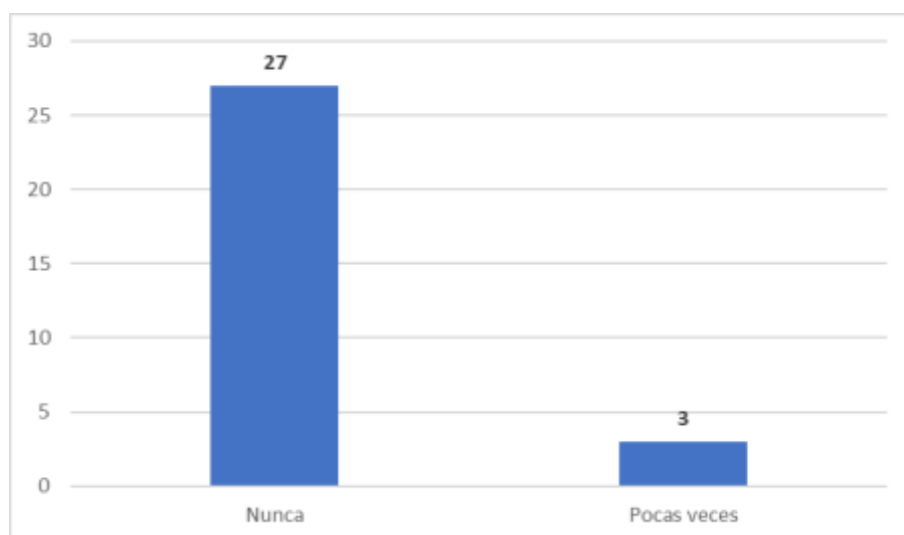


Fuera de la ciudad de Pasto, el panorama es diferente. El 90,3% de los conductores afirmó que nunca recurre a guías o coterros para orientarse en sus rutas fuera del municipio. Esto indica que los conductores se sienten más seguros y confiados para conducir en áreas fuera de Pasto, o que utilizan otros medios de orientación, como aplicaciones móviles y mapas digitales. El uso de guías para ubicarse fuera de una ciudad se visualiza claramente en la siguiente Figura 11.



### Figura 11

*Uso de guías o coterros para orientación en rutas fuera del municipio de San Juan de Pasto*

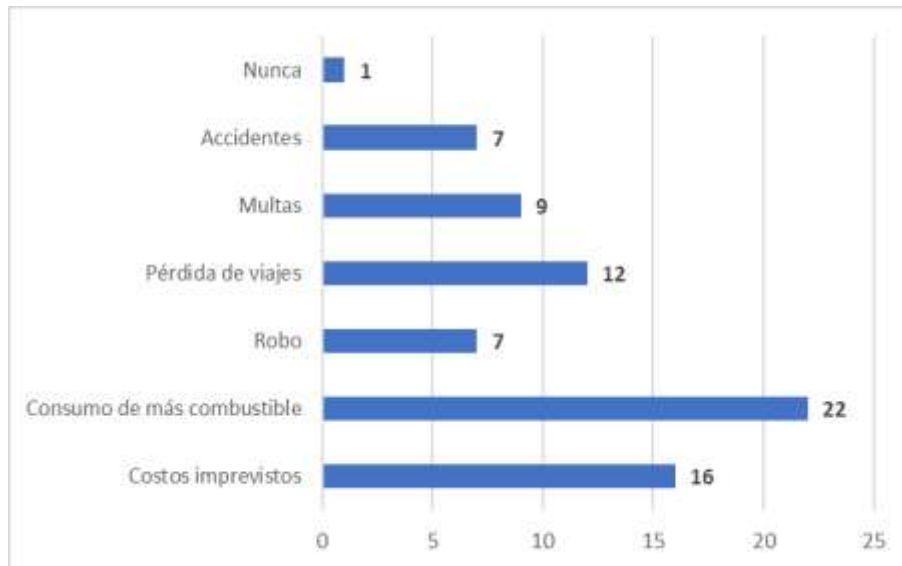


El uso generalizado de guías y coterros dentro de la ciudad de Pasto sugiere que la señalización vial puede ser insuficiente o poco clara, lo que lleva a los conductores a buscar asistencia local para evitar extravíos y confusiones. La aplicación móvil propuesta podría abordar esta problemática al proporcionar rutas especializadas y detalladas dentro de la ciudad, reduciendo así la dependencia de guías y coterros locales.

Además de las dificultades en la orientación, durante las entrevistas también se exploraron las complicaciones laborales que enfrentan los conductores de carga pesada. El 74,2% de los conductores mencionó los costos imprevistos como una complicación frecuente. Estos costos pueden incluir gastos adicionales en combustible debido a rutas ineficientes, reparaciones inesperadas en los vehículos y multas de tránsito. El 93,5% de los conductores afirmó que el gasto adicional de combustible es una de las principales complicaciones laborales. Las complicaciones laborales debido a la escasa orientación para tractocamiones dentro de las ciudades se visualizan claramente en la siguiente Figura 12.

## Figura 12

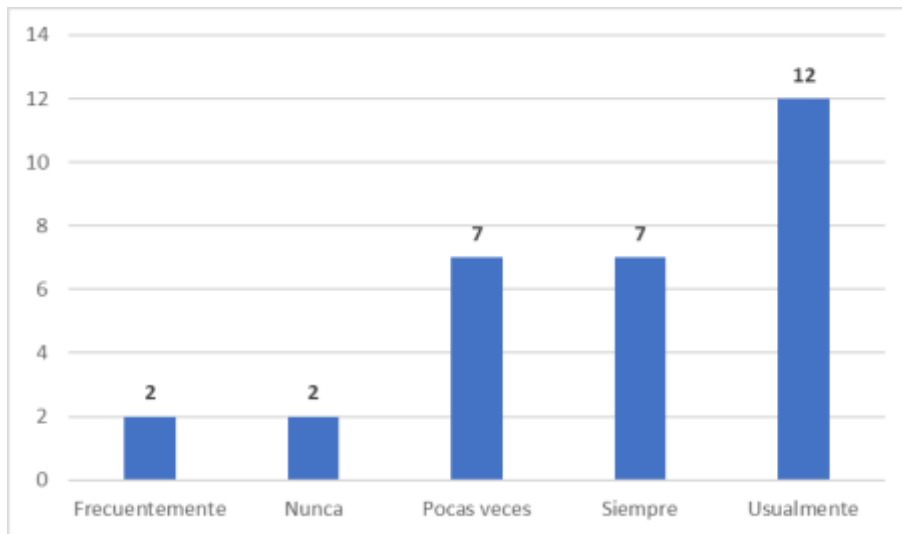
*Complicaciones laborales de los conductores de carga pesada relacionadas con los costos imprevistos*



Durante las entrevistas, se indaga sobre la frecuencia con la que los conductores se extravían en ciudades que ya conocen los resultados mostraron que el 38,7% de los conductores respondió que se extraviaba usualmente en una ciudad que previamente ha visitado. Otro 22,6% afirmó que se extraviaba siempre, mientras que un 22,6% lo hace pocas veces. Estos resultados indican que una proporción significativa de conductores enfrenta dificultades para orientarse, incluso en ciudades que ya conocen. Frecuencia de conductores extraviados en una ciudad que antes ya había visitado se visualizan claramente en la siguiente Figura 13.

### Figura 13

*Frecuencia de conductores extraviados en ciudades previamente visitadas*

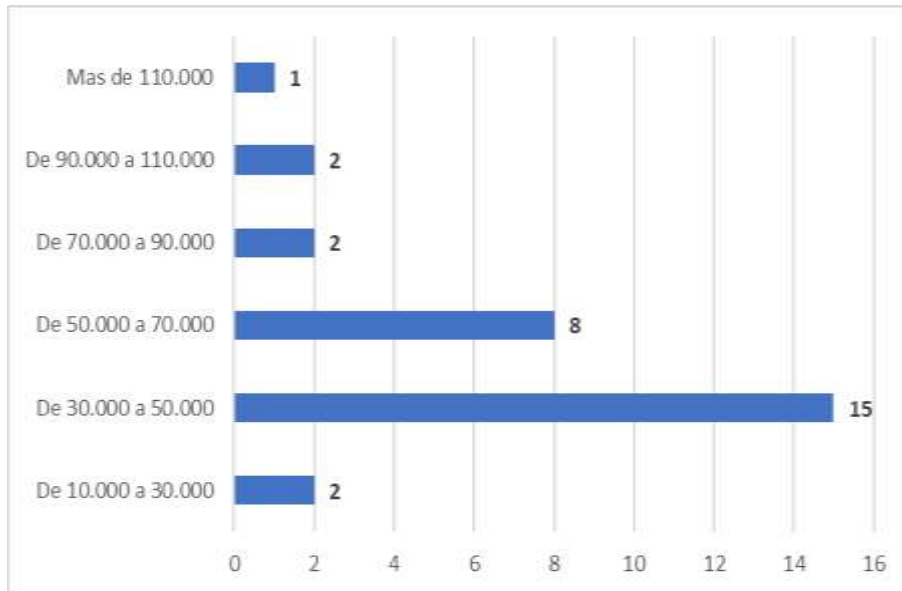


En cuanto a la inversión en tecnología de orientación, los resultados revelaron que el 48,4% de los conductores gasta entre 30,000 a 50,000 pesos mensuales en tecnología de navegación y localización. Esta inversión puede incluir la adquisición de dispositivos de navegación GPS y la suscripción a aplicaciones o servicios en línea que brindan información actualizada sobre rutas y tráfico.

Otro 25,8% de los conductores gasta entre 50,000 a 70,000 pesos mensuales en tecnología de orientación. Estos resultados indican que un porcentaje significativo de conductores está dispuesto a invertir una cantidad considerable de recursos para mejorar su experiencia en la conducción y la eficiencia en las rutas. Inversión en tecnología se visualizan claramente en la siguiente Figura 14.

### Figura 14

*Inversión de los conductores en tecnología de navegación y localización*

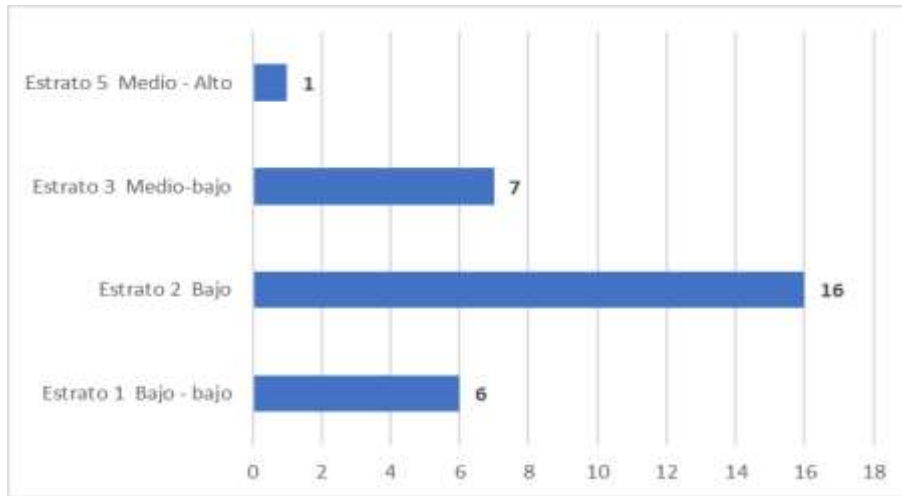


El análisis del estrato residencial y el rango de edad de los conductores de carga pesada proporciona una visión adicional sobre la diversidad y características del gremio de transportadores en el municipio de San Juan de Pasto.

En cuanto al estrato residencial, el 51,6% de los conductores pertenece al estrato 2 bajo. Este estrato está asociado comúnmente con condiciones socioeconómicas moderadas. Además, el estrato 3 medio-bajo y 1 bajo-bajo tiene un porcentaje similar al 22,6%. Estos porcentajes indican una distribución diversa de conductores en diferentes estratos residenciales. El estrato se visualiza claramente en la siguiente Figura 15.

**Figura 15**

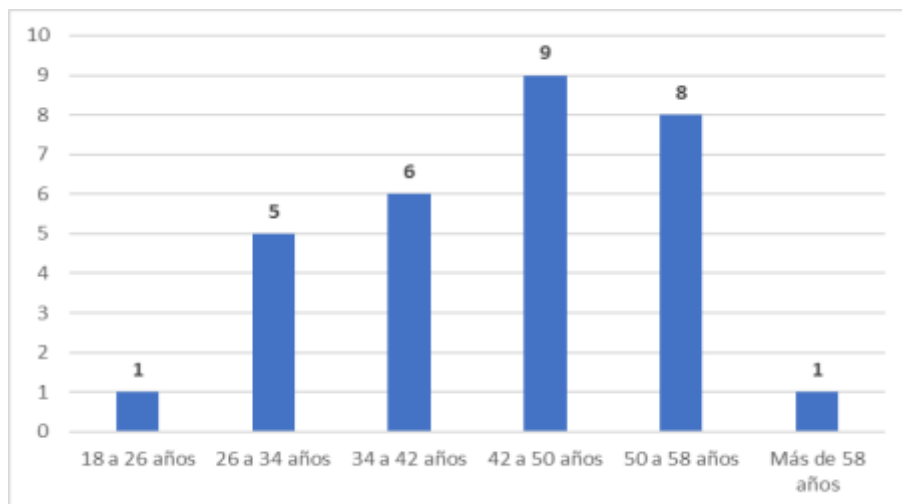
*Distribución de los conductores de carga pesada según estrato residencial en San Juan de Pasto*



En cuanto al rango de edad de los conductores, los resultados muestran una distribución equilibrada en las diferentes franjas de edad. El 19,4% de los conductores tiene entre 34 a 42 años, mientras que otro 19,4% tiene entre 26 a 34 años. Esto indica que una parte significativa del gremio de conductores de carga pesada se encuentra en la etapa intermedia de su vida laboral. La edad se visualiza claramente en la siguiente Figura 16.

**Figura 16**

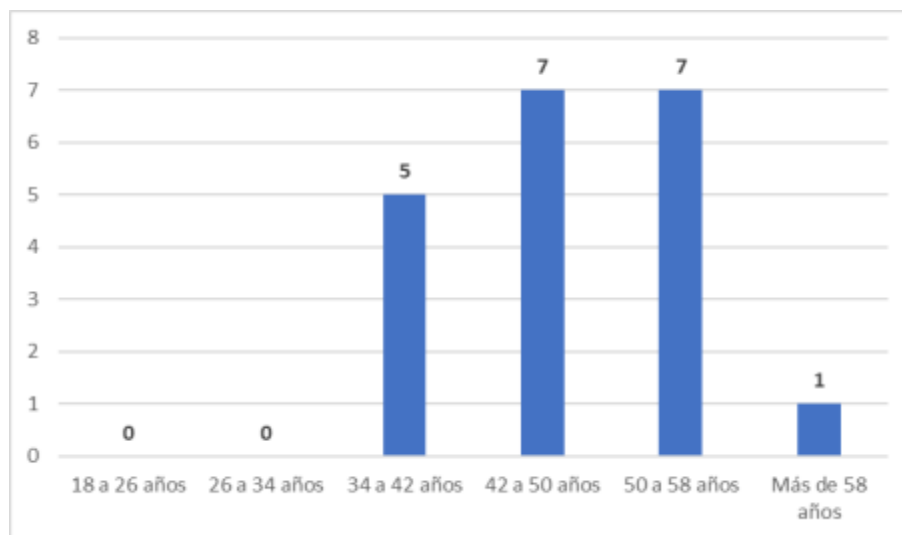
*Distribución de los conductores de carga pesada según rango de edad*



En cuanto a la experiencia de los conductores, se observa una distribución notable en diferentes niveles de trayectoria laboral. Un 30% de los conductores posee entre 30 y 35 años de experiencia, mientras que un 25% cuenta con una experiencia laboral de 15 a 20 años. Estos resultados reflejan la diversidad y solidez de conocimientos y habilidades dentro del grupo de conductores de carga pesada. La experiencia de los conductores se visualiza claramente en la siguiente Figura 17.

**Figura 17**

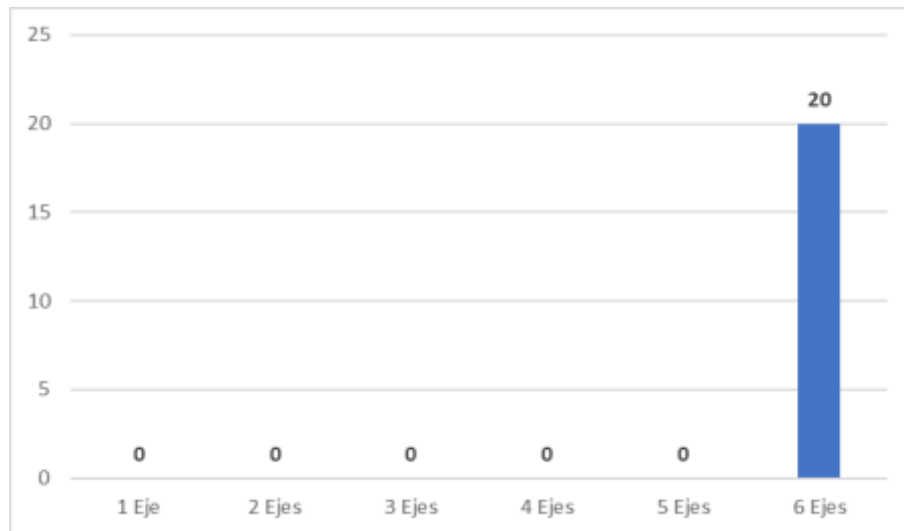
*Distribución de la experiencia laboral de los conductores de carga pesada*



Para comprender mejor la composición de los vehículos de carga pesada que operan en San Juan de Pasto, se recopiló información sobre el número de ejes de estos vehículos. Los resultados muestran que el 100% de los vehículos de carga pesada tienen 6 ejes, lo que indica una uniformidad en este aspecto. La composición de los vehículos de carga pesada de los conductores se visualiza claramente en la siguiente Figura 18.

### Figura 18

Composición de los vehículos de carga pesada según el número de ejes en San Juan de Pasto

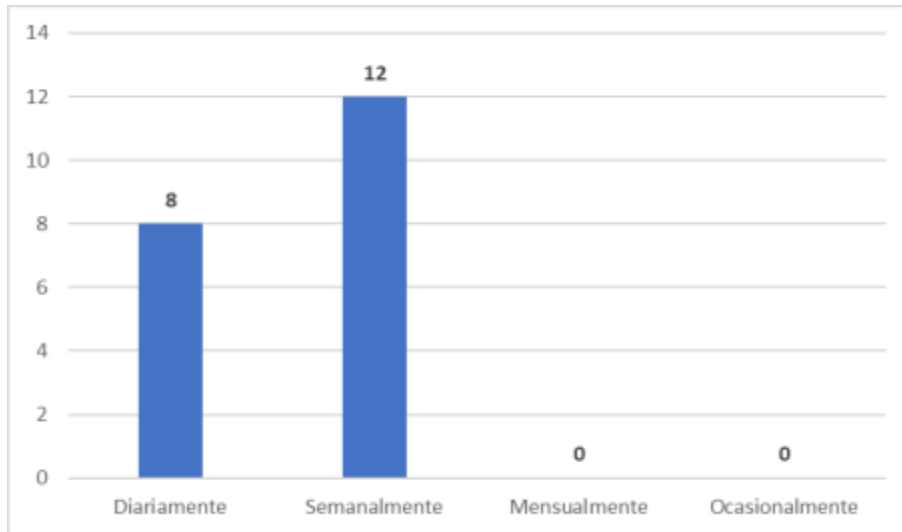


Durante las entrevistas con los conductores de carga pesada de San Juan de Pasto, se emplearon preguntas abiertas acompañadas de una pregunta de selección múltiple. Este enfoque mixto permitió obtener una perspectiva amplia y detallada sobre diversos aspectos de su trabajo, al tiempo que proporcionaba la oportunidad de recopilar datos cuantitativos adicionales a través de respuestas estructuradas. Esta combinación de metodologías facilitó una comprensión más completa de las experiencias y percepciones de los conductores en relación con su labor diaria.

En lo que representa a la frecuencia con la que circulan por las vías de la ciudad de San Juan de Pasto, el 60% de los conductores de carga pesada lo hace semanalmente. Por otro lado, el 40% de los conductores de carga pesada circulan diariamente por la ciudad de San Juan de Pasto. Esto sugiere que sus rutas de trabajo son locales o requieren movilizarse con frecuencia por la ciudad. La frecuencia de circulación de conductores por San Juan de Pasto se visualiza claramente en la siguiente Figura 19.

### Figura 19

*Frecuencia de circulación de los conductores de carga pesada en San Juan de Pasto*



En respuesta a la pregunta abierta sobre las rutas o vías de transporte más utilizadas por los conductores en San Juan de Pasto, se observa una variedad de respuestas que reflejan la complejidad de sus trayectos laborales. Entre las rutas más mencionadas se encuentra la Panamericana y la Variante, permitiendo la opción de dirigirse hacia el norte o el sur, mientras que otros conductores se ven obligados a circular por calles que no son aptas para su tipo de vehículo, como el centro de la ciudad y áreas cercanas a mercados o barrios.

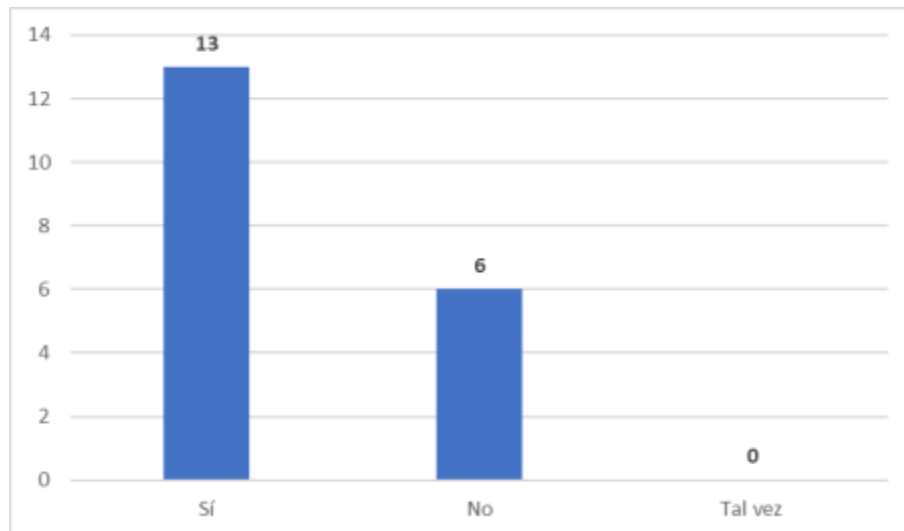
Estas respuestas ilustran la diversidad de factores que influyen en la selección de rutas por parte de los conductores de carga pesada en San Juan de Pasto.

Al analizar la familiaridad con el término "punto crítico" en el contexto de la conducción de vehículos de carga pesada, se observa que el 68.4% de los encuestados está familiarizado con este concepto, mientras que el 31.6% no lo está. Estos resultados ponen de manifiesto que una parte considerable de los conductores tiene conocimiento sobre esta noción crucial en la seguridad vial, lo que sugiere una comprensión adecuada de los riesgos asociados. La familiaridad con el término "punto crítico" se visualiza claramente en la siguiente Figura 20.



## Figura 20

*Familiaridad de los conductores de carga pesada con el término "punto crítico"*

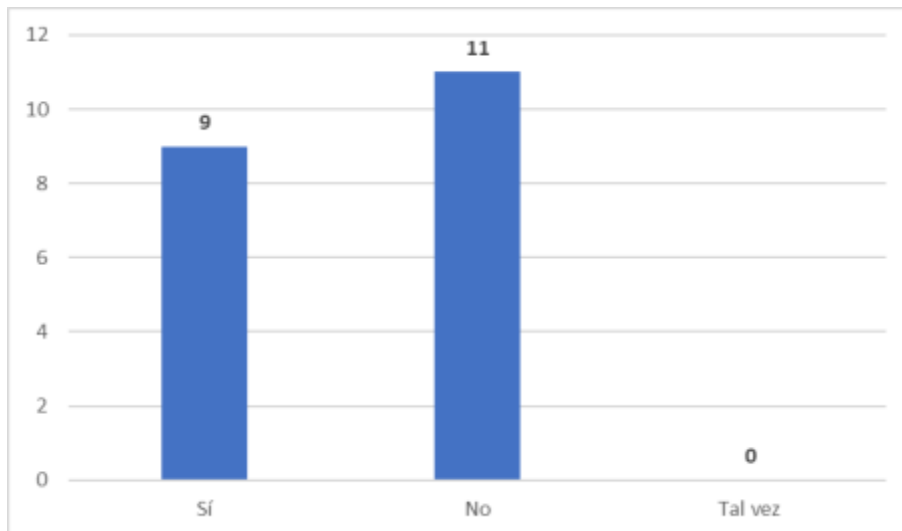


En respuesta a la pregunta abierta sobre los puntos críticos experimentados por los conductores, se obtuvieron diversas perspectivas. Aunque algunos conductores mencionaron no haber experimentado tales puntos, la mayoría destacó varios desafíos recurrentes. Entre ellos, la presencia común de tráfico de motos en la mayoría de las rutas emergió como un factor que puede complicar la circulación, especialmente en vías angostas. Los conductores señalaron lugares específicos, como la ruta del centro comercial único, el romboy del Batallón y del Estadio entre otras, así como la intersección en forma de L en Las Lunas, como puntos críticos donde la congestión vehicular es recurrente y puede generar retrasos significativos en el tráfico.

Al analizar la familiaridad con el término "obstáculo" en el contexto de la conducción de vehículos de carga pesada, se observa que un 45% afirmó estar familiarizado con este concepto, mientras que un 55% indicó no tener conocimiento al respecto. Estos resultados resaltan la importancia de una mejor comprensión de los términos técnicos y la necesidad de una capacitación adecuada para asegurar la seguridad y eficacia en la conducción de vehículos de carga pesada. La familiaridad con el término "obstáculo" se visualiza claramente en la siguiente Figura 21.

### Figura 21

Familiaridad de los conductores de carga pesada con el término "obstáculo"

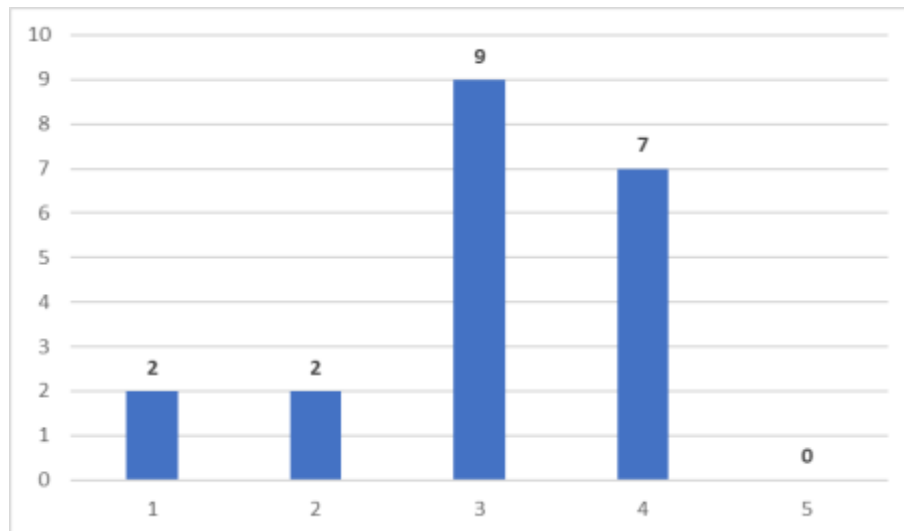


En respuesta a la pregunta abierta sobre los obstáculos experimentados por los conductores, se observa una variedad de desafíos recurrentes. Entre ellos se destacan la presencia de carros mal estacionados en los romboy, así como la falta de respeto de algunos peatones hacia los semáforos, lo que puede entorpecer el tráfico. Además, la convivencia entre ciclistas y motociclistas en las vías puede generar situaciones inesperadas y representar un obstáculo para la circulación vehicular.

Al evaluar el estado general de las carreteras en San Juan de Pasto en términos de calidad y mantenimiento, se observa que la mayoría de los encuestados otorgaron una calificación de 4, lo que representa el 35% de las respuestas. Asimismo, otro 35% de los encuestados calificaron las carreteras con un 3 en la escala del 1 al 5. Estos resultados sugieren que, en general, las carreteras en San Juan de Pasto son consideradas como buenas. La calificación del estado de la carretera se visualiza claramente en la siguiente Figura 22.

## Figura 22

*Calificación del estado general de las carreteras en San Juan de Pasto*



En respuesta a la pregunta abierta, se observó y analizó los factores presentes en las vías de San Juan de Pasto que pueden afectar a los vehículos de carga pesada. Se identifican diversos factores de riesgo recurrentes. Las imprudencias de los motociclistas, como no respetar las normas de tráfico, son mencionadas como un problema importante que aumenta la probabilidad de accidentes. Además, la congestión vehicular se destaca como un factor que afecta negativamente la seguridad vial, aumentando el riesgo de colisiones. Otros problemas significativos incluyen la presencia de huecos en la ciudad, que pueden provocar accidentes al intentar esquivarlos, y la falta de señalización adecuada, lo que puede contribuir a situaciones peligrosas en la vía.

En respuesta a la pregunta abierta sobre las regulaciones o restricciones de tráfico específicas para los vehículos de carga pesada en San Juan de Pasto, se identificaron diversas normativas que regulan su circulación. Entre ellas se encuentran la limitación de peso, altura y ancho de los vehículos, así como la imposición de límites de velocidad y horarios restringidos para ciertas actividades, como la descarga de mercancías. Además, se destacó la obligatoriedad de llevar equipos de seguridad, como bicicleteros, para prevenir accidentes con motos o ciclistas. Asimismo, se mencionó la necesidad de contar con cintas reflectantes y señalizaciones específicas en los vehículos de carga, según el tipo de carga transportada.

El análisis detallado de estos aspectos resalta la importancia de desarrollar una aplicación móvil que sea accesible y adecuada para todas las personas que conforman este gremio. La aplicación deberá tener en cuenta las diferentes condiciones socioeconómicas y edades de los conductores, así como sus necesidades específicas de orientación y navegación en las rutas de transporte.

En el transcurso de esta investigación, se identificaron 15 puntos críticos y 8 obstáculos que afectan significativamente la ruta de transporte de carga en San Juan de Pasto. A través de un análisis detallado con imágenes satelitales obtenidas mediante Google Earth, se logró documentar visualmente y caracterizar cada uno de estos puntos y obstáculos. A continuación, se presenta el primer punto crítico identificado, el cual se visualiza en la Figura 23. Para consultar información detallada sobre los demás puntos críticos y obstáculos, diríjase al Anexo B.

### **Figura 23**

#### *Punto crítico 1*



Fuente: Google Earth (2024)

**Ruta y movimientos del conductor:** Este punto crítico comienza cuando el conductor de carga pesada se aproxima desde el norte y pasa por la Fuente de la Transparencia. A continuación, debe seguir por la Avenida Panamericana #19. Antes de alcanzar la Torre Praga - Centro Médico, es necesario que el conductor se desvíe hacia la vía paralela, que lo llevará a su destino final. Esta maniobra, aunque necesaria, implica un cambio de dirección en un área de alto tráfico, lo que

requiere atención y precaución. La imagen destaca en color naranja esta ruta crítica para facilitar su ubicación y visualizar los puntos de mayor riesgo.

**Problemas y efectos sobre los conductores:** La problemática en esta ruta se centra en el cruce hacia la vía paralela. Aquí, los conductores de carga pesada enfrentan serios desafíos, ya que la carretera es considerablemente más angosta. La combinación de alta densidad de tráfico, espacio limitado y vehículos estacionados a ambos lados complica el tránsito, creando un entorno propenso a cuellos de botella y demoras significativas. Estas condiciones no solo incrementan el tiempo de viaje, sino que también generan un ambiente de estrés y frustración para los conductores, quienes deben maniobrar cuidadosamente para evitar accidentes.

**Destinos y puntos de conexión de la ruta:** A pesar de los retos que presenta esta ruta, es fundamental para los conductores de carga pesada, ya que les permite acceder a importantes destinos comerciales en la región. Entre ellos se destacan la empresa AlmaCafe, un referente en la producción de café, y Postobón, una de las principales compañías de bebidas del país. Además, la ruta conecta con la estación de servicio Eds Briceño | Terpel, un punto estratégico para el abastecimiento de combustible y servicios esenciales para los transportistas.

## **2.2. Resultados, análisis y discusión objetivo específico 2**

El desarrollo del prototipo no solo se trata de programación y diseño, sino de comprender profundamente las necesidades de los conductores y ofrecer soluciones prácticas, intuitivas y valiosas. Este informe busca destacar la importancia de las historias de usuario en la creación de una aplicación que no solo cumpla con expectativas técnicas, sino que también mejore la vida y el desempeño de aquellos que dependen de ella en su quehacer diario como conductores de carga pesada.

El desarrollo de una aplicación exitosa para conductores requiere una comprensión profunda de las necesidades y expectativas de los usuarios. Este informe se sumerge en el análisis detallado de diversas historias de usuario propuestas, destinadas a enriquecer la experiencia del conductor a través de una aplicación centrada en sus requerimientos. Cada historia de usuario aquí examinada

representa una experiencia clave que se busca proporcionar a los conductores. Desde el inicio de sesión hasta la planificación de rutas alternativas, estas funciones han sido meticulosamente concebidas para atender las demandas específicas y complejas de los conductores en su día a día.

La metodología de desarrollo elegida para la creación de este prototipo fue Extreme Programming (XP), una de las metodologías ágiles más reconocidas por su enfoque en la entrega continua de software de alta calidad y por priorizar la colaboración y la flexibilidad. La elección de XP se basó en la necesidad de un desarrollo adaptable que pudiera responder de manera rápida a los comentarios y sugerencias de los usuarios, en este caso, los conductores de carga pesada, quienes interactúan con la aplicación en condiciones desafiantes.

### ***2.2.1. Implementación de la Metodología XP***

El proceso de desarrollo se llevó a cabo en iteraciones cortas, cada una con una duración de dos a tres semanas. En cada iteración, se desarrollaron y probaron funcionalidades específicas, siguiendo un ciclo de planificación, codificación, pruebas y retroalimentación. Esta estructura permitió al equipo de desarrollo mantener un ritmo constante y entregar versiones incrementales de la aplicación que fueron evaluadas por los usuarios.

Una práctica esencial en XP es el feedback constante, que en este proyecto se tradujo en la realización de pruebas con usuarios clave al final de cada iteración. Los conductores proporcionaron comentarios sobre la usabilidad, la funcionalidad y la efectividad de las características desarrolladas, lo que permitió al equipo realizar ajustes oportunos y garantizar que la aplicación respondiera a sus necesidades.

Otra práctica importante implementada fue la programación en pares, especialmente en las fases críticas del desarrollo, como la optimización de algoritmos de rutas y la integración de sistemas de geolocalización. Esta técnica permitió mejorar la calidad del código, compartir conocimientos entre los miembros del equipo y reducir la posibilidad de errores.

La simplicidad en el diseño fue un principio clave durante todo el desarrollo. La aplicación se diseñó de forma que fuera intuitiva y fácil de usar, considerando que los conductores pueden interactuar con ella mientras realizan sus labores diarias. Esta simplicidad permite que las funcionalidades, como el inicio de sesión, la visualización de rutas y la gestión de obstáculos, fueran accesibles y eficaces, mejorando la experiencia general del usuario.

El inicio de sesión, identificado como HU-001, se convierte en un punto clave en la experiencia del usuario al interactuar con la aplicación. Esta fase sirve como la primera interacción entre el conductor y la plataforma, donde se establece la accesibilidad requerida para asegurar una interacción fluida. Para mostrar los detalles relacionados con este proceso, se presenta la Tabla 7.

**Tabla 7**

*Historia de usuario 001*

<b>Historia de Usuario</b>				
<b>Código:</b>	HU-001			
<b>Nombre:</b>	Iniciar sesión			
<b>Actor:</b>	Conductor			
<b>Descripción:</b>				
<b>Criterios de aceptación:</b>	<b>de</b>	<b>CID</b>	<b>Condición</b>	<b>Resultado</b>
		1	Cuando se inicie sesión con el usuario y contraseña.	Entonces se debe presentar un mensaje informando que se inició sesión con éxito.
		2	Cuando se inserta una letra en el usuario.	Entonces se debe presentar un mensaje informando que el nombre solo acepta números.
		3	Cuando no se inserte alguno de los siguientes datos: usuario y contraseña.	Entonces se debe presentar un mensaje informando que los datos son requeridos.

---

4	Cuando se seleccione el botón registrar.	Entonces el sistema te dirigirá automáticamente a la interfaz de registro.
5	Cuando se registre el nombre, apellido, identificación, teléfono, correo electrónico, ejes del vehículo, tipo de carga.	Entonces se deben registrar los datos y presentar un mensaje informando que el registro fue exitoso.
6	Cuando no se registre alguno de los siguientes datos: nombre, apellido, identificación, teléfono, correo electrónico, ejes del vehículo, tipo de carga.	Entonces se debe presentar un mensaje informando que los datos son requeridos.
7	Cuando se registre un número en el nombre y apellido.	Entonces se debe presentar un mensaje informando que el nombre y apellido solo acepta letras.
8	Cuando se registre una letra en identificación y teléfono.	Entonces se debe presentar un mensaje informando que la identificación y teléfono solo acepta números.
9	Cuando no se registre el @ en el correo electrónico.	Entonces se debe presentar un mensaje informando que el correo electrónico está incompleto.
10	Cuando no se registre la placa vehicular.	Entonces se debe presentar un mensaje informando que la placa vehicular es requerida.
11	Cuando no se seleccione ejes del vehículo y tipo de carga.	Entonces se debe presentar un mensaje informando ejes del vehículo y tipo de carga es requerido la selección.

---



---

12	Cuando se seleccione el botón ¿Olvidaste tu contraseña?	Entonces el sistema te dirigirá automáticamente a la interfaz de ¿Olvidaste tu contraseña?
13	Cuando se registre el correo electrónico.	Entonces se debe presentar un mensaje informando que se ha enviado un mensaje al correo electrónico proporcionado.
14	Cuando no se registre el correo electrónico.	Entonces se debe presentar un mensaje informando que el dato es requerido para recuperar la cuenta.

---

Se han definido un total de ocho historias de usuario que serán implementadas, cada una orientada a mejorar aspectos específicos de la interacción del conductor con el prototipo móvil. No obstante, durante el proceso de análisis, algunas historias de usuario fueron descartadas tras una evaluación rigurosa realizada por el grupo de investigación, priorizando aquellas funcionalidades que mejor satisfacen las necesidades identificadas. Las demás historias de usuario, que cubren funciones adicionales y esenciales del prototipo móvil, así como las historias descartadas junto con las razones que justifican su inclusión o exclusión, se encuentran detalladas en el Anexo C.

### ***2.2.2. Evidencias visuales del prototipo mediante Mockups***

En el desarrollo del prototipo de la aplicación móvil para conductores de tractocamiones, se ha priorizado el diseño de una interfaz intuitiva y funcional que responda a las necesidades identificadas en las historias de usuario. A continuación, se presentan los mockups de las secciones clave de la aplicación, acompañados de descripciones que explican su propósito, diseño y alineación con los objetivos del proyecto.

**2.2.2.1. Mockups 1. Inicio de Sesión.** La pantalla de inicio de sesión permite a los conductores acceder a la aplicación de manera segura. Esto garantiza que solo los usuarios autorizados, como los conductores de tractocamiones registrados, puedan acceder a la información crítica sobre rutas y condiciones viales. La implementación de un inicio de sesión seguro mejora la privacidad y control de acceso, alineándose con los principios de seguridad de la información.

Este diseño se alinea con HU-001, asegurando que solo los usuarios autorizados puedan acceder a la aplicación, cumpliendo con los requisitos de seguridad de la información. A continuación, se presenta el gráfico correspondiente a este resultado, mostrado en la Figura 24.

**Figura 24**

*Mockups 1*



**2.2.2.2. Mockups 2. Guardar rutas.** La opción de guardar rutas optimizadas permite a los conductores planificar viajes recurrentes y acceder fácilmente a rutas previamente utilizadas. Esto mejora la eficiencia operativa y facilita la toma de decisiones rápidas en el día a día. La funcionalidad ayuda a minimizar errores de ruta y reduce la posibilidad de sanciones por no seguir las restricciones viales, contribuyendo a la optimización de la movilidad de tractocamiones en San Juan de Pasto.

La funcionalidad de guardar rutas está diseñada de acuerdo con HU-002, permitiendo a los conductores gestionar y acceder a rutas optimizadas para mejorar la eficiencia operativa. A continuación, se presenta el gráfico correspondiente a este resultado, mostrado en la Figura 25.

### Figura 25

#### Mockups 2



**2.2.2.3. Mockups 3. Soporte técnico.** La opción de acceso a soporte técnico permite a los conductores obtener asistencia en caso de problemas técnicos o consultas relacionadas con el prototipo del aplicativo. Esta característica es crucial para resolver inconvenientes de manera oportuna y garantizar que la aplicación funcione de manera efectiva. La integración de un sistema de soporte técnico contribuye a una experiencia de usuario más fluida y sin interrupciones.

El diseño para soporte técnico está alineado con HU-004, proporcionando a los conductores asistencia cuando enfrentan problemas técnicos o consultas sobre la aplicación. A continuación, se presenta el gráfico correspondiente a este resultado, mostrado en la Figura 26.

## Figura 26

### Mockups 3



**2.2.2.4. Mockups 4. Gestión de viáticos.** La gestión de viáticos desde la aplicación permite a los conductores llevar una contabilidad precisa de los gastos asociados para cada uno de los viajes. Esta funcionalidad facilita la organización financiera y la administración de los viáticos, permitiendo a los conductores registrar y monitorear sus gastos de manera eficiente. La capacidad de gestionar viáticos directamente desde la aplicación mejora la administración de los recursos financieros.

Este diseño corresponde a HU-005, permitiendo a los conductores gestionar y llevar un registro detallado de los viáticos de cada viaje desde la aplicación. A continuación, se presenta el gráfico correspondiente a este resultado, mostrado en la Figura 27.

**Figura 27**  
*Mockups 4*



**2.2.2.5. Mockups 5. Regulaciones legales.** El diseño que ofrece información sobre puntos de control de peso y dimensiones permite a los conductores verificar que su carga cumpla con las regulaciones legales. Esto ayuda a evitar sanciones y problemas durante los controles en carretera, garantizando el cumplimiento de las normativas de transporte. Este diseño corresponde a HU-007, brindando acceso a información sobre puntos de control de peso y dimensiones para asegurar el cumplimiento de las regulaciones legales. A continuación, se presenta el gráfico correspondiente a este resultado, mostrado en la Figura 28.

**Figura 28**  
*Mockups 5*



**2.2.2.6. Mockups 6. Mapa.** El mapa interactivo es una de las características principales de la aplicación, proporcionando a los conductores información visual y detallada sobre las rutas optimizadas y las condiciones viales. Los conductores pueden visualizar los puntos críticos y las restricciones de tráfico en tiempo real, lo que les permite planificar su ruta de manera más eficiente. Este elemento responde directamente al segundo objetivo específico del proyecto, al mejorar la accesibilidad a la información vial.

El mapa interactivo, que corresponde a HU-003, HU-006 y HU-008, es una característica esencial de la aplicación. Facilita la visualización de rutas optimizadas y condiciones viales en tiempo real, mejorando significativamente la accesibilidad a la información vial. Además, proporciona información detallada sobre puntos críticos y obstáculos, ayudando a los conductores a evitar accidentes en la ruta. También permite localizar puntos de interés, como estaciones de servicio y talleres de reparación, facilitando así la planificación de paradas durante el viaje. A continuación, se presenta el gráfico correspondiente a este resultado, mostrado en la Figura 29.

**Figura 29**

*Mockups 6*



### **2.2.3. Diagrama del mundo de clases**

El diagrama de clases del sistema representa la estructura y las relaciones entre las clases que conforman la aplicación, basada en nueve historias de usuario. En el centro de este diagrama se encuentra la clase Usuario, que actúa como la clase principal del sistema. De esta clase derivan dos subclases importantes: Administrador y Conductor, cada una con roles y responsabilidades específicos.

La clase Administrador es una extensión de Usuario y se encarga de las tareas de gestión dentro del sistema. Los administradores tienen permisos para administrar usuarios, gestionar los conductores y supervisar el funcionamiento general del sistema. En contraste, la clase Conductor también deriva de Usuario y se centra en los conductores que realizan los viajes. Estos conductores gestionan su perfil. Por otro lado, la clase Ruta define las rutas disponibles en el sistema y se asocia con los viajes y conductores, proporcionando los detalles necesarios para realizar los viajes.

La clase Ruta define los detalles de las rutas disponibles y está vinculada a la clase Conductor. Esta relación asegura que cada viaje esté claramente definido en términos de ruta. Por ende, clarificar las interacciones entre Conductor y Ruta es esencial para garantizar que las dependencias sean comprensibles y adecuadas. Esta claridad es crucial para asegurar que los conductores sigan las rutas establecidas correctamente y que cada viaje se gestione de manera eficiente, alineando los detalles de la ruta con los vehículos y conductores asignados. En cuanto a las transacciones financieras, la clase Pagos se encarga de gestionar la información sobre los pagos realizados y recibidos. Esta clase está relacionada con las reservas y los usuarios, facilitando el seguimiento y la administración de los pagos dentro del sistema. El soporte al usuario está representado por la clase Soporte, que se encarga de la administración de incidencias y la provisión de asistencia a los usuarios. El archivo que contiene el diagrama del mundo de clases se encuentra en Anexos D.

### **2.2.4. Diagrama de casos de uso**

El diagrama de casos de uso muestra cómo interactúan los actores principales, Conductor y Administrador, con las funcionalidades clave de la aplicación, proporcionando una visión clara de

cómo se utiliza y gestiona el sistema. En primer lugar, tanto los conductores como los administradores tienen la capacidad de Iniciar Sesión en el sistema. Esta funcionalidad es crucial, ya que permite a cada actor acceder a sus respectivas áreas y funcionalidades según sus permisos específicos. De igual manera, la opción de Registrarse está disponible para nuevos usuarios, permitiendo la incorporación de nuevos conductores y administradores al sistema.

Una vez dentro del sistema, los administradores tienen la capacidad de Guardar Rutas, lo cual es esencial para gestionar y actualizar las rutas disponibles que los conductores seguirán. Además, tanto los conductores como los administradores pueden acceder a Soporte Técnico en caso de que encuentren problemas técnicos, asegurando que cualquier inconveniente sea reportado y solucionado eficientemente.

El administrador tiene la responsabilidad de gestionar información crítica del sistema. Esto incluye la creación y gestión de Puntos de Interés y Puntos Críticos en las rutas, permitiendo destacar ubicaciones importantes o problemáticas. También pueden gestionar Obstáculos en las rutas, actualizando la información relevante sobre cualquier impedimento que pueda afectar los viajes.

La gestión de los viáticos es otra función importante para los administradores. A través de las funcionalidades de Crear Viáticos y Gestionar Viáticos, los administradores pueden asegurarse de que todos los gastos de los conductores estén correctamente registrados y administrados. Además, la creación y gestión de Regulaciones Legales por parte del administrador es vital para garantizar que todas las operaciones del sistema cumplan con las normativas vigentes.

Es esencial clarificar las interacciones entre los conductores y las funcionalidades relacionadas con las rutas. Asegurar que las dependencias y relaciones entre los conductores y las rutas sean comprensibles y adecuadas es crucial para el funcionamiento eficiente del sistema. Esta claridad ayuda a garantizar que los conductores sigan las rutas establecidas correctamente y que cada viaje se gestione de manera eficiente, alineando los detalles de la ruta con los vehículos y conductores asignados. El archivo que contiene el diagrama de casos de uso se encuentra en Anexos E.

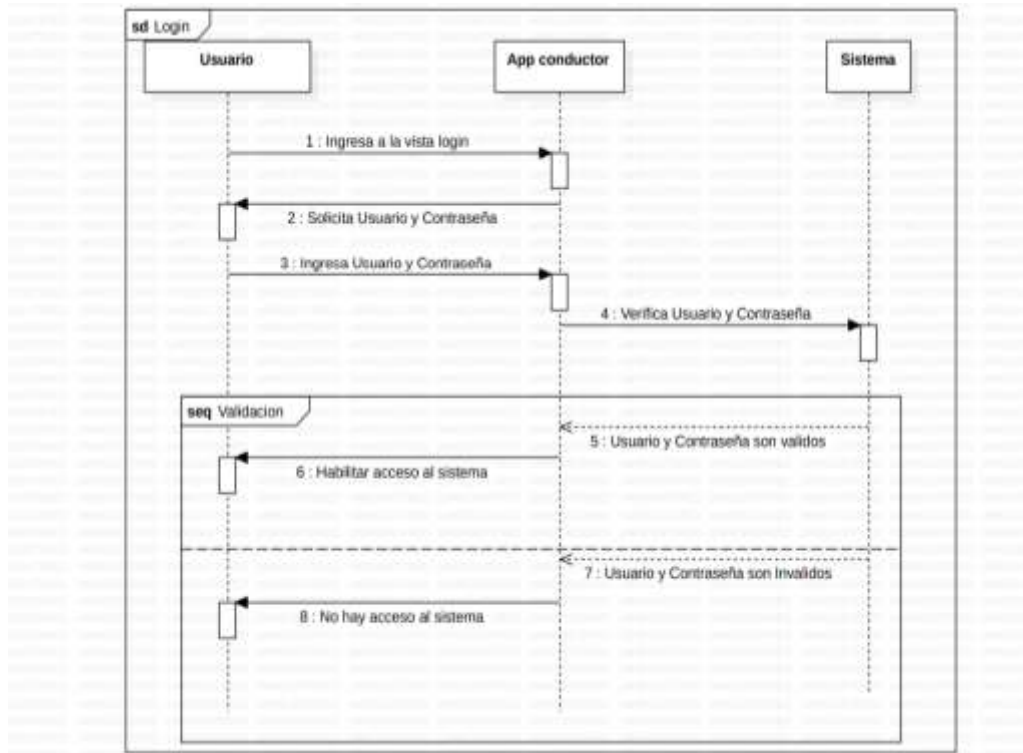


### 2.2.5. Diagrama de secuencia

**2.2.5.1. Registro de usuario.** El proceso de registro de usuario comienza cuando el usuario solicita el formulario de registro al sistema. En respuesta, el sistema presenta el formulario de registro al usuario. El usuario completa y envía el formulario al sistema, que luego verifica si el usuario ya existe en la base de datos. Si el sistema encuentra que el usuario ya existe, deniega el registro e informa al usuario que el registro no puede completarse porque ya existe. En cambio, si el usuario no existe, el sistema habilita el registro y notifica al usuario que el registro se ha completado con éxito. A continuación, se presenta el diagrama que ilustra el proceso de registro de usuario, mostrado en la Figura 30.

**Figura 30**

*Diagrama de secuencia del registro de usuario*



Los diagramas de secuencia que ilustran los procesos de registro de usuario, inicio de sesión, guardar ruta, gestionar viáticos e interacción de ruta se encuentran documentados en el Anexo F.

### **2.3. Resultados, análisis y discusión objetivo específico 3**

En el ámbito de la ingeniería de software, la calidad y usabilidad de un producto son factores determinantes para su éxito y aceptación por parte de los usuarios. Al desarrollar un sistema para optimizar rutas de transporte para conductores de carga pesada en San Juan de Pasto, se vuelve crucial evaluar si este cumple con los requisitos y expectativas específicos del usuario final, en este caso, un grupo especializado de conductores con experiencia significativa. Para realizar una evaluación de calidad detallada y estructurada, este proyecto se basa en la norma internacional ISO/IEC 25010, un estándar de calidad ampliamente reconocido que define criterios específicos para analizar la calidad de productos y sistemas de software en función de su funcionalidad y facilidad de uso.

En este estudio, se llevó a cabo una encuesta aplicada a cinco conductores de carga pesada de la región, todos con más de 20 años de experiencia en la conducción dentro de la ciudad de Pasto. La elección de este grupo de participantes responde a la necesidad de contar con la opinión de usuarios que comprendan profundamente las necesidades de transporte y los desafíos de movilidad específicos de la zona. Su experiencia en el rubro permite obtener una retroalimentación valiosa, no solo sobre la funcionalidad del software, sino también sobre su adecuación en un entorno de trabajo real y desafiante. Este análisis permite identificar mejoras y ajustar el sistema a las verdaderas necesidades del usuario final.

La ISO/IEC 25010:2011, también conocida como SQuaRE (Software Quality Requirements and Evaluation), es una norma internacional de la Organización Internacional de Normalización (ISO) y la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC). Esta norma ofrece un modelo de calidad para sistemas y productos de software, estableciendo diversas características y subcaracterísticas que son esenciales para evaluar un software de manera integral. Entre estas, se encuentran criterios como la Capacidad de Interacción y la Adecuación Funcional, que evalúan qué tan bien un sistema responde a las necesidades del usuario y qué tan fácil es de utilizar. Estos criterios son particularmente importantes en el contexto de este proyecto, cuyo objetivo es desarrollar una solución que fortalezca la movilidad y eficiencia en la operación de conductores de tractocamiones en la ciudad de Pasto.

### **2.3.1. La encuesta evalúa principalmente dos criterios de la ISO/IEC 25010**

Capacidad de Interacción: Se seleccionó este criterio para evaluar qué tan fácil y accesible es la interacción de los conductores con el sistema, especialmente considerando que estos deben comprender y manejar la interfaz rápidamente, incluso en momentos en que operan un vehículo pesado. El prototipo busca ser intuitivo, permitiendo que los conductores realicen las tareas clave con eficiencia. Para esto, se tuvieron en cuenta aspectos como:

**Reconocibilidad de la adecuación:** Si los conductores sienten que el sistema responde bien a sus necesidades específicas de encontrar rutas óptimas.

**Aprendizabilidad:** Qué tan fácil y rápido es para los conductores aprender a utilizar el sistema sin necesidad de una capacitación extensa.

**Operabilidad:** La facilidad con la que el sistema permite su operación continua y fluida durante el uso.

**Protección contra errores de usuario:** Si el sistema es capaz de evitar errores comunes o facilita la corrección rápida cuando estos ocurren.

**Inclusividad y Asistencia al usuario:** Aspectos que aseguran que el sistema sea accesible para todos los usuarios y que cuente con funciones de ayuda que faciliten su uso.

**Adecuación Funcional:** Este criterio fue elegido para verificar que el sistema realmente ofrezca las funciones necesarias y útiles para satisfacer las tareas y objetivos del conductor. En el caso del prototipo de rutas, es clave que las funciones proporcionadas faciliten la movilidad y optimicen las rutas. Las subcaracterísticas consideradas fueron:

**Complejidad funcional:** Que el sistema abarque todas las necesidades de los conductores en términos de opciones de ruta y tiempos de llegada.

**Corrección funcional:** Que el sistema sea preciso en el cálculo de rutas, ofreciendo opciones seguras y confiables.

**Pertinencia funcional:** Que las funciones del sistema estén alineadas con las metas de movilidad y eficiencia, de modo que se convierta en una herramienta útil y práctica para el gremio de conductores de carga pesada.

Para desarrollar esta encuesta, se formularon preguntas específicas basadas en los criterios y subcaracterísticas recomendados por la norma ISO/IEC 25010. Las preguntas estaban orientadas a evaluar la facilidad de uso, comprensión y efectividad del sistema desde la perspectiva de un usuario experimentado en el sector de transporte de carga pesada. La encuesta utilizó una escala de respuesta de 1 a 5 para que los conductores pudieran expresar su grado de acuerdo con cada afirmación, permitiendo una medición cuantitativa de sus opiniones. Además, se incluyó una sección para observaciones y recomendaciones adicionales, donde los conductores compartieron comentarios sobre aspectos que consideraban importantes.

Este enfoque de evaluación proporciona una visión detallada de la efectividad de la estrategia tecnológica implementada en el prototipo, permitiendo ajustar el sistema para satisfacer plenamente las necesidades de los conductores de Pasto. La norma ISO/IEC 25010 garantiza que el análisis sea exhaustivo y estructurado, guiando el desarrollo de un software que no solo cumpla con las funciones básicas, sino que también sea fácil de usar y efectivo en un contexto de trabajo real. La encuesta completa se encuentra documentada en el Anexo E.

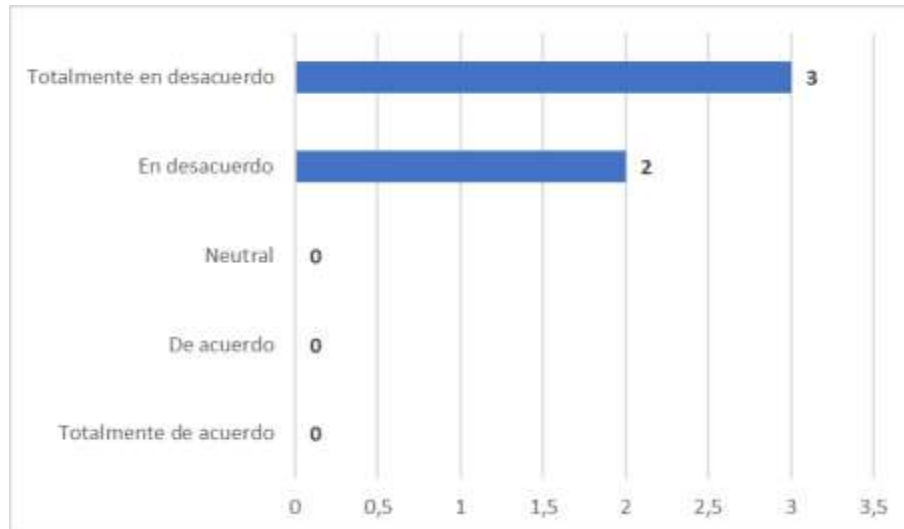
### ***2.3.2. Análisis y resultados de la evaluación del prototipo de Software***

El propósito de esta pregunta fue evaluar si los conductores de carga pesada consideran que el software es adecuado para satisfacer sus necesidades de rutas óptimas en su contexto de trabajo. La adecuación funcional es un aspecto clave, ya que la herramienta debe ser capaz de proporcionar rutas eficientes y seguras para mejorar la movilidad en la ciudad de San Juan de Pasto. En este caso, los resultados muestran una respuesta muy positiva por parte de los conductores encuestados.

De los cinco participantes en la encuesta, un 60% (3 conductores) seleccionaron la opción "5 - Totalmente de acuerdo", mientras que el 40% restante (2 conductores) eligieron "4 - De acuerdo". Esto indica que el 100% de los encuestados tiene una percepción favorable del software en cuanto a su capacidad para satisfacer las necesidades de rutas óptimas. Ninguno de los conductores seleccionó una opción de desacuerdo o de neutralidad, lo cual sugiere que el software está alineado con sus expectativas y cumple una función útil en su actividad diaria. A continuación, se presenta el gráfico que visualiza estos resultados, mostrado en la Figura 31.

**Figura 31**

*Adecuación del software de rutas para conductores de carga pesada*

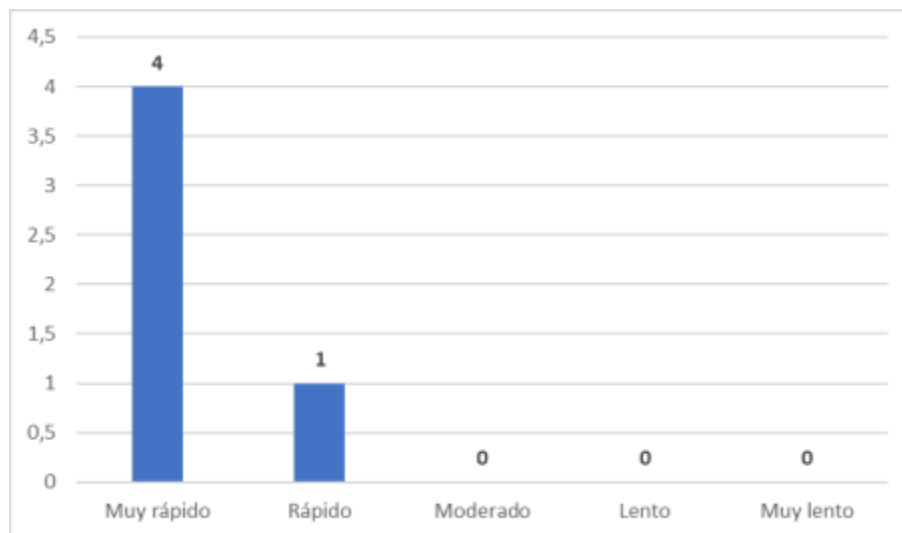


El objetivo de esta pregunta fue medir la percepción de los conductores sobre el tiempo necesario para familiarizarse con el sistema de rutas. La facilidad de aprendizaje es un factor crucial, especialmente para un grupo de usuarios que puede no estar acostumbrado a usar aplicaciones complejas en su labor diaria y que necesita entender rápidamente el sistema sin una curva de aprendizaje pronunciada. La totalidad de los encuestados considera que el tiempo de aprendizaje fue corto, ya que nadie seleccionó opciones por debajo de "4 - Rápido". Esto indica que el sistema es lo suficientemente intuitivo para que los conductores puedan familiarizarse con él en poco tiempo, un aspecto esencial cuando el software está destinado a ser utilizado en un entorno de trabajo dinámico y exigente.

Si bien los resultados son en general positivos, la diferencia entre "Rápido" y "Muy rápido" indica que, aunque el sistema cumple con su objetivo, podrían implementarse mejoras menores para optimizar aún más el tiempo de aprendizaje, como guías visuales o un tutorial breve al inicio. En resumen, la herramienta es vista como intuitiva y accesible, cumpliendo de manera efectiva con las expectativas de los usuarios en cuanto al tiempo de aprendizaje y facilidad de uso. A continuación, se presenta el gráfico que visualiza los resultados de esta evaluación, mostrado en la Figura 32.

### Figura 32

*Percepción de facilidad de aprendizaje del sistema de rutas*



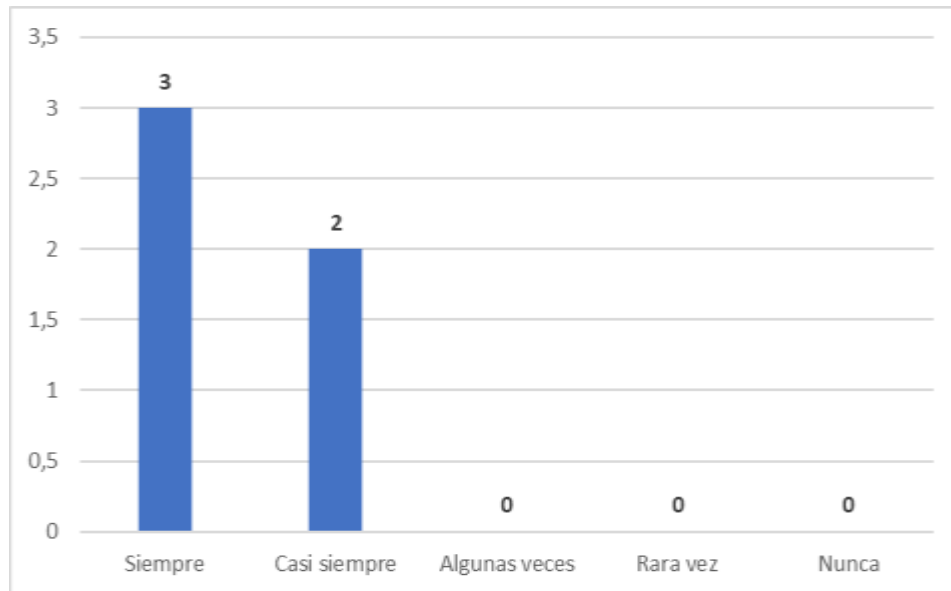
El objetivo de esta pregunta fue determinar si el software cuenta con un sistema de notificación eficaz que permita a los conductores recibir advertencias o sugerencias al momento de producirse un error, Los resultados muestran que el sistema de advertencias del software es confiable y eficaz, logrando satisfacer las necesidades de los conductores en la mayoría de los casos. Esto es fundamental para la seguridad y la eficiencia operativa, ya que las notificaciones rápidas y precisas permiten una respuesta inmediata ante errores.

En general, el software parece cumplir adecuadamente con los requisitos de notificación de errores, aunque la diferencia en las valoraciones sugiere que mejorar la consistencia del sistema

podría optimizar aún más la experiencia de usuario y reducir cualquier margen de duda sobre su confiabilidad en todas las circunstancias. A continuación, se presenta el gráfico que visualiza los resultados de esta evaluación, mostrado en la Figura 33.

### Figura 33

*Eficacia del sistema de notificación del software*

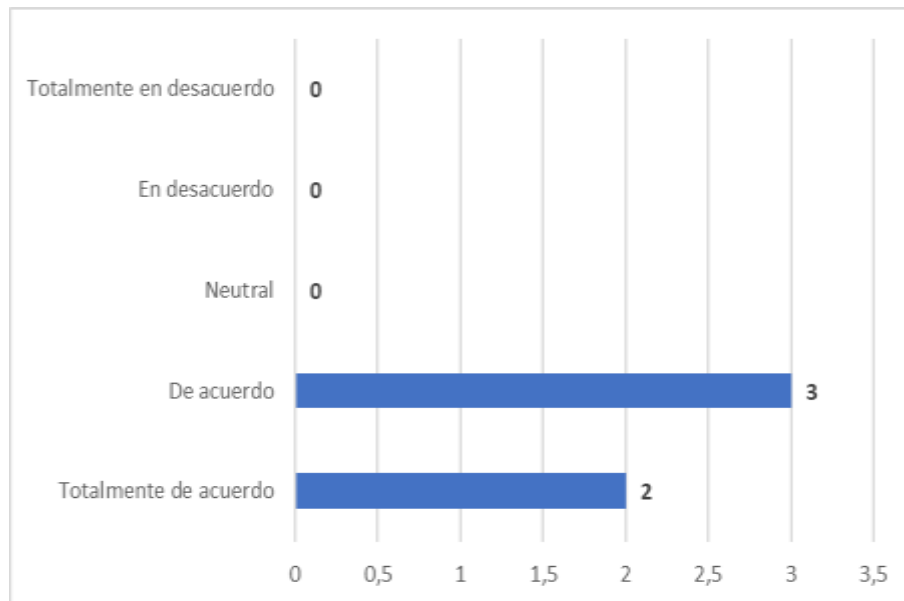


El objetivo de esta pregunta fue determinar si la interfaz del software es lo suficientemente atractiva y motivadora como para alentar su uso constante. La interfaz de usuario es un factor clave en la experiencia del usuario, ya que una interfaz visualmente agradable y funcional puede motivar a los usuarios a interactuar con el software de manera continua.

El 100% de los encuestados expresó una opinión positiva sobre la interfaz, indicando que el diseño cumple con las expectativas en términos de atractivo visual y funcionalidad. Esto es fundamental para fomentar el uso continuo del software. Los resultados reflejan una percepción positiva de la interfaz del software, indicando que los usuarios encuentran que su diseño es atractivo y que fomenta el uso constante. Esto es un aspecto positivo, ya que una interfaz intuitiva y motivadora es fundamental para la retención y satisfacción del usuario. A continuación, se presenta el gráfico correspondiente a estos resultados, mostrado en la Figura 34.

**Figura 34**

*Atractivo y funcionalidad de la interfaz del software*



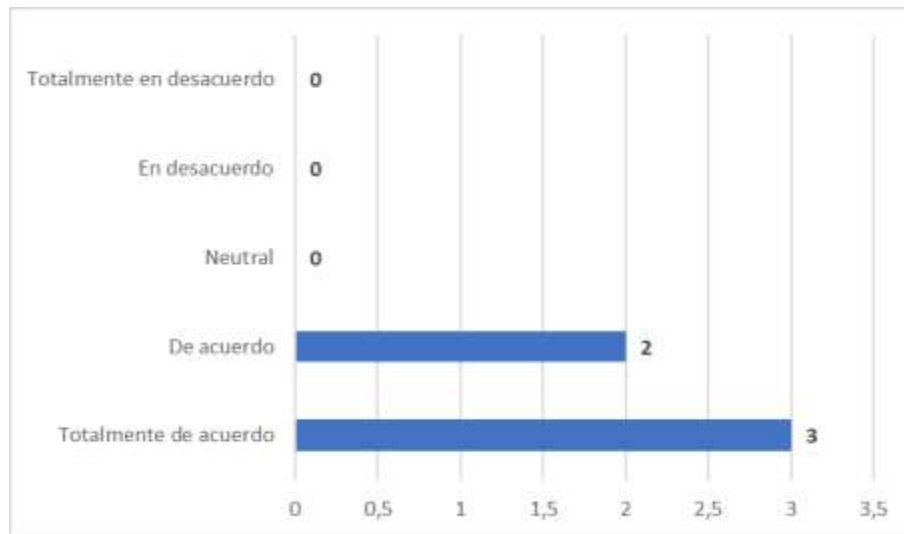
Al revisar las respuestas, se observa que hay una buena aceptación del diseño visual de la aplicación entre los participantes. En este caso, el 60% de los encuestados indicó estar "Totalmente de acuerdo" con que los colores y el diseño son adecuados y agradables, mientras que el 40% señaló estar "De acuerdo". Esto significa que la percepción es mayormente positiva, ya que todos los encuestados expresaron algún grado de conformidad.

Todos los participantes encontraron que el diseño y los colores de la aplicación cumplen con sus expectativas en términos de estética. Esto es un buen indicio de que el diseño es bien recibido y ayuda a crear una experiencia de usuario atractiva. Por ende, los resultados muestran que la aplicación tiene un diseño y una paleta de colores que resultan atractivos para los usuarios. Esta percepción positiva es clave, ya que un diseño agradable no solo mejora la experiencia de usuario, sino que también contribuye a que los usuarios disfruten más el uso de la aplicación y se sientan más motivados a utilizarla regularmente. A continuación, se presenta el gráfico correspondiente a estos resultados, mostrado en la Figura 35.



**Figura 35**

*Aceptación del diseño visual de la aplicación*

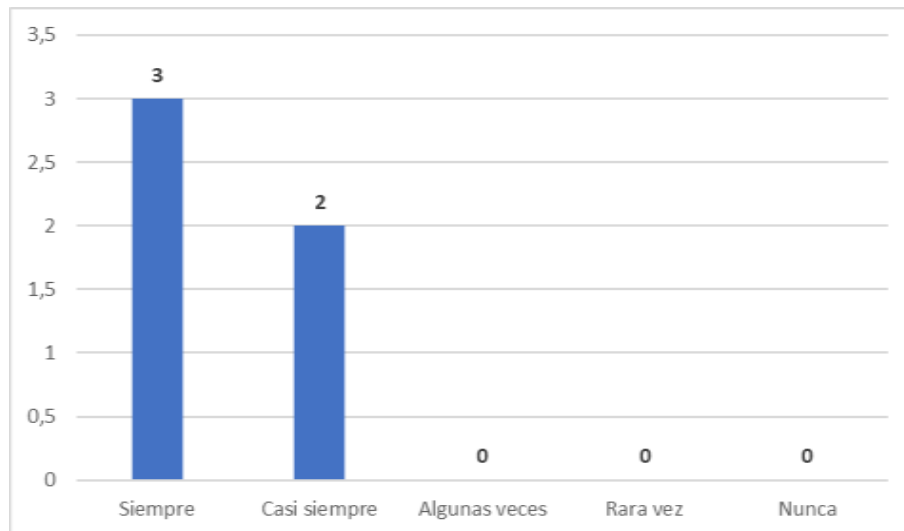


Al analizar los resultados en la figura 35, se observa que hay una buena aceptación sobre la percepción de que los usuarios reciben rutas correctas y óptimas. En este caso, el 60% de los encuestados indicó estar "Totalmente de acuerdo" con que las rutas proporcionadas son adecuadas y cumplen con sus expectativas, mientras que el 40% señaló estar "De acuerdo" al marcar la opción "Casi siempre". Esto significa que la percepción es mayormente positiva, ya que todos los encuestados expresaron algún grado de conformidad con la calidad de las rutas recibidas.

Todos los participantes encontraron que el proceso de planificación y asignación de rutas es eficaz y cumple con sus necesidades, lo cual es un buen indicio de que el sistema o método utilizado para estas asignaciones está bien diseñado y gestionado. Esto refleja un nivel de confianza y satisfacción que es esencial para la continuidad y mejora del servicio. La percepción positiva de las rutas correctas y óptimas no solo mejora la experiencia del usuario, sino que también contribuye a aumentar la eficiencia operativa y la lealtad del cliente, motivando a los usuarios a seguir utilizando la herramienta de manera habitual. A continuación, se presenta el gráfico correspondiente a estos resultados, mostrado en la Figura 36.

**Figura 36**

*Percepción de la calidad de las rutas asignadas por el software*



Al analizar los resultados de la encuesta, se puede apreciar una notable aceptación en cuanto a las funciones y características del software. De los participantes, un 60% expresó estar "De acuerdo" con que el software incluye todo lo que necesitan, mientras que el 40% restante indicó estar "Totalmente de acuerdo". Este panorama muestra que la totalidad de los encuestados percibe positivamente la funcionalidad del software, sin respuestas que denoten desacuerdo o neutralidad.

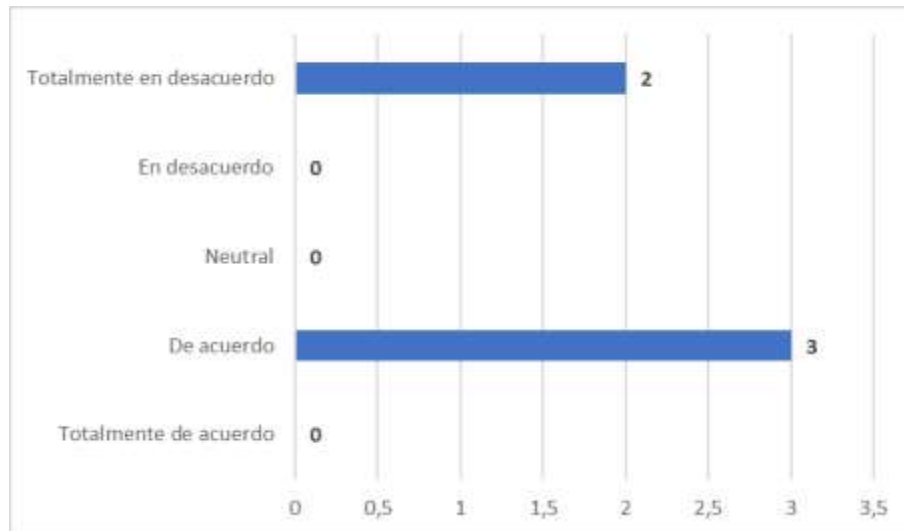
Este nivel de satisfacción refleja que el software logra cumplir con las expectativas y requerimientos de los usuarios, lo cual es un claro indicativo de que el diseño y desarrollo del producto están alineados con sus necesidades. El hecho de que todos los participantes hayan manifestado un alto grado de conformidad sugiere que el software es considerado útil y adecuado para las tareas que realiza, consolidando así una experiencia de usuario positiva y eficaz.

Contar con una percepción tan favorable es esencial, ya que garantiza no solo que los usuarios encuentren en el software un recurso confiable, sino que también se sientan motivados a seguir utilizándolo. Un diseño que integra las funciones necesarias y que es bien recibido por los usuarios contribuye a un entorno de trabajo más productivo y, en última instancia, a la fidelización de los

usuarios. A continuación, se presenta el gráfico correspondiente a estos resultados, mostrado en la Figura 37.

**Figura 37**

*Satisfacción del usuario con el Software*



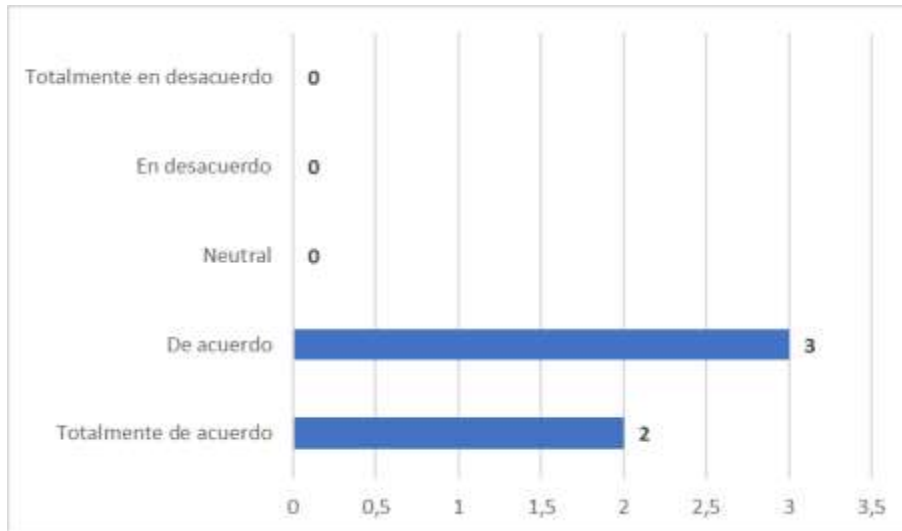
Al observar los resultados de esta encuesta, se destaca que los participantes tienen una percepción positiva sobre la capacidad del software para ayudar en la realización de sus tareas de transporte. El 60% de los encuestados indicó estar "De acuerdo" con la afirmación de que las funciones del software les ayudan de manera efectiva, mientras que el 40% señaló estar "Totalmente de acuerdo". Este conjunto de respuestas muestra una alta satisfacción entre los usuarios, sin que haya opiniones de desacuerdo o neutralidad. Estos resultados subrayan que el software logra cumplir con su propósito principal de apoyar a los usuarios en sus actividades relacionadas con el transporte. La presencia de un consenso positivo entre los encuestados es un buen indicador de que las funcionalidades del software están bien diseñadas y alineadas con las expectativas y necesidades de los usuarios.

Un respaldo de este tipo es esencial, ya que un software que cumple eficazmente con sus funciones no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también fortalece la confianza y la lealtad de los usuarios. Esta percepción favorable contribuye a que los usuarios estén más dispuestos a

integrar y depender del software en su rutina diaria, optimizando así el flujo de trabajo y promoviendo una experiencia de usuario más satisfactoria. A continuación, se presenta el gráfico correspondiente a estos resultados, mostrado en la Figura 38.

**Figura 38**

*Percepción de los usuarios sobre la efectividad del software en las tareas de transporte*



### **3. Conclusiones**

Los conductores de carga pesada en San Juan de Pasto demuestran una alta disposición para adoptar herramientas tecnológicas que mejoren su experiencia en ruta. En este sentido, el 100% de los encuestados expresó interés en utilizar una aplicación móvil específica, lo cual refleja una oportunidad para implementar innovaciones digitales que optimicen la navegación y reduzcan las complicaciones en la orientación diaria.

Por lo tanto, las largas jornadas de conducción afectan considerablemente a los conductores, con un 38,7% trabajando entre 13 y 15 horas al día y otro 16,1% manejando hasta 19 horas. Este ritmo de trabajo eleva los riesgos de fatiga y compromete tanto la seguridad de los conductores como la eficiencia en la cadena logística.

Asimismo, las rutas clave presentan puntos críticos recurrentes, donde los conductores enfrentan alta congestión y espacios angostos que dificultan maniobras seguras, como giros en U o cambios de carril en zonas concurridas. Estos puntos críticos, ubicados en áreas estratégicas, son fundamentales para el flujo logístico, por lo que se hace urgente una adecuación de la infraestructura para mejorar la eficiencia operativa.

De igual manera, los obstáculos, como calles angostas y la presencia de vehículos pequeños en rutas estrechas, ralentizan el tráfico y representan un riesgo para los vehículos de carga. Esta situación intensifica la complejidad de las maniobras y aumenta los tiempos de entrega, afectando directamente la competitividad de la logística en la región.

En cuanto a las funcionalidades, las historias de usuario analizadas revelan que, al centrarse en funcionalidades como "Guardar rutas" y "Puntos de interés," se mejora considerablemente la planificación y eficiencia de los trayectos. Estas herramientas simplifican la gestión de rutas, reducen el tiempo en ruta y permiten a los conductores enfocarse en aspectos críticos de la operación sin distracciones innecesarias.

A su vez, historias de usuario como "Gestión de viáticos" y "Puntos críticos y obstáculos" permiten una administración detallada y segura de los recursos y del trayecto, apoyando una conducción más informada y segura. Esto asegura que los conductores puedan anticiparse a desafíos en la ruta y gestionar adecuadamente sus gastos y tiempos.

En relación con la estructura del sistema, los diagramas de clases y de casos de uso muestran una estructura clara en la relación entre conductores y administradores con el sistema. Al clarificar estas interacciones, se asegura que cada usuario cuente con el acceso adecuado a las funcionalidades según sus necesidades operativas, facilitando una gestión efectiva del sistema y su correcto uso.

A su vez, el diagrama de secuencia y los casos de uso respaldan la integración de funcionalidades esenciales como "Soporte técnico" y "Registro de usuario," lo que garantiza tanto la seguridad en el acceso como la disponibilidad de asistencia inmediata en caso de problemas técnicos, mejorando la experiencia y confianza de los usuarios en la aplicación.

Finalmente, la evaluación del prototipo de software para optimizar rutas de transporte en San Juan de Pasto ha proporcionado una perspectiva integral sobre su efectividad y relevancia para los conductores de tractocamiones experimentados. Los comentarios obtenidos destacan la importancia de funcionalidades clave, como la gestión de viáticos y la planificación de rutas óptimas, las cuales resultaron ser aspectos valorados positivamente. Esto demuestra que el sistema cumple con las necesidades prácticas de los usuarios y es fácil de adoptar en su formato actual.

Además, los usuarios también identificaron posibles áreas de mejora, sugiriendo ideas para ampliar el alcance del software y hacerlo más distintivo en el mercado. Estas recomendaciones no solo fortalecen la percepción del software, sino que también abren una puerta para futuras actualizaciones que puedan optimizar la interfaz y expandir su alcance.

Por otro lado, la retroalimentación obtenida sugiere que este prototipo tiene potencial para ser una base sólida para investigaciones futuras. La implementación de mejoras y nuevas funcionalidades podría evaluarse en estudios sucesivos, permitiendo una evolución constante del

sistema y su adaptación a diferentes entornos y necesidades. Así, el software podría transformarse en una herramienta aún más eficiente y escalable, aplicable no solo a nivel local, sino también en contextos regionales o nacionales dentro del sector de transporte de carga pesada.

En resumen, el prototipo muestra un gran potencial y una aceptación inicial sólida. Los comentarios y sugerencias proporcionados ofrecen un camino claro hacia un desarrollo continuo, asegurando que el sistema no solo cumpla con las expectativas actuales, sino que también pueda crecer y adaptarse a nuevas necesidades en el ámbito del transporte de carga pesada en el país y posiblemente más allá.

Por último, los resultados obtenidos respaldan la hipótesis de que la implementación de una estrategia tecnológica integral, a través del uso de un aplicativo móvil especializado, tiene un impacto positivo en la seguridad de los vehículos de carga pesada en San Juan de Pasto. La capacidad de planificación mejorada, junto con la gestión efectiva de obstáculos y puntos críticos, permitió a los conductores operar de manera más segura y eficiente, beneficiando tanto a los usuarios como al sistema de transporte en su conjunto.

#### **4. Recomendaciones**

El proceso de investigación en San Juan de Pasto reveló varias necesidades metodológicas significativas que ofrecen lecciones valiosas para futuros estudios. Una de las principales dificultades encontradas fue la gestión del tiempo. A pesar de contar con un cronograma detallado, la ejecución de tareas como la recolección de datos mediante entrevistas y encuestas tomó más tiempo del previsto, lo que afectó el cumplimiento de los plazos establecidos. Se recomienda que en investigaciones futuras se incluyan márgenes de tiempo adicionales en el cronograma, específicamente diseñados para enfrentar imprevistos, como la baja disponibilidad de los participantes o la necesidad de realizar ajustes en las estrategias de recopilación de datos.

Otra complicación fue la dificultad para establecer contactos con los conductores de tracto camiones y obtener respuestas completas y detalladas. Muchos participantes tenían agendas ocupadas o se encontraban en constante movimiento, lo que limitó la disponibilidad para participar en entrevistas extensas. Para mitigar este problema en el futuro, es aconsejable formar alianzas estratégicas con gremios, sindicatos y asociaciones de transportadores desde las etapas iniciales de la investigación. Estas asociaciones pueden facilitar el acceso a los participantes y mejorar la tasa de respuesta, garantizando una muestra más representativa y rica en información.

Asimismo, se enfrentaron retos relacionados con la disposición y familiaridad tecnológica de los participantes. Aunque los conductores mostraron una actitud positiva hacia el uso de nuevas herramientas, algunos presentaron dificultades para comprender y responder a ciertos aspectos del estudio que requerían tecnología. Por ello, se recomienda simplificar las herramientas de recolección de datos y, cuando sea posible, realizar sesiones de capacitación previas para explicar los propósitos del estudio y cómo participar de manera efectiva.

Por último, se sugiere implementar un sistema de seguimiento y recopilación de feedback continuo desde el inicio de la investigación. Esto puede ayudar a ajustar la metodología sobre la marcha, mejorando la eficiencia y relevancia del estudio. Además, es importante tener en cuenta la infraestructura y el entorno en los que operan los conductores, lo cual podría afectar tanto la recopilación de datos como la evaluación de las soluciones propuestas. La colaboración estrecha



con autoridades locales y expertos en infraestructura es clave para abordar este aspecto y garantizar la viabilidad de las recomendaciones tecnológicas y de transporte propuestas.

## Referencias bibliográficas

- Araujo, J., Barco, A., y García, Y. (2024). *Propuesta de pacificación en la calle 18 entre las carreras 33 y 35 de la ciudad de Pasto, Nariño*. [Tesis de pregrado, Universidad Mariana] Repositorio Unimar: <https://repositorio.umariana.edu.co/bitstream/handle/20.500.14112/28416/trabajo%20de%20grado%20final%2021%20de%20junio.pdf>
- Babbie, E. (2016). *Fundamentos de la investigación social*. Thomson Editores.
- Banco Mundial. (2021). *Comercio*. <https://www.bancomundial.org/es/topic/trade/overview>
- Barrera, J., y Moreno, J. (2022). *Estudio del impacto de la modificación de la flota de transporte en la cadena de suministro de un PSL tipo I ubicado en Bogotá*. [Tesis de pregrado, Fundación Universidad de América] Repositorio Uamérica: <https://repository.uamerica.edu.co/handle/20.500.11839/8805>
- Barros, J. (2020). *Análisis del transporte de carga terrestre en los últimos tres años en Colombia*. [Tesis de especialización, Universidad Simón Bolívar] Repositorio Unisimon: <https://bonga.unisimon.edu.co/items/a03fdbbc-f020-4ef4-9b94-658b60c35fb7>
- Boysen, N., Briskorn, D., Emde, S., y Schwerdfeger, M. (2019). Una encuesta sobre problemas de recogida y entrega. *Revista EURO sobre transporte y logística*, 8(1), 1-27. <https://doi.org/10.1007/s13676-019-00145-7>
- Bryman, A., y Bell, E. (2011). *Business Research Methods* (3a ed.). Oxford University Press.
- Carrillo, A., Garza, J., Kumar, V., y Upadhyay, A. (2021). Prácticas de gestión sostenible de la cadena de suministro en el sector del transporte por carretera en México: un estudio de métodos mixtos. *Journal of Cleaner Production*, 314, 127-144. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127874>

- Clifford, M., y Elfar, A. (2018). Sistemas de gestión del tráfico para vehículos pesados. *Procedia Computer Science*, 138, 57-64. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.10.008>
- Correa, M. (2024). *El comercio electrónico alcanzó los \$41 billones durante el primer semestre de 2024*. La República: <https://www.larepublica.co/internet-economy/las-ventas-en-linea-alcanzaron-los-41-billones-en-el-primer-semester-de-2024-3969475>
- Crédito Real. (2020). *Transporte de carga, motor de la economía*. <https://www.creditoreal.com.mx/blog-credito/blog-credito/transporte-decarga-el-motor-de-la-economia>
- Creswell, J. (2014). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches* (4a ed.). Sage Publications.
- Departamento Nacional de Planeación [DNP]. (2018). *Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022. Pacto por Colombia, pacto por la equidad*. <https://www.dnp.gov.co/DNPN/Paginas/Plan-Nacional-de-Desarrollo.aspx>
- Eurostat. (2018). *Estadísticas de transporte de mercancías por carretera*. [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Road\\_freight\\_transport\\_statistics#Road\\_freight\\_transport\\_in\\_the\\_European\\_Union](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Road_freight_transport_statistics#Road_freight_transport_in_the_European_Union)
- Federación Colombiana de Transportadores de Carga y Logística [Colfecar]. (2024). *Afectación de la seguridad en el transporte de carga y logística*. [https://www.colfecar.org.co/wp-content/uploads/236\\_ELCONTAINER-Feb-20.pdf](https://www.colfecar.org.co/wp-content/uploads/236_ELCONTAINER-Feb-20.pdf)
- García, E. (2022). *Diseño de un servicio GIS de tracking de camiones y contenedores*. Recuperado el 2012, de [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica de Cartagena] Repositorio UPCT: <https://repositorio.upct.es/handle/10317/11643?show=full>

García, L., López, K., Alonso, M., Méndez, M., y Villegas, M. (2023). Relación de fatiga y consumo de alcohol en conductores de carga pesada. *Sanus*, 8, 1-15. <https://doi.org/10.36789/revsanus.vi1.330>

Garzón, B., y Ramírez, Y. (2021). *Prototipo de aplicación móvil para gestionar la geolocalización y estados de un vehículo automotor por medio de un dispositivo GPS tracker*. [Tesis de especialización, Universidad Distrital Francisco José de Caldas] Repositorio UDistrital: <https://repository.udistrital.edu.co/items/f379069b-30a4-4f35-a4f0-8e4634782420>

Gómez, J. (2022). *App Cargando*. [Tesis de pregrado, Universidad Santo Tomás] Repositorio Usta: <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/43064>

Google Earth. (2024). *Torre Praga - Centro Médico*. <https://n9.cl/4ac5o>

Google Maps. (2023). *Aplicación Google Play*. [https://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.android.apps.mapsyhl=es\\_COypli=1](https://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.android.apps.mapsyhl=es_COypli=1)

Gupta, S., y Singh, S. (2021). El papel de la gestión de flotas en la logística y la gestión de la cadena de suministro: una descripción general. *Revista internacional de sistemas logísticos*, 18(3).

Hair, J., Hult, G., Ringle, C., y Sarstedt, M. (2017). *A Primer on Partial Least Square Structural Equation Modeling (PLS-SEM)*. Sage.

Instituto Nacional de Vías [INVÍAS]. (2024). *Apertura de la vía La Línea requerirá más horas de trabajo: continúan las labores para remover material producto de deslizamiento*. <https://www.invias.gov.co/index.php/sala/noticias/5412-apertura-de-la-via-la-linea-requerira-mas-horas-de-trabajo-continuan-las-labores-para-remover-material-producto-de-deslizamiento>

Jiménez, M. (2022). *Algoritmo de Clarke and Wright para mejorar la gestión de ruta del transporte de acopio de leche en Cañete*. [Tesis de maestría, Universidad César Vallejo] Repositorio UCV: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/90882>

Kaplan, B., y Yazgan, H. (2021). Análisis de la relación entre la logística del transporte y el desempeño organizacional. *Journal of Transport and Supply Chain Management*, 15, 1-16. <https://doi.org/10.4102/jtscm.v15i0.493>

Ley 2251 de 2022. (2022, 14 de julio). Congreso de Colombia. Diario Oficial No. 52.095: [http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley\\_2251\\_2022.html](http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_2251_2022.html)

Ley 769 de 2002. (2002, 6 de julio). Congreso de la República. Diario Oficial No. 44.932: [http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley\\_0769\\_2002.html](http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0769_2002.html)

López, J. (2022). *Aplicación de los sistemas de gestión de transporte (TMS) en la logística de última milla*. [Tesis de pregrado, Universidad Católica del Norte] Repositorio UCN: <http://repositorio.ucn.edu.co/handle/123456789/321>

López, J., Martínez, J., y Naranja, A. (2024). *Modelo de ruteo para la planeación de la distribución de papa en Neiva desde la central de Surabastos usando técnicas cuantitativas*. [Tesis de pregrado, Universidad de La Salle] Repositorio Unisalle: <https://ciencia.lasalle.edu.co/items/208b83ce-7f0f-498f-91e5-5f846ca527f2/full>

Maxwell, J. (2013). *Qualitative Research Design : An Interactive Approach*. Sage.

Mecías, M. (2021). *Aplicación móvil para el control de transportación en la compañía de transporte pesado abril hermanos Abril Trans S.A. en la ciudad de Santo Domingo*. [Tesis de pregrado, Universidad Regional Autónoma de los Andes] Repositorio UNIANDÉS: <https://dspace.uniandes.edu.ec/handle/123456789/13979>

Ministerio de Transporte. (2021). *En lo corrido de 2021, la Supertransporte respalda el transporte legal y ha sancionado a más de 80 empresas del sector y a otros actores, por incumplir con la normatividad vigente*. <https://mintransporte.gov.co/publicaciones/9792/en-lo-corrido-de-2021-la-supertransporte-respalda-el-transporte-legal-y-ha-sancionado-a-mas-de-80-empresas-del-sector-y-a-otros-actores-por-incumplir-con-la-normatividad-vigente/>

Observatorio de Movilidad. (2023). *Anuario Vial de Siniestralidad Vial del Mintransporte* . <https://observatorio.movilidadbogota.gov.co/sites/observatorio.movilidadbogota.gov.co/files/2024-09-30/pub/Anuario%20de%20Siniestralidad%20Vial%20de%20Bogot%C3%A1%202023.pdf>

Ordenanza No. 005 de 2009 . (2009). Gobernación de Nariño: <https://servicio.xn--nario-rta.gov.co/DespachoGobernador/Normatividad/archivos/Ordenanzas/2009/ordenanza%20005-%2012-05-2009.pdf>

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO]. (2002). *El Carnaval de Negros y Blancos*. <https://ich.unesco.org/es/RL/el-carnaval-de-negros-y-blancos-00287>

Parra, L., Romero, J., y López, J. (2021). *Crecimiento económico 2021: rebote que se agota*. <https://investigaciones.corficolombiana.com/documents/38211/0/Crecimiento-economico-2021-rebote-que-se-agota.pdf/0f5b26dd-5eaf-3cb7-eb3e-b021efed4d53>

Portafolio. (2021). *Transportadores de carga: con la mirada puesta en el futuro*. <https://www.portafolio.co/contenido-patrocinado/transportadores-de-carga-con-la-mirada-puesta-en-el-futuro-559087>

Rivarola, F. (2024). *Mapeo de procesos: importancia y por qué deberías implementarlo*. <https://www.crentio.com/es-ar/blog/mapeo-de-procesos>

Tamayo y Tamayo, M. (2008). *El Proceso de la Investigación Científica* . Editorial Limusa.  
[https://doi.org/https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/227860/El\\_proceso\\_de\\_la\\_investigacion\\_cientifica\\_Mario\\_Tamayo.pdf](https://doi.org/https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/227860/El_proceso_de_la_investigacion_cientifica_Mario_Tamayo.pdf)

Uribe, L. (2020). *Belleza y calidad percibida en ruteo de vehículos*. [Tesis de maestría, Universidad de Chile] Repositorio Uchile: <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/178114>

Urquiza, M. (2022). *Importancia de la implementación de sistemas inteligentes, como apoyo a la gestión del transporte terrestre automotor de carga en Colombia*. [Tesis de pregrado, Universidad Piloto de Colombia] Repositorio Unipiloto: <https://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/11655>

Waze. (2023). *Acerca de Waze*. <https://support.google.com/waze/answer/6071177?hl=es-419>

## **Anexos**

### **Anexo A. Encuesta sobre necesidades del gremio camionero en San Juan de Pasto**

En esta sección se presentan los enlaces y documentos que contienen información detallada sobre la encuesta realizada a los conductores de vehículos de carga pesada en San Juan de Pasto. Estos documentos incluyen datos clave sobre sus experiencias, necesidades y la disposición hacia el uso de tecnologías de orientación en su labor diaria, proporcionando una visión completa de los desafíos enfrentados por el gremio camionero.

**Encuesta sobre las Necesidades y Desafíos del Gremio Camionero en San Juan de Pasto:** Este documento ofrece una visión detallada de los temas que afectan a los conductores de carga pesada en la región. La encuesta aborda aspectos como el perfil laboral, las experiencias en la carretera, la percepción de la señalización vial, y la disposición hacia el uso de aplicaciones de orientación y tecnología emergente.

Enlace al documento: **[Encuesta sobre las Necesidades y Desafíos del Gremio Camionero en San Juan de Pasto](#)**

**Encuesta sobre Condiciones de Transporte para Conductores de Vehículos de Carga Pesada en San Juan de Pasto:** Este documento recoge información sobre los puntos críticos y obstáculos en las rutas de transporte en San Juan de Pasto. Incluye detalles sobre los principales desafíos estructurales y operativos que enfrentan los conductores, como la falta de señalización, tráfico y obstáculos físicos que afectan su labor.

Enlace al documento: **[Encuesta sobre Condiciones de Transporte para Conductores de Vehículos de Carga Pesada en San Juan de Pasto](#)**



## **Anexo B. Puntos críticos y obstáculos en rutas de transporte de carga en San Juan de Pasto**

En esta sección se presentan los enlaces y documentos que contienen información detallada sobre los puntos críticos y obstáculos en las rutas de transporte de carga en San Juan de Pasto. Estos documentos incluyen una descripción de la ubicación, problemas asociados y la importancia logística de cada punto, facilitando una comprensión completa de los desafíos enfrentados por los conductores.

**Puntos Críticos y Obstáculos Documentados:** Este documento contiene imágenes satelitales y una descripción detallada de los 15 puntos críticos y 8 obstáculos identificados. Incluye datos específicos sobre cada ubicación y su impacto en la conectividad logística y seguridad vial de la región.

Enlace al documento: [\*\*Puntos Críticos y Obstáculos Documentados\*\*](#)

## **Anexo C. Historias de usuario para el desarrollo de la aplicación móvil**

En esta sección se presentan los enlaces y documentos que contienen información detallada sobre las historias de usuario definidas y propuestas para el desarrollo de la aplicación móvil para conductores de carga pesada. Estos documentos incluyen una descripción completa de cada historia de usuario, sus criterios de aceptación y las decisiones tomadas en cuanto a su inclusión o exclusión en la aplicación, ofreciendo una visión clara de cómo cada funcionalidad contribuye a mejorar la experiencia del conductor.

**Historias de Usuario Adicionales:** Este documento contiene la especificación completa de las ocho historias de usuario seleccionadas para la aplicación, con criterios de aceptación y justificación de cada funcionalidad implementada. Además, se incluye un análisis de las historias descartadas, junto con las razones que justifican su exclusión del prototipo.

Enlace al documento: [Historias de Usuario Adicionales](#)

## **Anexo D. Diagrama del mundo de clases**

En este anexo se presenta el diagrama de clases del sistema, que representa la estructura y las relaciones entre las clases que conforman la aplicación, basada en nueve historias de usuario. En el centro de este diagrama se encuentra la clase Usuario, que actúa como la clase principal del sistema. De esta clase derivan dos subclases importantes: Administrador y Conductor, cada una con roles y responsabilidades específicos. La clase Administrador se encarga de las tareas de gestión dentro del sistema, mientras que la clase Conductor se enfoca en los conductores que realizan los viajes, gestionando su perfil.

**Acceder al diagrama del mundo de clases:** Este documento contiene el diagrama de clases detallado con las relaciones y atributos entre las diferentes entidades del sistema. Proporciona una visión clara de cómo están organizadas las clases y cómo interactúan entre sí en el contexto de la aplicación.

Enlace al documento: [Acceder al diagrama del mundo de clases](#)

## **Anexo E. Diagramas de casos de uso**

Este anexo incluye el diagrama de casos de uso, el cual ilustra cómo interactúan los actores principales (Conductor y Administrador) con las funcionalidades clave de la aplicación. Este diagrama proporciona una visión clara de cómo se utiliza y gestiona el sistema.

**Acceder al diagrama de Casos de Uso:** En este documento se detallan las interacciones entre los actores y las funcionalidades del sistema, como iniciar sesión, registrarse, gestionar rutas, soporte técnico, y la administración de puntos críticos y viáticos. Además, se incluye la gestión de regulaciones legales y obstáculos en las rutas, destacando las principales acciones realizadas por cada actor dentro del sistema.

Enlace al documento: [Acceder al diagrama de casos de uso](#)

## **Anexo F. Diagramas de secuencia**

En esta sección se presentan los enlaces y documentos que contienen información detallada sobre los diagramas de secuencia relacionados con la investigación. Estos documentos proporcionan una visión completa de los procesos y flujos de trabajo en la aplicación, facilitando la comprensión de las interacciones entre los actores y el sistema.

**Acceder a los diagramas de secuencia:** Este documento incluye los diagramas de secuencia que ilustran los procesos de registro de usuario, inicio de sesión, guardar ruta y gestionar viáticos. Cada diagrama detalla las interacciones y flujos de trabajo, permitiendo una comprensión clara de los pasos involucrados en cada proceso.

Enlace al documento: [Acceder a los diagramas de secuencia](#)

## **Anexo G. Encuesta de usabilidad y funcionalidad del prototipo de rutas óptimas para conductores de carga pesada**

En esta sección se presenta el enlace a la encuesta diseñada para evaluar la usabilidad y funcionalidad del prototipo de rutas óptimas destinado a conductores de carga pesada. Esta encuesta recoge la opinión de los usuarios sobre las características y el desempeño del software, proporcionando información valiosa para su mejora continua.

**Acceder a la encuesta de usabilidad y funcionalidad:** Este documento incluye las preguntas que se utilizan para recopilar datos sobre la experiencia del usuario con el prototipo, evaluando aspectos como la interfaz, la facilidad de uso y la satisfacción general.

Enlace al documento: [Acceder a la encuesta de usabilidad y funcionalidad](#)

## **Anexo H. Certificados de participación como ponentes**

En esta sección se presentan los enlaces a los certificados de participación de los integrantes del grupo en calidad de ponentes en el XX Encuentro Departamental de Semilleros de Investigación y el IV Encuentro Internacional de Formación para la Investigación - RedCOLSI Nodo Nariño. Estos documentos certifican la contribución y exposición de los resultados de la investigación en dicho evento.

**Pantoja Delgado, J. D.** (2024). Certificado de participación como ponente en el XX Encuentro Departamental de Semilleros de Investigación y IV Encuentro Internacional de Formación para la Investigación. RedCOLSI Nodo Nariño. [Enlace al certificado](#)

**Pai Rodriguez, J. S.** (2024). Certificado de participación como ponente en el XX Encuentro Departamental de Semilleros de Investigación y IV Encuentro Internacional de Formación para la Investigación. RedCOLSI Nodo Nariño. [Enlace al certificado](#)

**Landazury Arboleda, J. E.** (2024). Certificado de participación como ponente en el XX Encuentro Departamental de Semilleros de Investigación y IV Encuentro Internacional de Formación para la Investigación. RedCOLSI Nodo Nariño. [Enlace al certificado](#)

## **Anexo I. Certificados de participación en póster**

En esta sección se presentan los enlaces y documentos que contienen los certificados de participación de los integrantes del grupo en el IX Congreso Nacional y VII Internacional en Pedagogía, Investigación y Cultura. Estos documentos acreditan la contribución de los miembros mediante la presentación de un póster en este importante evento académico, destacando sus aportes en el ámbito de la pedagogía, investigación y cultura.

**Pantoja Delgado, J. D.** (2024). Certificado de participación en el IX Congreso Nacional y VII Internacional en Pedagogía, Investigación y Cultura. [Enlace al certificado](#)

**Pai Rodriguez, J. S.** (2024). Certificado de participación en el IX Congreso Nacional y VII Internacional en Pedagogía, Investigación y Cultura. [Enlace al certificado](#)

**Landazury Arboleda, J. E.** (2024). Certificado de participación en el IX Congreso Nacional y VII Internacional en Pedagogía, Investigación y Cultura. [Enlace al certificado](#)



## **Anexo J. Publicación del proyecto en revista académica**

En esta sección se presenta la referencia al artículo publicado en la revista De-Liberación de la Universidad Cooperativa de Colombia, el cual documenta y difunde los resultados y alcances del proyecto de rutas óptimas para conductores de carga pesada. Este artículo resalta la importancia del prototipo desarrollado, sus beneficios para la movilidad y la logística, y su impacto en el gremio de transporte de carga en la región.

**Publicación en la revista De-Liberación:** El artículo describe el desarrollo, las metodologías aplicadas y los resultados obtenidos en la creación del prototipo de rutas óptimas. A través de esta publicación, se pretende contribuir al avance de la investigación y compartir el conocimiento generado con la comunidad académica.

Enlace al documento: [Acceder a la publicación del artículo](#)