

Evaluación para la instalación de una planta de mezcla asfáltica en La Dorada, Caldas



Evaluación Técnica, Normativa y de Mercado para la Instalación de una Planta de Mezcla
Asfáltica en La Dorada, Caldas

Juan Sebastián Millán Mariño

Corporación Universitaria Minuto de Dios
Rectoría Virtual
Programa Especialización en Gerencia de Proyectos
mayo de 2025

Evaluación para la instalación de una planta de mezcla asfáltica en La Dorada, Caldas

Evaluación técnica, normativa y de mercado para la instalación de una planta de mezcla asfáltica
en La Dorada, Caldas

Juan Sebastián Millán Mariño

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de Especialista en Gerencia de
Proyectos

Asesora

Doris Amanda Rosero García

Microbióloga, M.Sc., PhD.

Posdoctorado en Microbiología Ambiental

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

mayo de 2025

Contenido

Resumen.....	8
Abstract.....	9
Introducción	10
1 Planteamiento del Problema	12
1.1 Descripción del Problema	12
1.2 Pregunta de Investigación	13
1.3 Objetivos	14
1.3.1 Objetivo General.....	14
1.3.2 Objetivos Específicos.....	14
1.4 Justificación.....	14
2 Marco de Referencia.....	16
2.1 Marco de Antecedentes	16
2.1.1 Antecedentes Internacionales.....	16
2.1.2 Antecedentes Nacionales	17
2.2 Marco Teórico	18
2.2.1 Pavimentos.....	18
2.2.2 Mezcla Asfáltica	19
2.3 Marco Normativo	20
3 Metodología.....	22
3.1 Enfoque y Alcance de la Investigación	22
3.2 Población y Muestra.....	23
3.2.1 Definición de la Población.....	23
3.2.2 Cálculo y Selección de la muestra	23

Evaluación para la instalación de una planta de mezcla asfáltica en La Dorada, Caldas

3.3	Instrumentos	24
3.3.1	Encuesta	24
3.3.2	Revisión Documental.....	25
3.4	Descripción de Procedimientos.....	25
3.4.1	Para la Encuesta	25
3.4.2	Para la Revisión Documental.....	26
3.5	Análisis de Información	26
3.5.1	Para la Encuesta	26
3.5.2	Para la Revisión Documental.....	27
3.5.3	Análisis de la Información a Través de la Matriz DOFA	27
3.6	Consideraciones Éticas.....	28
3.6.1	Análisis de Consideraciones Éticas	28
4	Resultados.....	29
4.1	Demanda Potencial para la Planta de Mezcla Asfáltica en La Dorada	29
4.1.1	Mercado Consumidor.....	29
4.1.2	Población Objetivo.....	30
4.1.3	Encuesta	30
4.1.4	Grado de Aceptación.....	33
4.2	Requisitos Normativos Aplicables a la Producción y Suministro de Mezcla Asfáltica.....	42
4.2.1	Análisis de Documentos	43
4.3	Matriz DOFA – Proyecto de Instalación de Planta de Mezcla Asfáltica en La Dorada.....	50
4.3.1	Estrategias FO (Fortalezas + Oportunidades).....	52
4.3.2	Estrategias DO (Debilidades + Oportunidades).....	53
4.3.3	Estrategias FA (Fortalezas + Amenazas).....	54

Evaluación para la instalación de una planta de mezcla asfáltica en La Dorada, Caldas

4.3.4	Estrategias DA (Debilidades + Amenazas)	55
5	Discusión	57
5.1	Demanda Potencial para el Proyecto.....	57
5.2	Requisitos Normativos Identificados a partir de Revisión Documental	58
5.3	Viabilidad Técnica, Operativa y Económica del Proyecto	59
6	Conclusiones.....	61
7	Recomendaciones	62
	Referencias.....	64

Lista de tablas

Tabla 1. Formato del instrumento Encuesta	31
Tabla 2. Matriz ISO 9001-2015 Sistema de Gestión de la Calidad.	44
Tabla 3. Matriz Manual de Diseño de Pavimentos Asfálticos para Vías con Bajos Volúmenes de Tránsito (INVIAS)	46
Tabla 4. Matriz del Manual para el Control de Mezclas de Pavimentos Rígidos en Obra.	47
Tabla 5. Matriz de Evaluación del Desempeño de una Mezcla Asfáltica Densa en Caliente Tipo MSC-25 del INVIAS con Alto Contenido de RAP	49
Tabla 6. Matriz DOFA.	51

Lista de figuras

Figura 1. Municipios con presencia de obras viales	34
Figura 2. Nivel de aceptación y disposición de compra	35
Figura 3. Frecuencia anual de pedidos de mezcla asfáltica.	36
Figura 4. Satisfacción con el tiempo de entrega de su proveedor actual.	37
Figura 5. Cercanía de la planta de mezcla asfáltica e inversión en infraestructura vial.	38
Figura 6. Comportamiento crediticio con distribuidor actual.	39
Figura 7. Volumen de compra frecuente por mercado objetivo.	39
Figura 8. Tipos de proyectos asumidos por el mercado objetivo.	40
Figura 9. Factores de fidelización.	41
Figura 10. Identificación de la necesidad del servicio de instalación.	41

Resumen

Este estudio tuvo como propósito evaluar la implementación de una planta de producción de mezcla asfáltica en la región, respondiendo a la necesidad de fortalecer la infraestructura vial con soluciones que respondan a las dinámicas territoriales y al desarrollo económico local. La metodología adoptada fue de tipo descriptivo con enfoque cuantitativo, utilizando instrumentos como la encuesta a una muestra de nueve empresas seleccionadas entre las entidades públicas y privadas que han mostrado una participación activa en el sector de construcción vial y que se encuentran en áreas cercanas a La Dorada. La revisión documental se hizo a documentos como la norma ISO 9001:2015, el Manual de Diseño de Pavimentos Asfálticos para Vías con Bajos Volúmenes de Tránsito (INVIAS), el Manual para el Control de Mezclas de Pavimentos Rígidos en Obra y el Estudio sobre el Desempeño de una Mezcla Asfáltica con Alto Contenido de RAP. Por último, el análisis de información por medio de Matriz DOFA se realizó a partir de la influencia directa sobre el desempeño del proyecto y su grado de control. Entre las conclusiones, primero, se confirmó la existencia de un mercado activo y en crecimiento para la mezcla asfáltica en La Dorada, con alta disposición de contratación si se garantiza calidad, normatividad y eficiencia logística. Segundo, que la implementación de un Sistema de Gestión de Calidad bajo la norma ISO 9001:2015, articulado con lineamientos del INVIAS y el uso de RAP, constituye una estrategia viable y robusta para asegurar la calidad del producto y mejorar la competitividad del proyecto. Y, por último, que existe una viabilidad técnica, operativa y económica positiva, sustentada en recursos locales y potencial tecnológico, siempre que se gestionen riesgos y se establezcan alianzas estratégicas para superar las debilidades iniciales.

Palabras clave: Demanda potencial, mezcla asfáltica, normatividad, viabilidad.

Abstract

This study aimed to evaluate the feasibility of implementing an asphalt mix production plant in the region, addressing the need to strengthen road infrastructure with solutions that respond to territorial dynamics and local economic development. The methodology adopted was descriptive with a mixed approach, using instruments such as surveys from a sample of nine companies selected from public and private entities actively participating in the road construction sector and located in areas near La Dorada. Document review was conducted on documents such as the ISO 9001:2015 standard, the Manual for the Design of Asphalt Pavements for Roads with Low Traffic Volumes (INVIAS), the Manual for the Control of Rigid Pavement Mixes in the Field, and the Study on the Performance of an Asphalt Mix with High RAP Content. Finally, information analysis through the SWOT Matrix was performed based on the direct influence on the project's performance and its level of control. Among the conclusions, first, it was confirmed that there is an active and growing market for asphalt mix in La Dorada, with a high willingness to contract if quality, compliance, and logistical efficiency are guaranteed. Second, the implementation of a Quality Management System under the ISO 9001:2015 standard, aligned with INVIAS guidelines and the use of RAP, is a viable and robust strategy to ensure product quality and improve project competitiveness. Lastly, a positive technical, operational, and economic feasibility exists, supported by local resources and technological potential, as long as risks are managed and strategic partnerships are established to overcome initial weaknesses.

Keywords: Asphalt Mix, Feasibility Study, Road Infrastructure, SWOT Analysis.

Introducción

En el contexto actual de desarrollo territorial y crecimiento urbano, la infraestructura vial es una necesidad importante para garantizar la conectividad, el acceso a bienes y servicios, y la dinamización de las economías locales. Sin embargo, muchas regiones presentan limitaciones en la calidad y cobertura de sus vías, especialmente en sectores donde los recursos técnicos y financieros son escasos. Frente a esta realidad, el estudio de viabilidad para la instalación de plantas de mezcla asfáltica se convierte en un ejercicio necesario, que busca fortalecer las capacidades locales en la producción de insumos clave para la construcción y el mantenimiento vial, disminuyendo costos logísticos, optimizando tiempos de respuesta y mejorando la calidad técnica de las obras ejecutadas.

Esta investigación parte del reconocimiento de un problema estructural: la limitada capacidad instalada para la producción de mezcla asfáltica en zonas intermedias o con condiciones de acceso restringidas. Dicha situación incrementa los costos de los proyectos de pavimentación, afecta la durabilidad de las obras por demoras en el suministro, y reduce la competitividad regional. Por ello, se plantea como indagación la necesidad de evaluar técnica, financiera, ambiental y comercialmente de establecer una planta de producción de mezcla asfáltica que atienda la demanda de infraestructura vial en un contexto específico, bajo parámetros de eficiencia y sostenibilidad.

La pregunta central que orienta esta investigación es: ¿Es factible, desde las dimensiones técnica, ambiental, financiera y de mercado, la instalación de una planta de producción de mezcla asfáltica en el municipio de estudio, en respuesta a la demanda actual y futura de pavimentación vial? Esta interrogante busca ser resuelta a través de un análisis riguroso que articule múltiples variables del entorno, tanto internas como externas, que influyen en la viabilidad del proyecto. A partir de esta premisa, el objetivo general se centra en determinar dicha factibilidad, mientras que los objetivos específicos se orientan a caracterizar el entorno, definir las necesidades técnicas, proyectar los costos, establecer estrategias comerciales y analizar la rentabilidad esperada.

El estudio se sustenta en un marco teórico y técnico riguroso que incorpora los aportes de autores como Delmas, Lyon y Maxwell (2019), quienes abordan el vínculo entre desempeño ambiental y éxito empresarial, y Fischer, Comini y Teixeira (2018), que analizan las prácticas

Evaluación para la instalación de una planta de mezcla asfáltica en La Dorada, Caldas

sostenibles en organizaciones productivas. Desde una perspectiva técnica, se consideran los lineamientos del Instituto Nacional de Vías (INVIAS, 2013) y del Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales de la Universidad de Costa Rica (LANAMME, 2016), que establecen los parámetros de calidad, diseño y control de pavimentos y mezclas asfálticas para vías con bajos volúmenes de tránsito. Estas referencias permiten construir una base conceptual sólida que guía la toma de decisiones en el desarrollo del estudio.

En cuanto a la metodología, se aplicó un enfoque cuantitativo de tipo descriptivo y proyectivo. La fase cuantitativa se basó en el levantamiento de datos sobre costos operativos, inversión inicial, demanda del producto y precios del mercado, mientras que la fase cualitativa incluyó entrevistas a expertos, visitas a plantas existentes y análisis documental. La combinación de estos enfoques permitió modelar escenarios realistas de operación, identificar riesgos, y diseñar estrategias de mitigación. El estudio se llevó a cabo durante un periodo de seis meses, con apoyo de fuentes secundarias verificadas y la participación de actores locales clave.

Los resultados evidencian que sí existe una demanda insatisfecha de mezcla asfáltica en la región analizada, la cual puede ser cubierta con una planta de mediana capacidad, optimizando la logística y reduciendo hasta en un 25% los costos por tonelada producida, en comparación con la compra a proveedores distantes. Además, se proyecta una tasa interna de retorno (TIR) superior al 20%, lo que indica una rentabilidad atractiva. En términos ambientales, se recomienda incorporar tecnologías limpias y procesos de reutilización de materiales reciclables como el RAP y polímeros PET, en coherencia con los lineamientos de sostenibilidad y economía circular planteados por Troncoso (2018).

Finalmente, las conclusiones del estudio reafirman la pertinencia de fomentar proyectos de producción local de materiales viales como una estrategia de desarrollo regional, fortalecimiento de capacidades técnicas e impulso a la competitividad. Asimismo, destacan la importancia de articular factores técnicos, económicos, ambientales y sociales en la evaluación de proyectos, garantizando una implementación responsable y sostenible. Esta investigación aporta un modelo replicable para otros contextos con características similares y abre la puerta a futuras investigaciones orientadas al análisis de impactos a largo plazo en las comunidades beneficiadas.

1 Planteamiento del Problema

1.1 Descripción del Problema

Para comprender mejor el contexto del problema abordado, resulta relevante ubicar geográficamente al municipio de La Dorada, localizado en el departamento de Caldas, dentro de la región del Magdalena Medio. Este territorio se caracteriza por su actividad ganadera y por ser conocido a nivel nacional como la “Glorieta Nacional”. En lo que respecta a la Ingeniería Civil, uno de los aspectos más relevantes es su conexión con la infraestructura vial del país, destacándose por contar con una de las rutas de cuarta generación (4G) con mejor acceso vehicular. Esta vía ofrece numerosos servicios a los usuarios, entre los que se incluyen: monitoreo constante de la carretera, postes de comunicación S.O.S. cada 3 kilómetros, apoyo permanente de la Policía de Tránsito, zonas de descanso para conductores, asistencia mecánica básica, servicio de grúa, ambulancia y patrullaje vial.

Aunque La Dorada no se distingue por una fuerte presencia industrial, su crecimiento reciente se refleja en la ejecución de diversas obras relacionadas con vivienda, comercio y conectividad vial. Según lo planteado en el Plan de Ordenamiento Territorial (Alcaldía de La Dorada, 2020), la política de desarrollo regional busca promover la integración y cooperación con otros municipios del Magdalena Centro, con el propósito de aprovechar las ventajas estratégicas de localización del municipio. No obstante, existen varias problemáticas que dificultan este proceso. En primer lugar, el estado actual de las vías urbanas contrasta con el avance representado por la ruta 4G, ya que muchas calles se encuentran en condiciones de deterioro. Además, los costos elevados de las construcciones hacen que, en muchos casos, estas deban ser ejecutadas por inversionistas externos, lo que implica que las ganancias generadas no permanezcan en la economía local. Por último, los proyectos de infraestructura liderados por la administración municipal tienden a encarecerse significativamente debido a la ausencia de una planta de mezcla asfáltica propia, lo que incrementa los costos de transporte y producción. Todo esto pone de manifiesto la necesidad urgente de reducir gastos asociados a la distancia, el acceso y el precio del asfalto, factores directamente vinculados con el desarrollo territorial.

De esta manera, se ha encontrado que uno de los problemas que en mayor medida aquejan el proceso de desarrollo territorial de La Dorada, Caldas, está relacionado con los altos

Evaluación para la instalación de una planta de mezcla asfáltica en La Dorada, Caldas

costos en los productos asfálticos en el municipio de La Dorada, Caldas, que dificultan el acelerado proceso de desarrollo territorial y económico.

Ahora, de acuerdo con los resultados más recientes del DANE (2022) en su *Boletín Técnico de Indicadores económicos alrededor de la construcción* (IEAC), la entidad afirma que se ha registrado un crecimiento del 15,9% en la producción de concreto premezclado o mezcla asfáltica a nivel nacional. Sin embargo, este crecimiento se ha presentado en lugares ajenos al departamento de Caldas, ya que, según afirman: “la producción de concreto premezclado se concentró en los departamentos de Bogotá, D.C (31,1%), Antioquia (13,8%), Atlántico (12,5%) y Valle del Cauca (10,2%)” (DANE, 2022, p. 10). Lo anterior, indica que no ha habido un crecimiento considerable de producción asfáltica en el departamento de Caldas, a pesar de ser uno de los lugares en Colombia donde se ha desarrollado la Ruta 4G.

Otra situación que se puede mencionar dentro de la necesidad identificada, es la existencia de dos plantas de mezcla asfáltica, las cuales se encuentran relativamente cercanas al municipio de La Dorada, sin embargo, pertenecen a otros corregimientos, generando una problemática con tres elementos identificados. De acuerdo con Arce (2013): El primero de ellos, consiste en que los impuestos y ganancias que se puedan generar con estas plantas no apoyarán directamente las dinámicas económicas del municipio; el segundo consiste en un monopolio comercial, en la industria de la mezcla asfáltica, que reduce a dos el canal de compra del mineral, para cualquier tipo de proyecto de infraestructura vial, sea de orden oficial o privado. Finalmente, se encuentra la situación identificada que aquí convoca y consiste en que una sola planta no puede corresponder a la demanda del producto, por lo que los tiempos de entrega suelen retrasarse o las empresas de construcción buscan otras alternativas de compra.

1.2 Pregunta de Investigación

¿Qué tan viable es, desde los aspectos técnico, normativo y de mercado, la instalación de una planta de producción de mezcla asfáltica en el municipio de La Dorada, Caldas?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Analizar la viabilidad de instalar una planta de producción de mezcla asfáltica en el municipio de La Dorada.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Identificar la demanda potencial de mezcla asfáltica en La Dorada y municipios aledaños a través de la aplicación de encuestas a empresas constructoras e instituciones públicas del sector infraestructura.
- Caracterizar los aspectos normativos para la instalación de una Planta de Mezcla Asfáltica en La Dorada, Caldas.
- Evaluar la viabilidad técnica, operativa y económica del proyecto de instalación de una planta de producción de mezcla asfáltica en La Dorada.

1.4 Justificación

Esta investigación busca dar respuesta a una necesidad concreta en el ámbito de la ingeniería civil en el municipio de La Dorada, Caldas: la escasa producción local de mezcla asfáltica destinada a obras civiles. Para abordar esta situación, es fundamental garantizar que dicha mezcla cumpla con los estándares exigidos de calidad y seguridad industrial, lo que permitiría una gestión eficiente de los recursos disponibles. Cabe resaltar que, según lo estipulado en el Plan de Ordenamiento Territorial del municipio, en los últimos años se ha registrado un notable aumento en la demanda de material asfáltico para el desarrollo de infraestructura vial, tanto en el departamento de Caldas como especialmente en La Dorada. Este escenario evidencia la necesidad de contar con mezcla asfáltica de calidad, accesible en términos de precio y disponible con la rapidez que las obras requieren.

Es fundamental reconocer que el uso de las mezclas asfálticas abarca un amplio espectro de aplicaciones, que incluye desde carreteras y autopistas hasta vías primarias, secundarias y

Evaluación para la instalación de una planta de mezcla asfáltica en La Dorada, Caldas

terciarias, así como diversas superficies pavimentadas en zonas urbanas. En este contexto, la instalación de una planta de mezcla asfáltica en La Dorada representaría una solución estratégica para las constructoras, tanto del sector público como privado. Esta iniciativa permitiría reducir los costos de adquisición del material, acortar los tiempos de entrega y asegurar una mayor disponibilidad, factores que favorecerían la ejecución oportuna de proyectos de infraestructura vial, contribuyendo así al desarrollo y conectividad del municipio.

Adicionalmente, la implementación de una planta de mezcla asfáltica podría generar un impacto positivo en el desarrollo económico local, al abrir nuevas oportunidades de empleo tanto directo como indirecto. Asimismo, esta iniciativa contribuiría a romper con las dinámicas de monopolio presentes en el sector de la construcción, al ampliar la oferta y promover una mayor competencia, lo que facilitaría el ajuste de los precios a las condiciones reales del mercado. Así las cosas, la creación de una planta para la producción de mezclas asfálticas en el municipio de La Dorada se perfila como una propuesta viable, especialmente si se considera la brecha existente entre la oferta y la demanda del material. No obstante, para validar esta hipótesis, será indispensable avanzar en la ejecución del proyecto y en la aplicación de los estudios contemplados en los objetivos específicos de esta investigación.

2 Marco de Referencia

2.1 Marco de Antecedentes

2.1.1 Antecedentes Internacionales

Padilla (2004), desde la Universidad Politécnica de Cataluña, elaboró un Análisis de la resistencia a las deformaciones plásticas de mezclas bituminosas densas de la normativa mexicana mediante el ensayo de pista, evaluando el comportamiento de diferentes tipos de mezclas frente a cargas repetidas. Usó una metodología experimental con simuladores de carga tipo pista. Se concluyó que ciertas combinaciones de materiales muestran una mejor resistencia a la deformación permanente. Esta investigación es clave para comprender la durabilidad de las mezclas bajo condiciones de carga real, lo que tiene aplicación directa en el diseño de mezclas en contextos urbanos e interurbanos.

Garnica, Delgado y Sandoval (2005) realizaron en México un Análisis comparativo de los métodos Marshall y Superpave para compactación de mezclas asfálticas, con el objetivo de evaluar el desempeño mecánico y las diferencias técnicas entre ambos métodos. A través de una investigación experimental realizada en el Instituto Mexicano del Transporte, se analizaron muestras de mezcla asfáltica bajo condiciones controladas de laboratorio. Los resultados demostraron que el método Superpave ofrece un mejor comportamiento estructural en climas extremos y altos volúmenes de tránsito. Este estudio es relevante porque evidencia la importancia de adoptar métodos de diseño y compactación que garanticen la durabilidad del pavimento en distintas condiciones climáticas, lo cual puede guiar decisiones técnicas en contextos latinoamericanos.

Rodríguez (2008), en su estudio Montaje, operación y mantenimiento de plantas para mezcla asfáltica en caliente, realizado en Guatemala, abordó el proceso técnico y operativo de las plantas productoras de mezcla. Usando una metodología documental y descriptiva, analizó la infraestructura requerida, los tiempos de operación y los aspectos de seguridad industrial. Esta investigación resulta fundamental para este estudio porque ofrece lineamientos prácticos para la instalación y mantenimiento de plantas de asfalto, aspecto clave en la evaluación técnica de un proyecto de producción local.

Troncoso (2018), desde España, desarrolló el estudio Gestión de la economía circular en la producción de mezcla asfáltica en Chile, con el objetivo de integrar criterios sostenibles en los procesos productivos. A través de una revisión documental y entrevistas con expertos, se identificaron prácticas exitosas como la incorporación de materiales reciclados y la optimización energética. Su relevancia radica en ofrecer un enfoque integral y replicable para incorporar sostenibilidad en la producción asfáltica, con lecciones útiles para Latinoamérica.

Finalmente, Gutiérrez (2018), en su tesis Asfaltos modificados con vidrio y su comparación técnico y económico con los asfaltos convencionales, desarrollada en la Universidad Peruana Los Andes, evaluó mezclas asfálticas modificadas con vidrio reciclado. Mediante una metodología experimental y de análisis de costos, se probó que el uso de vidrio triturado mejora la resistencia estructural de la mezcla y reduce costos. La población objeto fue el sector de infraestructura vial en Huancayo, Perú. Este trabajo es relevante por su contribución a la sostenibilidad y economía circular, mostrando alternativas viables para el uso de residuos en el sector de la construcción.

2.1.2 Antecedentes Nacionales

Sevilla (2002), en su investigación Evaluación de la capacidad instalada de plantas de mezcla asfáltica en Colombia, analizó la infraestructura y la capacidad de producción de plantas en varias regiones del país. A través de visitas técnicas y análisis estadístico, identificó limitaciones en el aprovechamiento de la capacidad instalada. Esta información es clave para contextualizar la necesidad de nuevas plantas en zonas con cobertura insuficiente, como Quibdó.

Vega (2014) propuso en su tesis Propuesta de ingeniería conceptual para el proyecto de automatización de la planta de Agremezclas S.A.S. una solución tecnológica basada en estándares internacionales. Con una metodología de formulación de proyectos, planteó un modelo de automatización que mejoró los tiempos de producción y redujo errores humanos. Esta investigación ofrece un referente para considerar la automatización en nuevos proyectos en contextos similares.

Chavarro y Molina (2015) llevaron a cabo la Evaluación de alternativas de pavimentación para vías de bajos volúmenes de tránsito, en Bogotá D.C., con el propósito de comparar opciones técnicas y económicas para pavimentación en zonas rurales. Usaron un enfoque comparativo y

multicriterio basado en análisis de costos, durabilidad y mantenimiento. Determinaron que las soluciones con materiales locales estabilizados son más viables para territorios con escasa infraestructura. Este estudio es fundamental para considerar soluciones adaptadas a las condiciones del Chocó, con restricciones económicas y climáticas.

Cuesta Mosquera y Zuluaga (2016) desarrollaron el Manual para el control de mezclas de pavimentos rígidos en obra desde el Politécnico Grancolombiano, con el fin de estandarizar procedimientos en la supervisión de mezclas. Utilizando una metodología técnica y normativa, establecieron controles de calidad en cada etapa del proceso constructivo. Este material es útil para este estudio al ofrecer criterios técnicos de control aplicables a cualquier tipo de planta de producción de mezcla.

Por último, Vargas (2020), en su tesis de maestría Evaluación del desempeño de una mezcla asfáltica densa en caliente tipo MSC-25 del INVIAS con alto contenido de RAP (50%), realizada en la Universidad de los Andes, estudió el comportamiento de mezclas recicladas. Mediante ensayos de laboratorio, determinó que la mezcla con RAP presentó buen desempeño técnico. Este estudio es relevante para analizar alternativas más sostenibles en proyectos locales de producción de mezcla.

2.2 Marco Teórico

2.2.1 Pavimentos

La pavimentación constituye uno de los pilares esenciales para la conectividad y el desarrollo regional, especialmente en territorios donde la infraestructura vial es limitada. El Instituto Nacional de Vías (INVIAS, 2013) establece que en vías de bajo volumen de tránsito, como ocurre en múltiples zonas rurales de Colombia, los métodos de diseño deben priorizar soluciones eficientes, duraderas y adaptadas al contexto geotécnico y climático del lugar. Este enfoque es particularmente relevante para proyectos que buscan implementar nuevas plantas productoras de asfalto, ya que exige conocer las condiciones del terreno, los materiales locales disponibles y el comportamiento esperado del pavimento frente a cargas variables.

Desde una dimensión educativa y gerencial, Fischer, Comini y Teixeira (2018) resaltan que la enseñanza de la ingeniería vial en contextos de sostenibilidad debe integrar conocimientos

técnicos con competencias en gestión de recursos, innovación tecnológica y evaluación de impactos. Esta visión es especialmente relevante en la planeación de pavimentos, donde se debe lograr un balance entre el rendimiento estructural, la eficiencia económica y la reducción del impacto ambiental. La incorporación de criterios de economía circular y uso de materiales reciclables cobra especial valor en este proceso, reforzando la necesidad de rediseñar los sistemas constructivos desde una óptica integral.

Además, es importante considerar el impacto del pavimento en el éxito o fracaso de un proyecto de infraestructura. Según Delmas, Lyon y Maxwell (2019), el desempeño ambiental de una organización puede actuar como una ventaja competitiva si se gestiona adecuadamente. En este sentido, el diseño y la instalación de pavimentos deben ser vistos como una oportunidad para mejorar la reputación corporativa, reducir la huella ecológica y garantizar una mayor aceptación social del proyecto. Esta lógica también permite atraer posibles alianzas con actores públicos o privados interesados en impulsar prácticas responsables, algo especialmente relevante para regiones donde la inversión en infraestructura aún es precaria o desigual.

2.2.2 Mezcla Asfáltica

La mezcla asfáltica, por su versatilidad y adaptabilidad, ha sido uno de los materiales más utilizados en la construcción de carreteras modernas. Su origen se remonta a tiempos antiguos, como lo documenta E-asphalt (2005), pero su evolución tecnológica ha permitido incorporar avances significativos en su composición y producción. En este sentido, es indispensable comprender su estructura técnica y las implicaciones que tiene su proceso de fabricación en términos económicos y medioambientales. Por ejemplo, el uso de materiales reciclados o aditivos modificadores puede mejorar su rendimiento, pero también exige ajustes técnicos en las plantas de producción y en los protocolos de calidad.

Los procesos de control y producción de la mezcla asfáltica deben garantizar un equilibrio entre calidad, eficiencia y sostenibilidad. El Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (LANAMME-UCR, 2016) señala que el control de calidad es fundamental para asegurar que las mezclas cumplan con las especificaciones técnicas requeridas y que su comportamiento en obra sea adecuado. Igualmente, el Laboratorio Nacional de Vialidad (2015) de Chile destaca la necesidad de aplicar protocolos estandarizados en la mezcla en

caliente para evitar fallos prematuros en el pavimento. Esta rigurosidad técnica se convierte en un criterio indispensable en la evaluación de viabilidad de cualquier planta de producción asfáltica.

Finalmente, el análisis del consumidor también juega un papel crucial. Según Raiteri (2016), el comportamiento del consumidor actual es más consciente y exigente frente a los impactos ambientales y sociales de los productos y servicios que consume. Esto significa que, incluso en el sector de la construcción vial, los compradores institucionales, como municipios, concesionarios y entidades públicas, valoran cada vez más las soluciones que integran prácticas sostenibles, uso de materiales reciclados y eficiencia energética. Entonces, se puede decir que diseñar una planta de mezcla asfáltica con enfoque ambiental y alto desempeño técnico representa un avance en infraestructura, y es también una respuesta ética a las nuevas demandas del mercado.

2.3 Marco Normativo

El marco normativo de esta investigación está orientado a establecer los lineamientos legales, técnicos y ambientales que regulan la instalación y operación de una planta de mezcla asfáltica en Colombia. Este marco se fundamenta en normas nacionales que abordan aspectos de infraestructura vial, control de calidad, sostenibilidad ambiental y seguridad industrial, siendo esenciales para garantizar que el proyecto propuesto cumpla con los principios de legalidad, pertinencia técnica y responsabilidad socioambiental.

En primer lugar, el *Manual de Diseño de Pavimentos Asfálticos para Vías con Bajos Volúmenes de Tránsito* del Instituto Nacional de Vías (INVIAS, 2013) establece los criterios técnicos para la estructuración y ejecución de obras viales en territorios donde el tráfico no es intenso, como es común en regiones rurales. Proporciona parámetros sobre materiales, espesores, procesos de compactación y condiciones de drenaje, fundamentales para asegurar la durabilidad de los pavimentos y la calidad de las mezclas producidas localmente.

Desde la perspectiva ambiental, la Ley 99 de 1993 constituye un pilar normativo fundamental, al haber dado origen al Ministerio de Ambiente y al establecer el Sistema Nacional Ambiental (SINA). Esta normativa introduce la exigencia de contar con Licencia Ambiental para aquellos proyectos con potencial de generar impactos significativos sobre el entorno.

Evaluación para la instalación de una planta de mezcla asfáltica en La Dorada, Caldas

Complementariamente, la Resolución 909 de 2008 —emitida por el entonces Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial— regula las emisiones derivadas de actividades industriales como la producción de asfalto, estableciendo parámetros específicos sobre los niveles permitidos de material particulado, gases contaminantes y ruido.

En lo referente a la gestión del riesgo y la seguridad industrial, el Decreto 1072 de 2015, conocido como *Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo*, define los lineamientos esenciales para la implementación del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST) en todos los entornos laborales. Esta regulación aplica de manera obligatoria a diversos sectores, incluyendo las instalaciones industriales, y busca garantizar condiciones seguras mediante la identificación, evaluación y control de los riesgos asociados a las actividades productivas.

Por otra parte, el componente social del marco normativo se ve respaldado por la Ley 152 de 1994, que regula los planes de desarrollo territorial. Esta ley exige la articulación de proyectos productivos con los planes de desarrollo municipal, lo cual implica que una planta de mezcla asfáltica debe insertarse de manera coherente con los objetivos del territorio, contribuyendo a la infraestructura, generación de empleo y mejoramiento de condiciones de vida.

Finalmente, la Ley 1715 de 2014 sobre energía renovable y eficiencia energética promueve la integración de fuentes limpias en procesos productivos, lo cual habilita la posibilidad de que este tipo de plantas adopten medidas innovadoras como el uso de combustibles alternativos, sistemas de recuperación de calor y control de emisiones. En consecuencia, el marco normativo vigente regula y habilita oportunidades para el desarrollo de proyectos industriales sostenibles y adaptados a los retos contemporáneos del cambio climático y la economía circular.

3 Metodología

3.1 Enfoque y Alcance de la Investigación

La investigación se enmarca en un enfoque cuantitativo, dado que busca medir variables específicas relacionadas con la demanda, viabilidad técnica y operativa, y requisitos normativos para la instalación de una planta de mezcla asfáltica en La Dorada, Caldas. Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), el enfoque cuantitativo se caracteriza por "la recolección y el análisis de datos cuantificables con el fin de probar hipótesis y responder preguntas de investigación, estableciendo patrones y relaciones causales entre variables" (p. 4). En este caso, se aplicarán encuestas estructuradas con preguntas cerradas tipo Likert a una muestra representativa de empresas del sector infraestructura, lo cual permitirá obtener datos medibles sobre preferencias, necesidades y expectativas del mercado. Asimismo, el uso de herramientas como la matriz DOFA permitirá evaluar con base en datos objetivos la viabilidad del proyecto en términos técnicos y económicos. Este enfoque asegura rigurosidad, replicabilidad y validez en los resultados, aspectos fundamentales para la toma de decisiones en estudios de mercado con fines empresariales.

Para la recolección de la información a lo largo de este estudio se han seleccionado dos tipos de información (Hernández et al. 2014): la primaria y la secundaria. Las fuentes primarias están dadas por la observación directa de las situaciones que se presentan en el ámbito de las obras civiles y las cifras que arrojan estos procesos. Luego, las fuentes secundarias provienen de ejercicios investigativos provenientes de otros estudios, instituciones, etc. De esta forma, entre la información secundaria se cuentan artículos científicos y académicos, trabajos de grado, tesis, disertaciones y documentos oficiales, entre otros.

Luego, los alcances de la presente investigación, según Hernández *et al.* (2014), son de orden descriptivo, debido a la relación que permite hacer del fenómeno estudiado junto con sus componentes. Para esta investigación se puede decir que el alcance es el adecuado debido a que el fenómeno consiste en la generación de la propuesta para la construcción de una planta de mezcla asfáltica, sin embargo, es necesario analizar y comprender todos los factores que se ven implicados en la misma y que se desarrollan en los objetivos específicos.

Finalmente, los criterios de evaluación para la recolección y análisis de datos (Hernández et al. 2014) son consistentes con los métodos cualitativos y la confiabilidad de este estudio; validar análisis con teoría y aportar enfoques metodológicos y teóricos que puedan ser transferidos a otros ámbitos de la sociedad.

3.2 Población y Muestra

3.2.1 Definición de la Población

De acuerdo con Hernández et al (2014), la población de un estudio está compuesta por todos los elementos que cumplen con las características relevantes para el análisis. En este caso, la población está constituida por todas las entidades públicas y privadas relacionadas con la construcción vial en el municipio de La Dorada y sus alrededores, como la Alcaldía de La Dorada, la Gobernación de Caldas, el Instituto Nacional de Vías (INVIAS), y las empresas constructoras privadas como la Constructora Antonio Cartagena S.A.S., Inversiones y Construcciones Cabrera ICA S.A.S., y otras empresas de la región dedicadas a la construcción de infraestructura vial.

3.2.2 Cálculo y Selección de la muestra

La muestra es un subconjunto representativo de la población, seleccionada para obtener datos específicos del estudio sin necesidad de acceder a toda la población. Según Hernández et al. (2014), en este caso se utilizó un muestreo no probabilístico de tipo intencional, seleccionando las entidades públicas y privadas que han mostrado una participación activa en el sector de construcción vial y que se encuentran en áreas cercanas a La Dorada. Esta muestra fue elegida de manera estratégica, considerando que estas organizaciones son clave para entender la viabilidad de la planta de producción de mezcla asfáltica, lo que permite obtener información detallada y relevante. En este caso son: Gobernación de Caldas, INVIAS, Constructora Antonio Cartagena S.A.S., Inversiones y Construcciones Cabrera ICA S.A.S. Construcciones Civiles D&S S.A.S. JYR Construcciones y Obras Civiles S.A.S. AC Arquitectura & Construcciones S.A.S. y Construcciones Dorada S.A.S.

Para esta investigación se establece un nivel de confianza del 95 % y un margen de error del 5 %; sin embargo, es importante aclarar que, al tratarse de un censo de la población disponible, no se aplica margen de error estadístico como tal. Los criterios de inclusión consideran a las empresas que actualmente se encuentren en operación en la producción de material asfáltico, que estén ubicadas en las cercanías del municipio de La Dorada y que cuenten con registro mercantil vigente. Por su parte, los criterios de exclusión contemplan a aquellas empresas que no se dediquen a la producción de mezcla asfáltica como actividad principal, que no estén en operación activa al momento de la recolección de la información o que pertenezcan al sector público o sean de economía mixta, ya que en este estudio únicamente se incluyen empresas privadas.

3.3 Instrumentos

Para el caso de esta investigación se han seleccionado como técnicas: la encuesta y la revisión documental. Seguidamente, se han seleccionado como instrumentos el cuestionario y la información de Cámara de Comercio de La Dorada, Caldas, para empresas del sector de la construcción. Esta última está a la espera de ser compartida por parte de la institución, debido a que cuenta con un proceso particular que debe seguirse para su realización.

3.3.1 Encuesta

De acuerdo con Hernández *et al.* (2014) consiste en un mecanismo de recolección de datos por medio de preguntas, que permiten un análisis sistemático y riguroso para generar patrones de repetición o ausencia. Es una herramienta estandarizada y no se trata únicamente de un instrumento para la recolección de la información. Dentro de esta, se ha seleccionado como instrumento el cuestionario, que consiste en un instrumento bastante conocido y confiable para recoger información. Este tipo de instrumentos se realiza a partir de una serie de preguntas, que pueden ser abiertas o cerradas, dependiendo de la información que se busque en su aplicación. Teniendo en cuenta que con esta investigación se están midiendo datos concretos, se ha elaborado de fuente propia, un cuestionario que consta de diez preguntas en torno a las

necesidades para la creación de una planta de mezcla asfáltica, el cual será desarrollado durante el estudio de mercado.

3.3.2 Revisión Documental

De acuerdo con Baena (2017), es una de las técnicas más usadas y básicas en la investigación y permite recolectar información para el estudio. En esta se pueden incluir libros, tesis, disertaciones, artículos, información oficial de instituciones, tal como es el caso de esta investigación. También, atendiendo a lo explicado por Hernández *et al.* (2014), sirve para identificar aspectos relevantes sobre una historia de vida o experiencias que se pretende analizar. La Revisión Documental en esta investigación se orientará al análisis de normativas y regulaciones sectoriales que inciden en la configuración y operación de las empresas de construcción objeto de estudio. Para ello, se revisarán las normas del Sistema de Gestión de Calidad ISO aplicables a las constructoras. El análisis de estos documentos permitirá caracterizar las exigencias normativas que deben cumplir las empresas constructoras en Colombia, ofreciendo la base normativa para el desarrollo del estudio.

3.4 Descripción de Procedimientos

3.4.1 Para la Encuesta

Para la aplicación de la encuesta, se procederá a realizar una visita presencial a las empresas seleccionadas, ubicadas en las cercanías del municipio de La Dorada. La recolección de información se realizará mediante encuestas individuales dirigidas a los responsables de producción o administrativos vinculados a la operación de la planta de mezcla asfáltica. El instrumento consta de diez preguntas: una de selección múltiple, cinco por medio de escala tipo Likert y cuatro cerradas con única respuesta, diseñadas de fuente propia, enfocadas en las necesidades para la creación de una planta de mezcla asfáltica. El tiempo estimado para diligenciar el cuestionario será de aproximadamente 30 minutos por participante. No se requiere una capacitación especial para los encuestadores, dado que serán los propios investigadores

quienes aplicarán directamente el instrumento, siguiendo un protocolo estandarizado para asegurar la uniformidad en la recolección de datos.

3.4.2 Para la Revisión Documental

La revisión documental, según Baena (2017), se despliega en cuatro pasos esenciales: primero, selección sistemática de fuentes (normas ISO, manuales de calidad, artículos académicos y documentos legales) relacionadas con la producción de mezclas asfálticas; segundo, lectura de cada texto para identificar requisitos, criterios y procedimientos del Sistema de Gestión de Calidad aplicables a constructoras; tercero, clasificación y organización de la información en categorías (por ejemplo: controles de proceso, aseguramiento de la calidad, trazabilidad de insumos) que faciliten comparaciones y hallazgos relevantes; y, finalmente, síntesis de los contenidos en un cuadro comparativo que muestre exigencias normativas, brechas actuales y recomendaciones de ajuste. De este modo, la revisión documental aporta un trabajo riguroso para diseñar los protocolos de calidad de la planta de mezcla asfáltica en La Dorada.

3.5 Análisis de Información

3.5.1 Para la Encuesta

El análisis de la información obtenida a través de encuestas implica una organización, categorización y codificación de las respuestas para identificar patrones y tendencias. Primero, los datos se agrupan por preguntas y se asignan valores numéricos o cualitativos a las respuestas (por ejemplo, “sí” = 1, “no” = 0). Luego, se utilizan técnicas descriptivas como frecuencias, porcentajes y medias para interpretar las respuestas de los participantes. De acuerdo con Hernández et al (2014), el análisis debe ser sistemático para transformar los datos crudos en información útil, de modo que se pueda hacer una inferencia sobre la población objetivo, identificando tendencias o comportamientos predominantes. Posteriormente, se deben realizar análisis comparativos (como comparar las respuestas de diferentes grupos) o inferencias estadísticas para validar la consistencia de los resultados. Los resultados se presentan de manera clara y comprensible, utilizando tablas y gráficos.

3.5.2 Para la Revisión Documental

El análisis de la información en la revisión documental consiste en la identificación, interpretación y síntesis de la información relevante de los textos revisados, a partir de las preguntas de investigación. Según Hernández et al. (2014), el proceso incluye la selección de fuentes pertinentes (normas ISO, estudios previos, documentos regulatorios, etc.), seguido de una lectura crítica que permite extraer los conceptos y teorías clave relacionados con el objeto de estudio. Luego, se realiza una organización de la información en categorías temáticas (por ejemplo, requisitos de calidad en la construcción vial o prácticas normativas en el uso de mezcla asfáltica), para poder comparar y contrastar las fuentes. Este análisis será realizado con un enfoque interpretativo, teniendo en cuenta el contexto y las implicaciones prácticas de cada fuente para el desarrollo del proyecto.

3.5.3 Análisis de la Información a Través de la Matriz DOFA

El análisis de la información a través de la matriz DOFA implica una evaluación interna (de las fortalezas y debilidades) y externa (de las oportunidades y amenazas) del proyecto. Según Kotler y Armstrong (2013), este análisis comienza con la identificación de los factores clave que afectan el proyecto, a través de la recolección de datos cualitativos y cuantitativos previos, como los resultados de la encuesta y la revisión documental. Posteriormente, se clasifica la información en cuatro categorías: fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas. El análisis se complementa con la formulación de estrategias que se derivan del cruce de estas categorías, como usar las fortalezas para aprovechar las oportunidades (estrategias FO) o mitigar las debilidades enfrentando las amenazas (estrategias DA). Este proceso permitirá generar recomendaciones estratégicas claras y concretas que guíen la toma de decisiones y la planificación del proyecto.

3.6 Consideraciones Éticas

3.6.1 Análisis de Consideraciones Éticas

Para el caso de esta investigación es necesario tener en cuenta, inicialmente, aspectos éticos en torno a la competencia leal, debido a que se abordará información de otras empresas del mismo sector económico. Luego, es indispensable pensar el proyecto en términos de sostenibilidad ambiental, de manera que su impacto no desfavorezca el medio ambiente. Finalmente, es necesario tener en cuenta los aspectos legales que rigen la construcción de una planta para la producción de mezcla asfáltica. Es de recalcar que todos estos aspectos se abordarán con mayor detalle en los estudios: legal, ambiental y de mercadeo.

4 Resultados

Los hallazgos de esta investigación se estructuran conforme a los objetivos específicos establecidos, lo cual permite una comprensión articulada y profunda de las variables técnicas, financieras, ambientales y comerciales que inciden en la viabilidad de instalar una planta de mezcla asfáltica. Cada uno de los objetivos abordados aporta elementos clave que, al ser analizados de manera conjunta, ofrecen una perspectiva integral para la formulación de decisiones estratégicas. En relación con el primer objetivo —enfocado en caracterizar la demanda potencial— se recurre a enfoques teóricos propuestos por autores como Kotler y Armstrong (2013), quienes brindan herramientas conceptuales para comprender los estudios de mercado y la producción orientada al cliente. Por su parte, el segundo objetivo, centrado en la normatividad aplicable a la creación de una planta de este tipo, considera los estándares establecidos por la norma ISO 9001:2015, así como los lineamientos institucionales de entidades como el INVIAS, además de otros aportes académicos que analizan la regulación en este sector. Finalmente, el estudio culmina con una visión global basada en el análisis de la matriz DOFA, que permite identificar factores clave para la formulación de estrategias resilientes encaminadas al cumplimiento de los propósitos investigativos.

4.1 Demanda Potencial para la Planta de Mezcla Asfáltica en La Dorada

4.1.1 Mercado Consumidor

El mercado consumidor, según Raiteri (2016), se compone de aquellas personas o colectivos que se benefician directamente del bien o servicio adquirido. Más allá de una definición técnica, este concepto encierra una verdad cotidiana: todos somos, en algún momento, consumidores, y nuestras decisiones de compra tienen el poder de transformar la dinámica del mercado. En el caso específico de este estudio de mercado, esta noción adquiere una relevancia particular. Aquí, los consumidores no son solo quienes pavimentan calles, sino también quienes transitan por ellas y exigen condiciones viales dignas. El comportamiento del consumidor local —ya sea una entidad pública interesada en infraestructura o una empresa constructora privada— determina en gran parte la demanda proyectada para el producto. Comprender sus expectativas,

Evaluación para la instalación de una planta de mezcla asfáltica en La Dorada, Caldas

su capacidad de compra y su percepción de valor no es solo una cuestión de estrategia empresarial, sino una necesidad para asegurar la viabilidad del proyecto.

4.1.2 Población Objetivo

La población objetivo de esta investigación está compuesta por los actores e instituciones que demandan mezcla asfáltica de manera directa para la ejecución de obras civiles en el municipio de La Dorada, Caldas. En línea con Raiteri (2016), el consumidor es quien finalmente se beneficia del producto adquirido; en este contexto, los principales consumidores identificados son las entidades gubernamentales de nivel local y regional, así como empresas constructoras y contratistas especializados en infraestructura vial. La Dorada, que en 2024 alcanza una población aproximada de 75.448 habitantes (DANE, 2024), constituye el segundo municipio con mayor número de habitantes en el departamento de Caldas. Este crecimiento demográfico implica un incremento en la demanda de infraestructura, como se evidencia en iniciativas recientes orientadas a la construcción de viviendas para la reubicación de poblaciones asentadas en zonas de alto riesgo. Asimismo, la presencia activa de empresas constructoras y proveedores de materiales en la región refleja un mercado dinámico y en expansión. En consecuencia, las necesidades identificadas y el comportamiento del sector respaldan la viabilidad de establecer una planta de mezcla asfáltica en La Dorada, como se propone en esta investigación.

4.1.3 Encuesta

Para garantizar la validez de la encuesta en el estudio de mercado, se identificó como población clave a actores públicos y privados directamente relacionados con la infraestructura vial y la construcción. En el ámbito institucional, se considera pertinente aplicar la encuesta a entidades como la Alcaldía de La Dorada, la Gobernación de Caldas y el Instituto Nacional de Vías (INVIAS), quienes gestionan y ejecutan obras de desarrollo vial en la región. Del sector privado, empresas como Constructora Antonio Cartagena S.A.S., Inversiones y Construcciones Cabrera ICA S.A.S., Construcciones Civiles D&S S.A.S., JYR Construcciones y Obras Civiles S.A.S., AC Arquitectura & Construcciones S.A.S. y Construcciones Dorada S.A.S. representan una muestra idónea, dado su vínculo con proyectos de ingeniería civil y su presencia activa en la

Evaluación para la instalación de una planta de mezcla asfáltica en La Dorada, Caldas

zona. También, la Cámara de Comercio de La Dorada puede servir como canal de contacto con otros actores económicos del sector. Esta selección no es caprichosa ya que apunta a recoger perspectivas reales de quienes entienden de primera mano las necesidades de la infraestructura regional.

Ahora, para el diseño de la encuesta se contemplaron los factores que inciden en la decisión de compra de mezcla asfáltica, basándose en el conocimiento práctico que el investigador ha acumulado en este sector. El instrumento elaborado consta de diez (10) preguntas cerradas: una corresponde a una selección múltiple, cinco bajo el formato de escala tipo Likert (Hernández et al. 2014) y cuatro preguntas cerradas con única respuesta. La finalidad de esta encuesta es identificar el nivel de interés y aceptación del producto, así como explorar la percepción que tienen las empresas sobre su vínculo con el producto en cuestión. A continuación, se expone el modelo de encuesta formulado con el propósito de evaluar el nivel de aceptación del producto propuesto, así como identificar elementos clave en la dinámica de la relación cliente-producto:

Tabla 1. Formato del instrumento Encuesta

<p>UNIVERSIDAD UNIMINUTO ESPECIALIZACIÓN EN PROYECTOS GERENCIALES ENCUESTA PARA LA PLANTA DE PRODUCCION DE MEZCLAS ASFALTICAS</p>
<p>NOMBRE DEL ENCARGADO: Juan Sebastián Millán Mariño</p>
<p>Encuesta para el desarrollo de proyecto de investigación Evaluación técnica, normativa y de mercado para la instalación de una planta de mezcla asfáltica en La Dorada, Caldas</p>
<p>Esta encuesta se realiza en desarrollo del proyecto de especialización en Proyectos Gerenciales, de la universidad Uniminuto, que lleva como título Evaluación técnica, normativa y de mercado para la instalación de una planta de mezcla asfáltica en La Dorada, Caldas. El siguiente cuestionario tiene como fin obtener información directa de empresas de interés sobre la viabilidad de una planta de producción de mezclas asfálticas en la ciudad de La Dorada.</p>
<p>Gracias por su disposición.</p>
<p>Datos generales Nombre de la empresa: _____ Dirección: _____ NIT: _____ Representante: _____ Número telefónico: _____ Productos y servicios: _____ Experiencia de la empresa: _____</p>

Instrucciones

La siguiente pregunta es de selección múltiple, marque con una x según sea el caso

1. De los siguientes municipios, ¿En cuál desarrolla obras de construcción vial su compañía?

- a. Norcasia
- b. Samaná
- c. Victoria
- d. Marulanda
- e. Manzanares
- f. Pensilvania
- g. Marquetalia
- h. Otro : _____

2. ¿Compraría insumos en una planta generadora de mezcla asfáltica constituida más cerca del casco urbano de La Dorada?

- Definitivamente sí
- Probablemente sí
- Indeciso
- Probablemente no
- Definitivamente no

3. Los pedidos de mezcla asfáltica que realiza su compañía están en un rango de 3 a 10 veces por año

- Definitivamente sí
- Probablemente sí
- Indeciso
- Probablemente no
- Definitivamente no

4. Su proveedor actual de mezcla asfáltica tiene un tiempo de entrega de pedidos inferior a una semana:

- Definitivamente sí
- Probablemente sí
- Indeciso
- Probablemente no
- Definitivamente no

5. La activación de una planta asfáltica más cercana al casco urbano de La Dorada mejoraría las condiciones de inversión para infraestructura vial

- Definitivamente sí
- Probablemente sí
- Indeciso
- Probablemente no
- Definitivamente no

6. Mantiene un crédito activo con su distribuidor actual de mezcla asfáltica

- Definitivamente sí
- Probablemente sí
- Indeciso
- Probablemente no
- Definitivamente no

7. Mensualmente compran una cantidad de metros cúbicos (m^3) de mezcla asfáltica en un rango de:

- a. 0 m^3 a 500 m^3
- b. 501 m^3 a 1500 m^3
- c. 1501 m^3 a 2000 m^3
- d. 2001 m^3 a 2500 m^3

8. Su compañía compra mezcla asfáltica para vías

- a. Primarias
- b. Secundarias
- c. Urbanas

9. Qué aspecto determina su fidelización con una empresa distribuidora de mezcla asfáltica

- a. Condiciones crediticias
- b. Atención
- c. Calidad
- d. Precio
- e. Todas las anteriores

10. ¿Cuándo realiza compras de mezcla asfáltica, solicita el servicio de instalación?

- a. Siempre
- b. La mayoría de las veces
- c. Algunas veces sí, algunas veces no.
- d. La mayoría de las veces no
- e. Nunca

¡Muchas gracias!

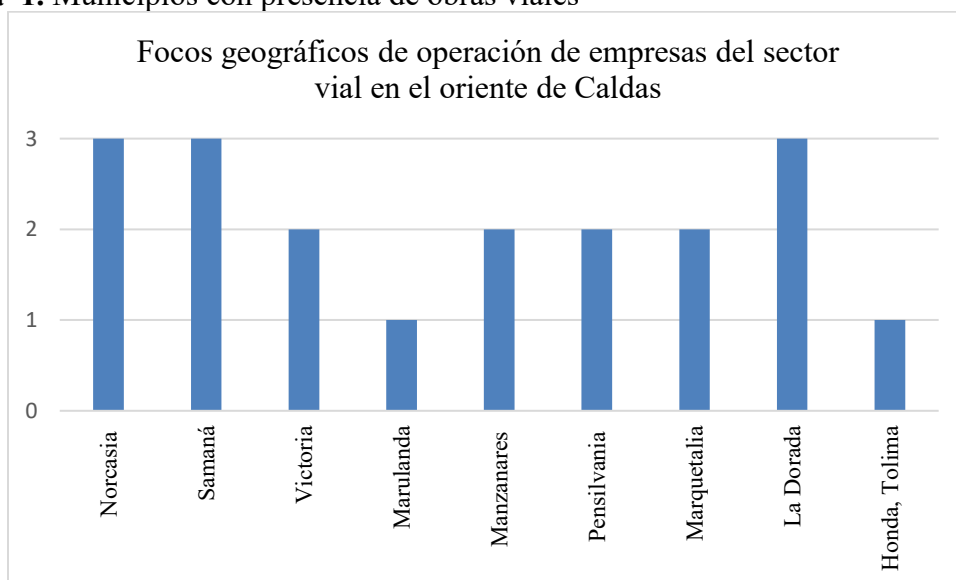
4.1.4 Grado de Aceptación

La aceptación de un producto en el mercado constituye un indicador clave para determinar el nivel de receptividad que puede alcanzar una propuesta comercial entre sus posibles consumidores. Este aspecto resulta fundamental para anticipar si el producto será acogido favorable o desfavorablemente por parte de los compradores potenciales, quienes, idealmente, deben estar claramente definidos para garantizar la fiabilidad de los resultados obtenidos antes de destinar recursos significativos a su implementación. En el caso de esta investigación, el nivel de aceptación fue evaluado mediante la encuesta previamente descrita, aplicada a un representante de cada una de las nueve (9) empresas seleccionadas como muestra

de la población objetivo. A continuación, se presentan los resultados obtenidos para cada una de las diez preguntas formuladas en el instrumento.

La pregunta 1 tenía como objetivo identificar los focos geográficos de operación de las empresas del sector vial en el oriente de Caldas, con énfasis en municipios priorizados como Norcasia, Samaná, Victoria, Marulanda, Manzanares, Pensilvania y Marquetalia, así como la posibilidad de registrar otros municipios no contemplados inicialmente. Los resultados, presentados en la Figura 1. muestran que existe una importante dispersión en la ejecución de obras viales, pero con claras concentraciones en municipios como Norcasia, Samaná y La Dorada, lo que revela posibles polos de demanda actual y futura para servicios asociados como el suministro de mezcla asfáltica. La inclusión reiterada de La Dorada, a pesar de no estar en la lista original, destaca su relevancia estratégica como centro logístico y de operación. Este tipo de segmentación territorial es muy importante en el análisis de mercado para infraestructura. Según Kotler y Amstrong (2013) un estudio de mercado efectivo debe incluir variables geográficas y conductuales para anticipar la demanda localizada, lo cual permite ajustar decisiones sobre ubicación de plantas, rutas de distribución y servicios personalizados. Entonces, es posible decir que la identificación de Norcasia, Samaná y La Dorada como puntos recurrentes para la ejecución de obras viales evidencia la existencia de corredores estratégicos que podrían beneficiarse significativamente con el fortalecimiento de infraestructura de apoyo, como una planta de mezcla asfáltica en La Dorada. Estos hallazgos respaldan decisiones de inversión informadas y territorialmente enfocadas, tal como se espera que ocurra a partir de este estudio.

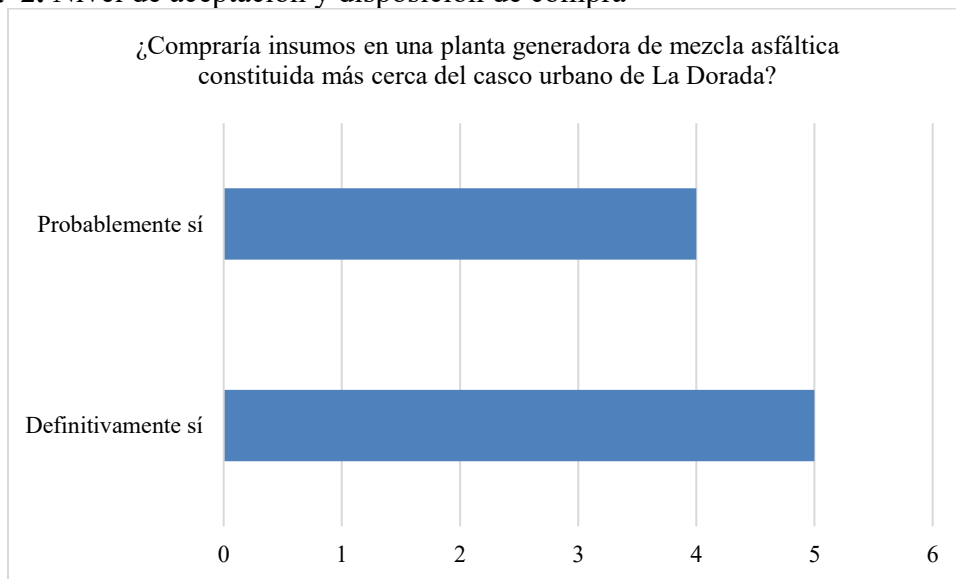
Figura 1. Municipios con presencia de obras viales



Evaluación para la instalación de una planta de mezcla asfáltica en La Dorada, Caldas

Ahora, la pregunta 2 del cuestionario buscaba evaluar el nivel de aceptación y disposición de compra por parte de las empresas constructoras frente a una eventual ubicación estratégica de una planta de mezcla asfáltica cerca del casco urbano de La Dorada. El objetivo era estimar la viabilidad comercial inicial del proyecto a partir de la intención de compra declarada. Los resultados muestran una alta intención de compra, ya que 100 % de los encuestados manifiestan una disposición positiva a adquirir insumos en una planta ubicada en el casco urbano de La Dorada. De ellos, el 55,5 % expresa una decisión firme ("definitivamente sí"), lo que representa un segmento de mercado con alto compromiso, mientras que el 44,5 % restante muestra disposición con cierto grado de evaluación ("probablemente sí"), tal como puede observarse en la Figura 2. De acuerdo con Kotler y Armstrong (2013), este tipo de análisis forma parte de la fase de evaluación del comportamiento del comprador empresarial, donde la intención de compra es un indicador clave de la respuesta esperada ante una oferta nueva o modificada. En contextos B2B como el sector de la construcción vial, factores como la proximidad logística, la disponibilidad oportuna y la reducción de costos de transporte son decisivos en la elección del proveedor, por lo que la localización estratégica influye de forma directa en la intención de compra. En este caso, los resultados sugieren que una planta ubicada en La Dorada tendría un mercado potencial seguro entre los actores ya activos en la región, lo que fortalece el argumento para su instalación y operación. También justifica avanzar hacia estudios de viabilidad financiera y operativa.

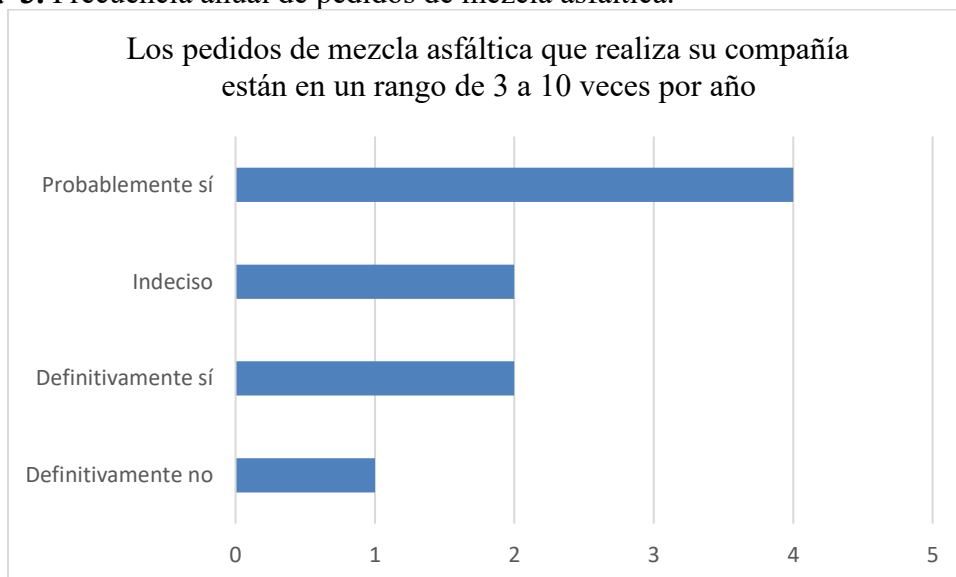
Figura 2. Nivel de aceptación y disposición de compra



Evaluación para la instalación de una planta de mezcla asfáltica en La Dorada, Caldas

La pregunta 3 buscaba cuantificar la frecuencia anual de pedidos de mezcla asfáltica (de 3 a 10 veces por año) con el fin de dimensionar el mercado potencial y la carga de producción que debería cubrir la planta. Según Kotler y Armstrong (2013), en el comportamiento de compra empresarial existen principalmente tres tipos de situación: “nueva tarea”, “recompra” y “compra modificada”. La alta proporción de respuestas “definitivamente sí” y “probablemente sí” (66,6 %, como puede apreciarse en la Figura 3., indica que la mayoría de las empresas realiza pedidos de mezcla de forma recurrente, lo que corresponde a una situación de recompra rutinaria. Se puede interpretar que este tipo de rutina sugiere que los compradores valoran la confiabilidad del suministro y la oportunidad de entrega, elementos que refuerzan la viabilidad de ubicar una planta próxima para atender eficientemente esos pedidos frecuentes. En relación con la investigación, estos resultados confirman una demanda estable y predecible (la mayoría efectúa entre 3 y 10 pedidos al año), lo cual es un insumo muy importante para dimensionar la capacidad instalada de la planta y proyectar volúmenes de producción que garanticen su sostenibilidad operativa y financiera.

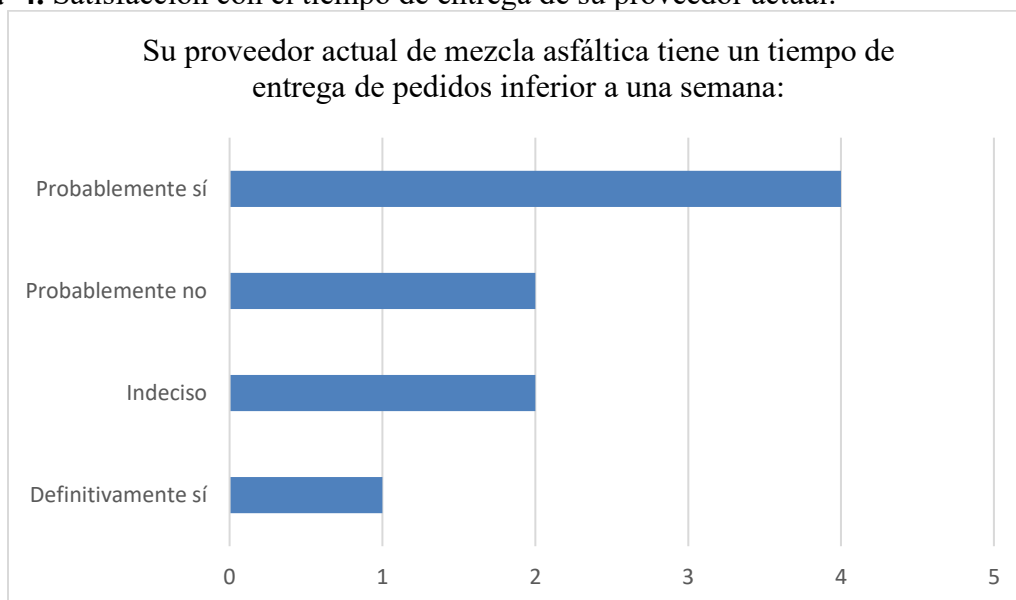
Figura 3. Frecuencia anual de pedidos de mezcla asfáltica.



La pregunta 4 tiene como objetivo determinar si las empresas tienen satisfacción con el tiempo de entrega de su proveedor actual (menos de una semana), lo que permitiría evaluar la competitividad de la planta propuesta en términos de tiempo de respuesta. Esta información es sirve para saber si una planta más cercana podría ofrecer una ventaja competitiva al reducir los tiempos de espera y mejorar la logística de distribución. Según Kotler y Armstrong (2013), uno de los factores que determinan la elección de un proveedor es el servicio al cliente, el cual

incluye la rapidez en la entrega y la capacidad de respuesta para las dificultades que se puedan presentar. La mayoría de las respuestas indican una satisfacción moderada o alta con los tiempos de entrega, ya que 66,6 % de los encuestados confirmaron que los tiempos de entrega actuales son rápidos o muy rápidos (44,4 % "probablemente sí" y 22,2 % "definitivamente sí"). Sin embargo, hay una parte de la muestra que no está completamente segura de esta situación (22,2 % "Indeciso") o que percibe tiempos de entrega más largos (11,1 % "probablemente no"), como lo muestra la Figura 4. A partir de este resultado, es posible concluir que una planta más cercana al casco urbano de La Dorada podría ofrecer una ventaja significativa en términos de reducción del tiempo de entrega, lo que podría mejorar el servicio y la competitividad de las empresas constructoras en la región.

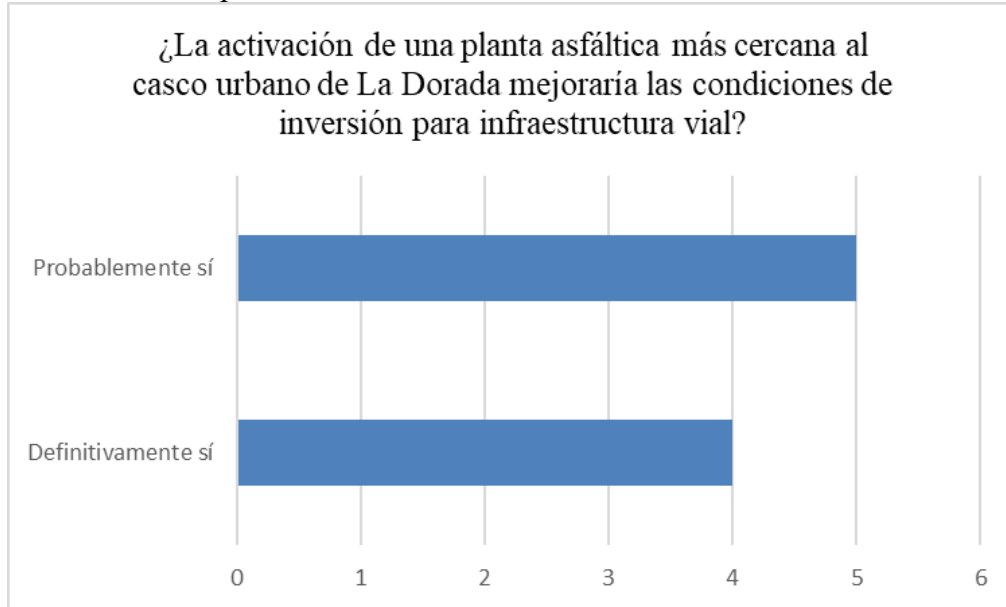
Figura 4. Satisfacción con el tiempo de entrega de su proveedor actual.



La pregunta 5 tenía como objetivo identificar si la ubicación estratégica de una planta asfáltica más cercana al casco urbano de La Dorada podría incidir positivamente en las condiciones de inversión para obras de infraestructura vial. Los resultados muestran una respuesta positiva unánime a esta idea, ya que el 100% de los encuestados respondieron afirmativamente (55,6% "probablemente sí" y 44,4% "definitivamente sí"). Este dato evidencia una percepción compartida por las entidades constructoras y gubernamentales de que la proximidad de la planta reduciría los costos logísticos y operativos, mejorando la eficiencia en los tiempos de entrega y generando un entorno más favorable para la inversión en proyectos viales. Esta visión coincide con lo planteado por Kotler y Armstrong (2013), quienes señalan que

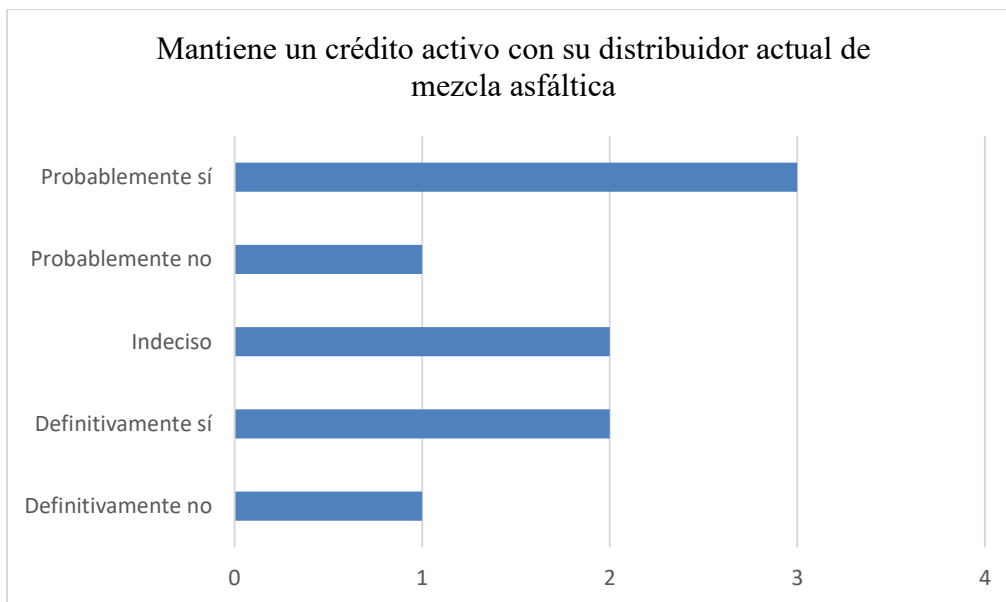
la ubicación y accesibilidad de los proveedores son factores determinantes en las decisiones de compra organizacional, especialmente cuando se trata de suministros clave como la mezcla asfáltica.

Figura 5. Cercanía de la planta de mezcla asfáltica e inversión en infraestructura vial.



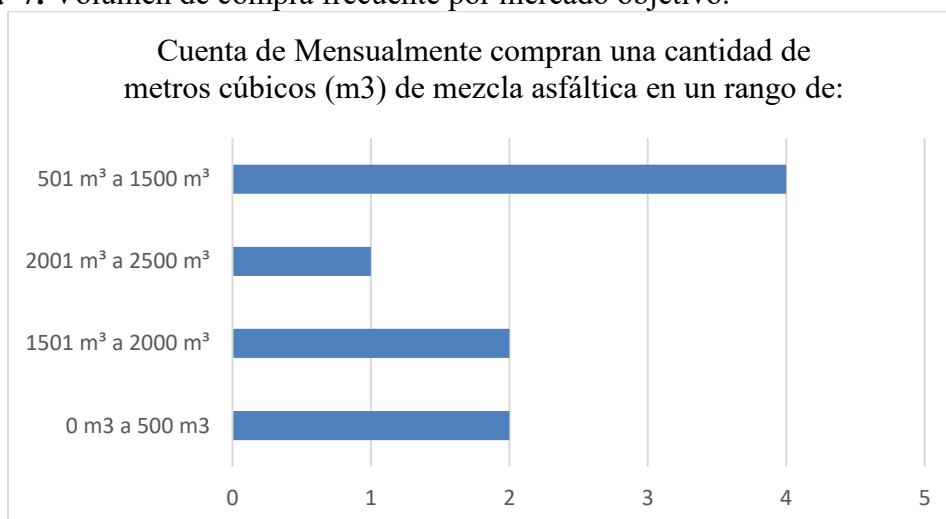
La pregunta 6 sobre si las compañías mantienen un crédito activo con su distribuidor actual de mezcla asfáltica tenía como objetivo comprender las condiciones de pago y la flexibilidad financiera en la relación comercial entre las empresas constructoras y sus proveedores. La diversidad en las respuestas como se puede observar en la Figura 6 refleja que, aunque existe una tendencia a mantener relaciones crediticias con los proveedores, no es una práctica generalizada. Este panorama sugiere que ofrecer condiciones de financiamiento accesibles podría representar una ventaja competitiva para una nueva planta en La Dorada. De acuerdo con Kotler y Armstrong (2013), los términos de pago son un factor clave en el comportamiento de compra organizacional, ya que influyen directamente en la liquidez de las empresas y en su disposición a establecer vínculos comerciales estables y duraderos.

Figura 6. Comportamiento crediticio con distribuidor actual.



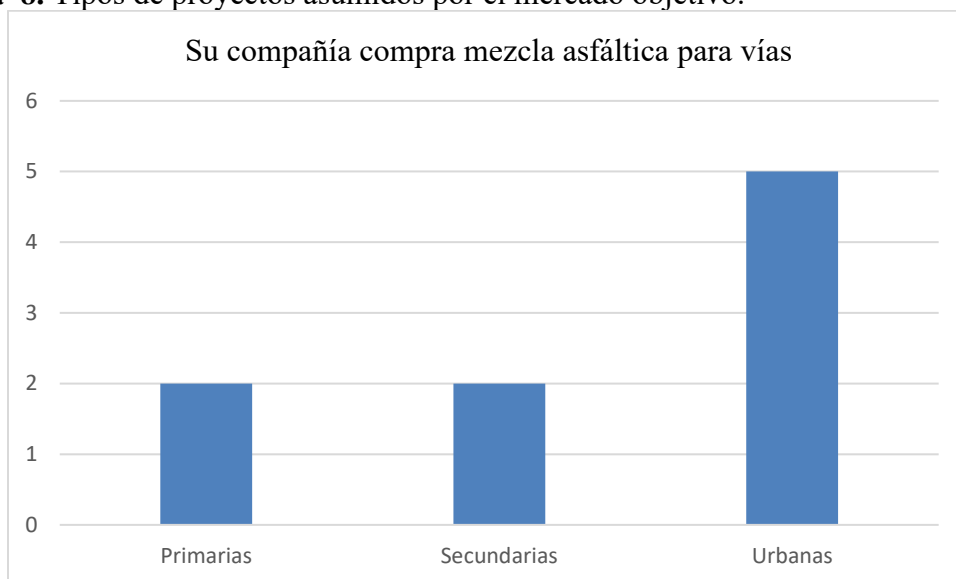
La pregunta 7 sobre la cantidad mensual de metros cúbicos (m^3) de mezcla asfáltica que compran las empresas tenía como propósito identificar la magnitud de la demanda actual del producto, lo cual sirve para estimar la capacidad de producción requerida por una nueva planta. Los resultados muestran una demanda diversificada, aunque con una clara concentración en el rango de $501 m^3$ a $1500 m^3$, que fue elegido por cuatro empresas. Esta información, que se muestra en la Figura 7 evidencia que existe una demanda significativa y sostenida de mezcla asfáltica en la región, lo que refuerza la posibilidad comercial del proyecto. Según Kotler y Armstrong (2013), conocer el volumen de compra permite a las empresas ajustar su oferta al perfil de sus clientes, optimizando costos y capacidad operativa de manera estratégica.

Figura 7. Volumen de compra frecuente por mercado objetivo.



El objetivo de la pregunta 8 era identificar el tipo de vías para las cuales las empresas compran mezcla asfáltica, con el fin de entender mejor los requerimientos técnicos y operativos del producto según su uso final. Los resultados plasmados en la Figura 8 muestran que la mayoría de las compañías encuestadas (cinco de nueve) utilizan la mezcla para vías urbanas, mientras que dos la emplean para vías secundarias y otras dos para vías primarias. Este patrón indica una alta demanda para proyectos de pavimentación urbana, que suelen requerir mezcla asfáltica con especificaciones técnicas particulares, relacionadas con tránsito liviano a moderado y condiciones de acceso más controladas (Chavarro y Molina, 2015). Como señalan Kotler y Armstrong (2013), comprender el contexto de uso del producto es fundamental para definir su diseño, segmentar el mercado y planear la distribución de manera eficiente.

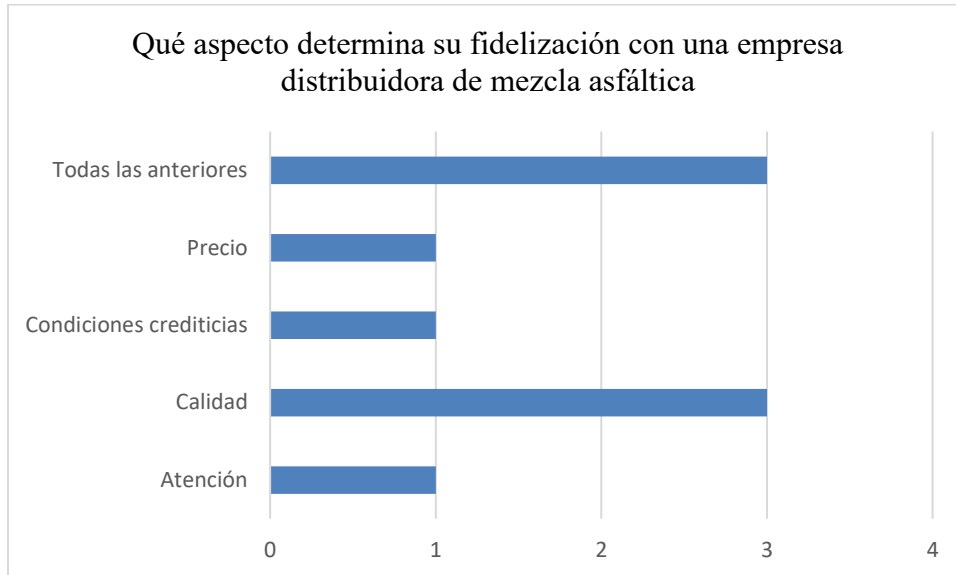
Figura 8. Tipos de proyectos asumidos por el mercado objetivo.



Con la pregunta 9 se quiso identificar qué aspectos valoran más las compañías al momento de fidelizarse con una empresa distribuidora de mezcla asfáltica, para conocer los factores que influyen en su permanencia como clientes, porque no se trata de venderles una sola vez, sino de que se hagan clientes permanentes y se asegure la permanencia y el crecimiento de la planta. Los resultados en la Figura 9 muestran que la opción “Todas las anteriores” —que agrupa calidad, precio, atención y condiciones crediticias— fue seleccionada por tres empresas, mientras que “Calidad” fue elegida por otras tres. Las respuestas restantes se distribuyen entre “Precio”, “Atención” y “Condiciones crediticias”. Esto revela que, aunque la calidad sigue siendo un factor esencial en la toma de decisiones, las empresas valoran una combinación integral de atributos que garanticen eficiencia, confianza y respaldo. De acuerdo con Kotler y

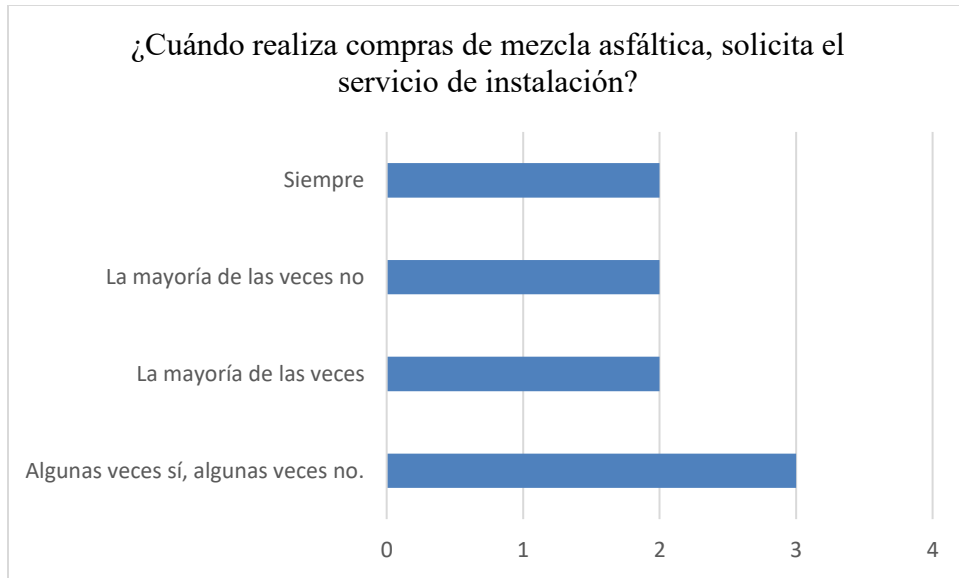
Armstrong (2013), la fidelización del cliente no depende exclusivamente del producto, sino de una propuesta de valor completa que responda a sus expectativas y construya relaciones duraderas. En este sentido, una planta productora en La Dorada tendría oportunidades claras si logra reunir estos elementos clave en su estrategia comercial.

Figura 9. Factores de fidelización.



Para cerrar, con la pregunta 10 se pretendió identificar la frecuencia con la que las empresas adquieren mezcla asfáltica, pero también revisar si contratan el servicio de instalación, para así estimar el valor agregado que esperan recibir y evaluar una posible integración de servicios en una planta local. Los resultados revelan que la mayoría de las empresas se inclinan por una contratación parcial. El patrón que muestran los resultados de la Figura 10 sugiere que si bien el suministro de mezcla asfáltica es una necesidad constante, el servicio de instalación es considerado opcional o dependiente de condiciones específicas del proyecto. Según Kotler y Armstrong (2013), esto evidencia una segmentación de mercado basada en las necesidades del cliente, donde ofrecer servicios complementarios puede representar una ventaja competitiva, siempre que se adapten a la demanda flexible y diversa de los compradores.

Figura 10. Identificación de la necesidad del servicio de instalación.



4.2 Requisitos Normativos Aplicables a la Producción y Suministro de Mezcla Asfáltica

El segundo objetivo que se propone revisar los requisitos normativos del Sistema de Gestión de Calidad ISO aplicables a la producción y suministro de mezcla asfáltica en empresas constructoras, con base en documentación técnica y reglamentaria vigente, se aplicó el instrumento denominado Revisión Documental (Baena, 2017), mediante un análisis de fuentes, tanto normativas como técnicas y académicas, relacionadas con el Sistema de Gestión de Calidad ISO aplicable a la producción y suministro de mezcla asfáltica en empresas constructoras.

Para esto, se seleccionaron documentos relevantes como la norma ISO 9001:2015, que establece los principios y requisitos generales para los sistemas de gestión de calidad, así como manuales y guías técnicas del Instituto Nacional de Vías (INVIAS), que especifican los criterios para el diseño, control y ejecución de pavimentos asfálticos en Colombia. Además, se incorporaron estudios sobre el desempeño de mezclas asfálticas con alto contenido de RAP y manuales prácticos sobre el control de calidad en la producción y en la obra.

Cada uno de estos documentos se analizó con el objetivo de identificar los requisitos normativos, las mejores prácticas y las directrices relacionadas con la producción y control de la mezcla asfáltica, asegurando que estén alineados tanto con los estándares internacionales de calidad como con las normativas locales. Este proceso de revisión permitió identificar las mejores prácticas y, al mismo tiempo, los vacíos en la documentación vigente, proporcionando

una visión más completa sobre la gestión de calidad en el proceso de producción y suministro de mezcla asfáltica.

Entre los documentos normativos y técnicos más relevantes para esta investigación se encuentran, en primer lugar, la norma ISO 9001:2015, la cual proporciona un marco general para la gestión de la calidad aplicable a todo tipo de organizaciones, incluyendo aquellas del sector de la construcción vial. Esta norma enfatiza la mejora continua y la satisfacción del cliente como pilares fundamentales de los procesos productivos (ISO, 2015). En segundo lugar, se considera el *Manual de Diseño de Pavimentos Asfálticos para Vías con Bajos Volúmenes de Tránsito*, publicado por el Instituto Nacional de Vías – INVIAS, que orienta el diseño técnico de pavimentos y la formulación de mezclas asfálticas, aspecto fundamental para garantizar la especificación y el desempeño adecuado de los materiales utilizados (INVIAS, 2013). Asimismo, el *Manual para el Control de Mezclas de Pavimentos Rígidos en Obra* establece criterios para la verificación de calidad en campo, asegurando que las mezclas empleadas en obra cumplan con los estándares exigidos por la normativa nacional (INVIAS, 2010). Finalmente, se incorpora un estudio técnico sobre mezclas asfálticas con alto contenido de RAP (pavimento reciclado), el cual analiza la viabilidad de incorporar prácticas sostenibles en el proceso de producción sin comprometer la calidad del producto final (Martínez et al., 2020). Estos documentos abarcan desde la etapa de diseño hasta la ejecución y el control de calidad, resultando importantes para el cumplimiento de los requisitos establecidos por un Sistema de Gestión de la Calidad (SGC) en proyectos de infraestructura vial.

4.2.1 Análisis de Documentos

La revisión documental se llevó a cabo mediante un análisis de los documentos seleccionados, los cuales fueron cuidadosamente comparados con las normativas y estándares internacionales y nacionales relevantes. Para esto, se construyeron unas matrices que permitieron seleccionar únicamente la información más pertinente así: primero, se identificaron los objetivos y los requerimientos clave de cada documento, prestando especial atención a aquellos elementos que son directamente aplicables a la producción y control de calidad en la mezcla asfáltica para proyectos viales. Luego, se cruzaron estos requerimientos con las mejores prácticas recomendadas en la industria de la construcción vial, tomando en cuenta tanto las normativas

generales sobre gestión de calidad (como la ISO 9001) como las especificaciones técnicas sectoriales (como las del INVIAS). Además, se destacó la importancia de asegurar la calidad de los materiales desde la planta de producción hasta la obra final, identificando y abordando cualquier vacío o limitación en los documentos respecto a los controles específicos para la mezcla asfáltica y su implementación en obra. A continuación, se presentan las matrices con su respectivo análisis.

Ahora, cada una de las matrices se analiza a partir de sus requisitos relevantes. Estos hacen referencia a los elementos establecidos en cada documento que son esenciales para garantizar el cumplimiento de los estándares de calidad en el proceso de producción y suministro de la mezcla asfáltica. Estos requisitos incluyen las condiciones y especificaciones necesarias para implementar correctamente un sistema de gestión de calidad (SGC) y asegurar que las mezclas asfálticas producidas cumplan con las normas y expectativas del proyecto. De acuerdo a lo que se busca dar a entender, estos abarcan varias áreas: las condiciones técnicas que definen el diseño, producción y control de la mezcla asfáltica; las normas de calidad que aseguran la durabilidad, estabilidad y resistencia de la mezcla; los procedimientos de control que incluyen los métodos de ensayo y pruebas para garantizar la calidad en todo el proceso; los requisitos de trazabilidad, que permiten documentar y rastrear cada fase de la producción, y los criterios de aceptación, que establecen los parámetros bajo los cuales la mezcla es considerada apta para su uso en obra, asegurando que cumpla con los estándares técnicos requeridos.

Tabla 2. Matriz ISO 9001-2015 Sistema de Gestión de la Calidad.

Elemento	Descripción
Fuente	Norma Técnica Internacional: ISO 9001:2015 – Sistemas de Gestión de la Calidad
Año de publicación	2015
Autor	Organización Internacional de Normalización (ISO), organización no gubernamental encargada de la estandarización internacional en diversos campos.
Objetivo del documento	Proporcionar un marco que establezca los requisitos mínimos para un Sistema de Gestión de la Calidad (SGC), con el fin de mejorar la eficiencia operativa, satisfacer las expectativas de los clientes y asegurar la mejora continua en la organización.
Ámbito de aplicación	Aplicable a cualquier tipo de organización que desee implementar un enfoque sistemático para la mejora de la calidad, incluyendo las empresas constructoras encargadas de la producción de mezcla asfáltica, que deben garantizar la calidad a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto vial.

**Requisitos
relevantes**

- Gestión de la calidad: Monitoreo y control de procesos productivos, esenciales para asegurar la calidad consistente de la mezcla asfáltica.
 - Control de documentación: Asegurar que toda la documentación relevante, desde especificaciones técnicas hasta registros de calidad, esté actualizada y sea accesible.
 - Mejora continua: Evaluación continua de los procesos y la implementación de acciones correctivas y preventivas para optimizar la calidad.
 - Relación con proveedores: Asegurar que los proveedores de materiales para la mezcla asfáltica cumplan con estándares de calidad, realizando auditorías periódicas.
 - Vinculación con la ISO 9001:2015. Cláusula 8 (Operación): Esta cláusula cubre la gestión de la producción y suministro, clave para la industria de la mezcla asfáltica. En ella, se especifican los requisitos para la planificación, control y mejora de los procesos productivos de manera que se cumplan las expectativas de calidad del cliente. Prácticas recomendadas.
 - Monitoreo continuo: Implementación de sistemas de control en tiempo real para garantizar la calidad constante de la mezcla asfáltica durante la producción.
 - Gestión proactiva de riesgos: Identificación de puntos críticos en la producción y suministro de la mezcla, y aplicación de medidas preventivas.
-

La primera matriz (Tabla 2) deja claro que, bajo la mirada de la ISO 9001:2015, lo más importante de la gestión de la calidad en la producción de mezcla asfáltica se asienta en el monitoreo y control de cada paso del proceso productivo. Esto implica definir criterios documentados desde la dosificación de los agregados hasta la temperatura de la mezcla y contar con instrumentos de medición en tiempo real que permitan detectar variaciones y aplicar correcciones inmediatas (ISO, 2015). Al mismo tiempo, el control de la documentación exige que todos los registros, desde los protocolos de prueba hasta los informes de entrega, estén actualizados, sean accesibles y se rijan por procedimientos de gestión de la información que eviten pérdidas o inconsistencias, garantizando trazabilidad frente a auditorías internas y externas.

Se puede identificar también que el compromiso con la mejora continua se traduce en ciclos permanentes de revisión de procesos: se analizan indicadores clave (tiempos de respuesta, tasas de rechazo de lotes, cumplimiento de especificaciones) y, con base en esos datos, se implementan acciones correctivas y preventivas que elevan la confiabilidad del producto. La

norma sugiere además una gestión proactiva de riesgos, identificando puntos críticos como variaciones en la calidad del asfalto o demoras logísticas, y estableciendo planes de contingencia para minimizarlos. Finalmente, la relación con proveedores se fortalece mediante evaluaciones y auditorías periódicas que certifiquen el cumplimiento de los estándares de los insumos (agregados, betún, aditivos), asegurando que la materia prima que ingresa a la planta contribuya efectivamente a la estabilidad y durabilidad de la mezcla asfáltica, tal como exige la norma.

Tabla 3. Matriz Manual de Diseño de Pavimentos Asfálticos para Vías con Bajos Volúmenes de Tránsito (INVIAS)

Elemento	Descripción
Fuente	Manual Técnico
Año de publicación	2020
Autor	Instituto Nacional de Vías (INVIAS), entidad gubernamental encargada del diseño y mantenimiento de las vías nacionales en Colombia.
Objetivo del documento	Establecer directrices técnicas para el diseño de pavimentos asfálticos en vías rurales y urbanas con bajos volúmenes de tránsito, garantizando la durabilidad y la eficiencia de las mezclas en estos contextos específicos.
Ámbito de aplicación	Aplicable en la planificación y ejecución de proyectos de pavimentación en Colombia, especialmente en vías rurales y urbanas con bajo tránsito vehicular, un entorno común en los proyectos de construcción vial en zonas con menor densidad vehicular.
Requisitos relevantes	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño de mezcla asfáltica: Especificaciones precisas sobre las proporciones y características de las mezclas asfálticas adecuadas para este tipo de vías. • Control de calidad: Métodos de ensayo para asegurar que las mezclas cumplan con las normas de resistencia, durabilidad y desempeño. • Selección de materiales: Recomendaciones sobre los tipos de agregados y asfalto que se deben utilizar, considerando las condiciones climáticas y de tráfico. • Vinculación con la ISO 9001:2015: Se integra con la cláusula 8 de la ISO 9001:2015, enfocándose en la gestión de la producción y control de calidad, lo que es esencial para garantizar que las mezclas asfálticas cumplan con las especificaciones técnica. • Prácticas recomendadas: Control de temperatura y humedad: Asegurar que las mezclas sean producidas y aplicadas dentro de los rangos térmicos adecuados para evitar fallas en la pavimentación. Pruebas de compactación y estabilidad: Realización de ensayos para validar que las mezclas tienen la resistencia adecuada para soportar el tráfico de baja intensidad. • Implicaciones en la gestión de calidad: Este manual refuerza la importancia de mantener un control riguroso sobre las propiedades de las mezclas asfálticas, lo cual es esencial para mantener la calidad en

proyectos viales con tráficos limitados, y se alinea con los principios de calidad y mejora continua de la ISO 9001.

El Manual de Diseño de Pavimentos Asfálticos para Vías con Bajos Volúmenes de Tránsito del INVIAS, desarrollados en la Tabla 3 es una guía para garantizar la calidad y funcionalidad de las mezclas asfálticas destinadas a vías de bajo tránsito. Uno de los requisitos más relevantes identificados en este documento es el diseño de la mezcla asfáltica, que se define con precisión a través de especificaciones sobre granulometría, contenido óptimo de asfalto y características mecánicas de desempeño. Estas directrices están alineadas con la necesidad de adaptar la mezcla a las condiciones del terreno, el clima y el volumen vehicular, asegurando la durabilidad del pavimento sin incurrir en sobrecostos. Este enfoque técnico se complementa con orientaciones detalladas sobre la selección de materiales, como el tipo de agregados y asfaltos, enfatizando la importancia de que los insumos cumplan criterios de calidad y disponibilidad local, elementos esenciales para la sostenibilidad del proyecto.

En coherencia con la Cláusula 8 de la ISO 9001:2015, que regula la operación y control de los procesos productivos, el manual destaca el control de calidad mediante métodos de ensayo normalizados que evalúan la resistencia, estabilidad y comportamiento de las mezclas en campo. Sin embargo, aunque se hace énfasis en las pruebas de compactación y estabilidad en obra, se detecta una limitación importante: no se profundiza en los procedimientos específicos para el control de calidad dentro de la planta de producción. Esto representa un vacío operativo que puede afectar la trazabilidad y la consistencia del producto final. Por ello, si bien el manual puede ser una herramienta para los proyectos viales de bajo tráfico, su adecuada implementación exige una articulación con sistemas de gestión de calidad basados en la ISO 9001, así como la capacitación técnica del personal involucrado en la producción y aplicación de la mezcla, garantizando así la calidad y la vida útil de la infraestructura vial construida.

Tabla 4. Matriz del Manual para el Control de Mezclas de Pavimentos Rígidos en Obra.

Elemento	Descripción
Fuente	Manual de Control de Calidad
Año de publicación	2018
Autor	Harby Esteban Cuesta Mosquera, Ubany de Jesús Zuluaga
Objetivo del documento	Brindar un marco práctico y detallado para controlar la calidad de las mezclas asfálticas en obra, desde la producción hasta la colocación final en las vías.
Ámbito de aplicación	Aplicable a proyectos viales en Colombia que impliquen la colocación de pavimentos rígidos y mezcla asfáltica en obras en construcción.

Requisitos relevantes	<ul style="list-style-type: none">• Pruebas de resistencia: Determinación de la resistencia a la tracción y adherencia de las mezclas asfálticas.• Control de temperatura: Monitoreo de las temperaturas de la mezcla para garantizar su adecuada compactación y adherencia.• Criterios de aceptación: Definición de los parámetros para la aceptación de las mezclas una vez aplicadas. Vinculación con la ISO 9001:2015: Alineado con la cláusula 8 de la ISO, que se refiere al control de calidad en todas las fases de producción y colocación de pavimento. Prácticas recomendadas:<ul style="list-style-type: none">• Supervisión constante: Realización de controles in situ para asegurar que el proceso de pavimentación se lleva a cabo de acuerdo con los estándares.• Ensayos continuos: Evaluación constante de la mezcla durante la ejecución para asegurar su integridad y durabilidad a largo plazo.• Implicaciones en la gestión de calidad: Refuerza la importancia de la calidad en la fase de colocación, asegurando que la mezcla asfáltica cumpla con las especificaciones para evitar fallas prematuras en la obra.
------------------------------	---

La Tabla 4 presenta la revisión del Manual para el Control de Mezclas de Pavimentos Rígidos en Obra, el cual establece lineamientos fundamentales para asegurar que el proceso de colocación de la mezcla cumpla con los estándares de calidad esperados en proyectos viales. Al analizar el documento se destaca la aplicación de pruebas de resistencia, específicamente orientadas a evaluar la tracción y adherencia de las mezclas, aspectos clave para garantizar la durabilidad del pavimento frente a las cargas vehiculares y condiciones climáticas. También, se resalta el control de temperatura durante el proceso de aplicación, elemento crítico para asegurar una correcta compactación y evitar fisuras prematuras. Luego, se establecen criterios de aceptación claros para la mezcla ya aplicada, lo cual permite estandarizar los parámetros que determinan si una intervención vial cumple con los requisitos técnicos del proyecto.

Este enfoque está estrechamente relacionado con la Cláusula 8 de la ISO 9001:2015, que aborda el control de los procesos operativos en condiciones reales. En este sentido, el manual propone prácticas como la supervisión constante en obra y los ensayos continuos, que permiten verificar en tiempo real el cumplimiento de las especificaciones técnicas, fortaleciendo así el sistema de gestión de calidad. Sin embargo, se identificó una limitación importante: la falta de procedimientos detallados sobre la trazabilidad de la mezcla desde la planta hasta su llegada a obra. Esta omisión puede debilitar el control integral del proceso, generando incertidumbre sobre

la calidad del producto previo a su aplicación. Aunque el manual es altamente eficaz en la fase de ejecución en campo, su efectividad se ve condicionada por la necesidad de articularse con normativas complementarias enfocadas en la producción y transporte de la mezcla, asegurando así una gestión de calidad completa y alineada con los principios de la ISO 9001:2015.

Tabla 5. Matriz de Evaluación del Desempeño de una Mezcla Asfáltica Densa en Caliente Tipo MSC-25 del INVIAS con Alto Contenido de RAP

Elemento	Descripción
Fuente	Estudio técnico
Año de publicación	2020
Autor	Pablo Andrés Vargas Niño
Objetivo del documento	Evaluar el desempeño de una mezcla asfáltica con alto contenido de RAP (material reciclado) en comparación con las especificaciones estándar de la INVIAS.
Ámbito de aplicación	Evaluación del desempeño de mezclas asfálticas recicladas para pavimentación en carreteras colombianas, centrado en la sostenibilidad y el uso de materiales reciclados.
Requisitos relevantes	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de RAP: Establece las condiciones para la inclusión de materiales reciclados sin comprometer la calidad de la mezcla. • Evaluación de resistencia: Métodos de evaluación para asegurar que la mezcla reciclada cumpla con los requisitos de resistencia, durabilidad y funcionalidad. • Pruebas de desempeño: Evaluación de la mezcla bajo condiciones extremas, como variaciones de temperatura y tráfico pesado. Vinculación con la ISO 9001:2015: Vinculada con la cláusula 8 de la ISO 9001, que trata el control de calidad del proceso productivo y la verificación de materiales, en especial los reciclados. Prácticas recomendadas. • Monitoreo de la mezcla reciclada: Asegurar que el RAP no afecte negativamente la calidad de la mezcla. • Pruebas periódicas: Realización de pruebas para verificar la resistencia y desempeño de la mezcla a largo plazo. • Implicaciones en la gestión de calidad: Contribuye al cumplimiento de los estándares de calidad y sostenibilidad, favoreciendo el uso responsable de recursos y la reducción de residuos.

Por último, en la Tabla 5 se presenta el estudio: Evaluación del Desempeño de una Mezcla Asfáltica Densa en Caliente Tipo MSC-25 del INVIAS con Alto Contenido de RAP. Este estudio técnico es muy valioso para el avance de prácticas sostenibles en la infraestructura vial colombiana. Su objetivo es evaluar si la inclusión de altos porcentajes de RAP (pavimento

asfáltico reciclado) compromete o no la resistencia y durabilidad de las mezclas tipo MSC-25. Entre los requisitos destacan el uso controlado de RAP, estableciendo parámetros técnicos para su incorporación sin afectar la calidad; la evaluación de la resistencia mecánica mediante ensayos estandarizados; y las pruebas de desempeño bajo condiciones reales y exigentes, como el tráfico pesado o los cambios térmicos bruscos, lo cual permite anticipar la durabilidad del material en condiciones operativas reales.

Desde el enfoque de la gestión de calidad, este documento se articula claramente con la Cláusula 8 de la ISO 9001:2015, al abordar la verificación de materiales, el control del proceso productivo y el cumplimiento de especificaciones técnicas para asegurar la conformidad del producto final. Entre las prácticas recomendadas sobresalen el monitoreo sistemático del comportamiento del RAP y la realización de pruebas periódicas para garantizar un desempeño sostenido a lo largo del tiempo. En términos de implicaciones para la gestión de calidad, este estudio apoya la adopción de métodos sostenibles en la producción de mezclas asfálticas, promoviendo un enfoque riguroso en el aseguramiento de la calidad, demostrando que es posible integrar la innovación ambiental sin sacrificar la integridad estructural del pavimento. Sin embargo, la generalización de sus resultados requerirá replicabilidad en distintas regiones y condiciones, así como la adaptación normativa correspondiente.

4.3 Matriz DOFA – Proyecto de Instalación de Planta de Mezcla Asfáltica en La Dorada

Para la elaboración de la Matriz DOFA se siguió un proceso metodológico fundamentado en el enfoque propuesto por Kotler y Armstrong (2013), el cual parte del análisis del entorno interno y externo de la organización o proyecto. En primera instancia, se recopilaron datos cualitativos y cuantitativos derivados de encuesta que buscaba identificar la demanda potencial y la revisión documental normativa. Posteriormente, se organizaron estos insumos en categorías de factores internos (fortalezas y debilidades) y externos (oportunidades y amenazas), analizando su impacto sobre la viabilidad técnica, operativa y económica del proyecto.

Los criterios aplicados para seleccionar y clasificar los ítems de la matriz se basaron en la relevancia, la influencia directa sobre el desempeño del proyecto y su grado de control. Siguiendo a Kotler y Armstrong (2013), se consideraron como fortalezas aquellos atributos internos que representan ventajas competitivas o capacidades diferenciales, como la ubicación

estratégica o la posibilidad de alinearse con estándares ISO desde el inicio. Las debilidades se identificaron como limitaciones internas que podrían obstaculizar el logro de los objetivos, como la falta de experiencia técnica local. Las oportunidades se eligieron por representar factores externos favorables del entorno político, económico o sectorial que pueden potenciar el éxito del proyecto, como la creciente inversión en infraestructura vial y los incentivos a la sostenibilidad. Finalmente, las amenazas se definieron como factores externos que podrían poner en riesgo la ejecución o rentabilidad del proyecto, incluyendo la volatilidad de los precios del asfalto o las exigencias regulatorias ambientales. Este enfoque permitió estructurar la matriz de la que se derivan algunas estrategias concretas para la toma de decisiones.

A continuación, se presenta en la Tabla 6. La Matriz DOFA:

Tabla 6. Matriz DOFA.

<p>Estrategias FO (Fortalezas + Oportunidades)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Usar la ubicación estratégica y la disponibilidad de agregados para captar contratos regionales de mantenimiento y pavimentación. • Incorporar desde el inicio sistemas de control de calidad certificados bajo ISO 9001:2015 y procesos para mezcla con RAP, aprovechando los incentivos sostenibles del gobierno. • Establecer alianzas estratégicas con universidades locales (Manizales, Medellín) para capacitación técnica y proyectos de innovación aplicada. • Diferenciarse por el cumplimiento estricto de normativas técnicas (INVIAS) y buenas prácticas en obra para ganar licitaciones públicas. 	<p>Estrategias DO (Debilidades + Oportunidades)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Superar la falta de experiencia mediante convenios con instituciones educativas y técnicas para formación del personal operativo y de laboratorio. • Mitigar la carencia de infraestructura de ensayo con convenios temporales con laboratorios certificados mientras se fortalece la planta. • Buscar fuentes de financiación externa (cooperación internacional, regalías, fondos de infraestructura) para compensar la inversión inicial elevada. • Desarrollar desde el inicio una plataforma digital de trazabilidad de la mezcla, apoyada en software especializado y buenas prácticas documentales.
<p>Estrategias FA (Fortalezas + Amenazas)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aprovechar el soporte técnico de los manuales del INVIAS para enfrentar la competencia, asegurando la calidad técnica como valor agregado. • Usar la incorporación de RAP como estrategia de diferenciación ante alza de precios del asfalto y para reducir huella ambiental. • Diseñar protocolos internos robustos para la gestión climática en producción 	<p>Estrategias DA (Debilidades + Amenazas)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Crear un plan de gestión de riesgos regulatorios y ambientales con asesoría jurídica y técnica especializada desde el diseño del proyecto. • Invertir desde el principio en un sistema de gestión documental y de calidad que asegure cumplimiento y trazabilidad, reduciendo vulnerabilidad ante sanciones.

<p>y aplicación de mezcla, minimizando el impacto de la variabilidad meteorológica.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Establecer relaciones contractuales claras y diversificadas (privado-público) para no depender exclusivamente de proyectos estatales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Diseñar una estrategia de escalabilidad operativa que permita comenzar en menor escala y crecer progresivamente para reducir exposición financiera. • Implementar una política de diversificación de proveedores de asfalto y otros insumos, para mitigar la dependencia de precios internacionales.
---	---

4.3.1 Estrategias FO (Fortalezas + Oportunidades)

Las estrategias FO (Fortalezas + Oportunidades) formuladas para el presente proyecto se sustentan en una combinación entre las capacidades internas identificadas y las condiciones externas favorables, tal como lo proponen Kotler y Armstrong (2013). En primer lugar, la FO1 aprovecha la ubicación geográfica estratégica del municipio, situado en un nodo vial entre los departamentos de Caldas, Cundinamarca y Antioquia, junto con la disponibilidad de agregados pétreos en la región, para posicionar la planta como proveedor regional. Esta acción permite responder a la creciente demanda de contratos de mantenimiento y pavimentación vial, especialmente en el marco del fortalecimiento de la infraestructura nacional y los planes de mejoramiento rural, alineándose además con las necesidades detectadas en la revisión documental y normativa del sector.

La estrategia FO2 se fundamenta en los hallazgos técnicos del documento sobre evaluación de mezclas con alto contenido de RAP (INVIAS, 2020), que demuestra la viabilidad del uso de materiales reciclados sin comprometer la calidad. Integrar desde el inicio un sistema de gestión de calidad basado en la norma ISO 9001:2015 (específicamente en su cláusula 8 sobre producción y control) y técnicas sustentables garantiza el cumplimiento normativo, y habilita al proyecto para acceder a incentivos gubernamentales relacionados con la economía circular y la sostenibilidad ambiental. Esto aporta eficiencia operativa y posicionamiento frente a licitaciones donde los criterios ambientales y de calidad son determinantes.

Finalmente, la FO3 y FO4 se enfocan en crear ventajas competitivas sostenibles. La FO3 plantea el establecimiento de alianzas estratégicas con instituciones académicas de ciudades cercanas como Manizales y Medellín, con el objetivo de fomentar la formación técnica, impulsar proyectos de innovación aplicada y promover la investigación sobre nuevas tecnologías de

mezclas asfálticas. Esto complementa el enfoque de mejora continua que exige la ISO 9001 y que se reconoce en los manuales revisados. Por su parte, la FO4 propone la diferenciación a través del cumplimiento riguroso de las especificaciones técnicas del INVIAS en diseño, producción y control de calidad, lo cual puede traducirse en una mayor competitividad al participar en licitaciones públicas, destacándose por garantizar estabilidad, durabilidad y desempeño en la ejecución de obras. Todo esto, buscando fortalecer la viabilidad del proyecto al integrar sostenibilidad, calidad, innovación y ventaja territorial.

4.3.2 Estrategias DO (Debilidades + Oportunidades)

Las estrategias DO (Debilidades + Oportunidades) buscan transformar las debilidades internas en fortalezas aprovechando las oportunidades externas identificadas, lo que resulta clave para consolidar la viabilidad técnica y operativa del proyecto en La Dorada. La estrategia DO1 reconoce la falta de experiencia inicial en la operación de plantas asfálticas como una limitante, por lo cual se propone establecer convenios con instituciones educativas y técnicas (como universidades en Manizales y Medellín o el SENA) que permitan la formación de personal en áreas operativas y de laboratorio. Esta acción busca solventar la falta de capital humano calificado, además de aprovechar el interés de dichas instituciones por vincularse a proyectos de desarrollo regional e innovación, alineándose con el enfoque de mejora continua de la norma ISO 9001:2015 y las recomendaciones de los documentos técnicos revisados.

La estrategia DO2 responde a la carencia inicial de una infraestructura propia de ensayo, aspecto crítico para garantizar la calidad y cumplir con los estándares del INVIAS y las prácticas de control en obra. Para mitigar esta debilidad, se plantea la celebración de convenios temporales con laboratorios certificados que respalden los ensayos requeridos durante la fase inicial del proyecto. Esta solución aseguraría la validez técnica de la producción desde el comienzo. En paralelo, la DO3 propone contrarrestar el alto costo de inversión que implica la adquisición de maquinaria, la construcción de la planta y los sistemas de control, a través de la gestión de fuentes externas de financiación como fondos de regalías, cooperación internacional o fondos para el desarrollo de infraestructura regional, muchos de los cuales priorizan proyectos con componentes sostenibles y de innovación tecnológica.

Por último, la DO4 ofrece una solución estratégica a la debilidad señalada en el análisis documental sobre la falta de trazabilidad en los procesos de mezcla fuera del ámbito de obra. Para ello, se propone desarrollar desde el inicio una plataforma digital de trazabilidad, apoyada en software especializado y en una estructura de documentación técnica conforme a los lineamientos de la ISO 9001:2015. Esto permite monitorear en tiempo real la calidad y el origen de los insumos y procesos, dando confianza a los contratantes y usuarios finales al garantizar la transparencia y el control durante toda la cadena de producción.

4.3.3 Estrategias FA (Fortalezas + Amenazas)

Las estrategias FA (Fortalezas + Amenazas) están orientadas a utilizar los recursos y capacidades internas del proyecto para contrarrestar factores externos que podrían poner en riesgo su sostenibilidad. La estrategia FA1 parte de la fortaleza que representa el conocimiento técnico y la alineación con los manuales del INVIAS, identificados como ejes fundamentales en los documentos revisados. Esta estandarización técnica puede ser utilizada como una herramienta competitiva frente a otras plantas regionales menos formales o sin certificación. En un contexto donde la competencia por contratos es alta, asegurar la calidad técnica como valor agregado fortalece la reputación de la planta y su capacidad para ganar licitaciones tanto públicas como privadas.

La estrategia FA2, por su parte, busca responder a la amenaza del aumento en los precios del asfalto, insumo con alta dependencia del mercado internacional, mediante la incorporación de RAP (pavimento reciclado), como ya lo recomienda el documento de evaluación técnica analizado. Esta práctica puede reducir costos y reforzar el compromiso ambiental de la planta, diferenciándola positivamente en un entorno donde los criterios de sostenibilidad tienen cada vez mayor peso en los procesos de contratación. Además, contribuye a cumplir con políticas públicas de economía circular y con los principios de responsabilidad social empresarial.

La FA3 aborda la alta variabilidad climática diseñando unos protocolos internos para la gestión climática en los procesos de producción y aplicación de mezcla. Esto incluye monitoreo de condiciones meteorológicas, ajustes en la logística de transporte y almacenamiento, así como control de temperatura y tiempos de aplicación, en línea con lo expuesto en el Manual para el Control de Mezclas de Pavimento Rígido en Obra. Esta estrategia permite minimizar retrasos y

defectos técnicos causados por factores ambientales, protegiendo la calidad del producto final. Por último, la FA4 propone enfrentar la amenaza de depender exclusivamente de proyectos estatales mediante el establecimiento de relaciones contractuales diversificadas, buscando equilibrar contratos públicos y privados. Esta estrategia fortalece la estabilidad financiera del proyecto y reduce su vulnerabilidad ante cambios en políticas gubernamentales o presupuestos regionales.

4.3.4 Estrategias DA (Debilidades + Amenazas)

Las estrategias DA (Debilidades + Amenazas) buscan reducir las vulnerabilidades internas del proyecto enfrentando los riesgos externos que podrían afectarlo significativamente. La DA1 responde a la debilidad relacionada con la falta de experiencia técnica y regulatoria, y al mismo tiempo a la amenaza de un entorno normativo exigente y cambiante, especialmente en materia ambiental. La creación de un plan de gestión de riesgos regulatorios y ambientales con asesoría jurídica y técnica especializada desde la etapa de diseño permite anticipar posibles sanciones, retrasos o incumplimientos que podrían afectar la viabilidad del proyecto. Esta estrategia también está alineada con las recomendaciones de los documentos revisados que exigen el cumplimiento riguroso de normativas INVIAS y estándares de calidad ISO.

La estrategia DA2 se centra en enfrentar la debilidad relacionada con la carencia de procesos formales de control y trazabilidad, aspecto fundamental en la industria del asfalto. La inversión inicial en un sistema de gestión documental y de calidad, inspirado en la norma ISO 9001:2015, permite establecer procedimientos estandarizados y auditables, al mismo tiempo que reduce el riesgo de sanciones legales o de pérdida de contratos por incumplimiento de especificaciones técnicas. Este enfoque garantiza transparencia y confiabilidad ante clientes públicos y privados, tal como se resalta en los documentos normativos y técnicos analizados, especialmente en lo referente a la trazabilidad de la mezcla y la documentación del control de calidad.

Por su parte, la DA3 propone una estrategia operativa sensata frente a la amenaza de altos costos iniciales y limitaciones en el acceso a financiamiento. Diseñar una planta con escalabilidad progresiva, comenzando con una capacidad operativa moderada que pueda ampliarse con base en la demanda, permite reducir el riesgo financiero sin comprometer el

Evaluación para la instalación de una planta de mezcla asfáltica en La Dorada, Caldas

crecimiento a largo plazo. Esta estrategia también responde a la necesidad de demostrar resultados tempranos para acceder posteriormente a nuevas fuentes de financiación. Finalmente, la DA4 atiende a la alta dependencia de proveedores externos de asfalto, agravada por la amenaza de la volatilidad de precios en mercados internacionales. Implementar una política de diversificación de proveedores que incluya alianzas con refinerías nacionales o regionales y exploración de fuentes alternativas como el RAP, puede fortalecer la autonomía operativa de la planta, estabilizando costos y reforzando la sostenibilidad económica del proyecto.

5 Discusión

5.1 Demanda Potencial para el Proyecto

A partir del ejercicio realizado con las encuestas, fue posible identificar que existe una demanda activa y potencial de mezcla asfáltica en el municipio de La Dorada y sus alrededores. Las empresas constructoras y entidades públicas como la Alcaldía y la Gobernación participan regularmente en obras de infraestructura vial en municipios como Samaná, Norcasia, Victoria, Marquetalia, Pensilvania y La Dorada, lo que indica una dinámica regional de construcción que requiere insumos como la mezcla asfáltica de manera continua. Tal como lo afirman Chavarro y Molina (2015), reconocer la ubicación geográfica de las intervenciones constructivas permite orientar estratégicamente la ubicación de plantas de producción y facilitar el acceso de los compradores al producto.

Los resultados de la encuesta también evidenciaron una alta disposición de compra si existiera una planta generadora de mezcla asfáltica más cercana al casco urbano de La Dorada. Este dato es muy importante, ya que muestra que, además de existir una necesidad real del producto, también hay apertura a modificar los hábitos de consumo si se mejora la logística y se reducen tiempos de entrega, lo que se alinea con lo planteado por Kotler y Armstrong (2013), quienes señalan que la proximidad al proveedor es un factor decisivo en la elección de compra, especialmente en sectores donde los tiempos de ejecución son determinantes, como la construcción.

Por otro lado, el análisis mostró que la frecuencia de compra de mezcla asfáltica varía entre tres y diez veces al año, y que mensualmente se adquieren volúmenes significativos del producto, en muchos casos superiores a los 500 m³. Esta información es esencial, pues confirma una rotación constante y suficiente para justificar la viabilidad comercial del proyecto. Además, la fidelización con los proveedores actuales está marcada por variables como la calidad, el precio y el servicio, lo que abre espacio para una propuesta local competitiva, si logra mantener altos estándares. Raiteri (2016) enfatiza que conocer a profundidad estos hábitos de compra y las motivaciones del cliente permite diseñar estrategias de mercado más efectivas.

Para cerrar, la demanda potencial de mezcla asfáltica en La Dorada y los municipios cercanos existe y está influenciada por factores logísticos, técnicos y económicos que pueden ser

aprovechados por una planta local. Esta cercanía podría traducirse en beneficios tanto para el oferente como para los compradores, al reducir costos de transporte, tiempos de espera y mejorar la respuesta operativa en obras. Villamizar (2016) destaca que la identificación precisa del mercado objetivo es un insumo indispensable para la toma de decisiones estratégicas, y en este caso, los hallazgos validan la necesidad de avanzar hacia un estudio más profundo de viabilidad para la activación de una planta productora en esta región.

5.2 Requisitos Normativos Identificados a partir de Revisión Documental

La revisión documental realizada permitió identificar una serie de requisitos normativos y técnicos que orientan la producción y suministro de mezcla asfáltica en el marco del Sistema de Gestión de Calidad ISO 9001:2015, particularmente en su cláusula 8, que se centra en la operación. Esta cláusula resulta fundamental al abordar el control de los procesos productivos, la planificación de la producción y el cumplimiento de los requisitos del cliente, elementos estrechamente ligados a la calidad del producto final. Los documentos analizados evidencian cómo esta norma, a pesar de su enfoque general, ofrece un marco organizativo sólido que puede ser adaptado y complementado por reglamentaciones y estudios técnicos especializados del sector vial.

En primer lugar, se destaca que la norma ISO 9001:2015 exige la existencia de controles documentales rigurosos, seguimiento de procesos y mejora continua, principios que se ven reflejados en guías como el Manual de Diseño de Pavimentos Asfálticos para Vías con Bajos Volúmenes de Tránsito y el Manual para el Control de Mezclas de Pavimentos Rígidos en Obra. Estos documentos responden a la necesidad de planificar adecuadamente la mezcla según condiciones climáticas y de tráfico, también subrayan la importancia del monitoreo constante de parámetros como temperatura, humedad, resistencia y compactación en sitio. Así, se establece una conexión directa entre la gestión técnica y el aseguramiento de la calidad en cada etapa del proceso.

Por otro lado, el estudio técnico sobre la mezcla tipo MSC-25 con alto contenido de RAP resalta cómo los enfoques modernos de sostenibilidad se pueden integrar con éxito dentro de los estándares de calidad existentes. El uso de materiales reciclados, debidamente controlado y validado a través de pruebas de desempeño, se alinea con los principios de mejora continua y

gestión de riesgos de la ISO 9001:2015. Este tipo de investigaciones aportan tanto desde la innovación técnica, como mediante las herramientas prácticas para cumplir los requisitos normativos sin sacrificar la eficiencia ni la durabilidad de las obras viales.

Así las cosas, la revisión normativa y técnica evidencia que, si bien la ISO 9001:2015 no define estándares específicos para la mezcla asfáltica, su estructura facilita la adopción de buenas prácticas cuando se articula con normativas sectoriales como las del INVIAS. La clave está en implementar un sistema de calidad que además de cumplir con la norma ISO en términos de documentación y procesos, también incorpore lineamientos técnicos locales, asegurando así una producción coherente, sostenible y alineada con las exigencias del entorno constructivo colombiano.

5.3 Viabilidad Técnica, Operativa y Económica del Proyecto

La viabilidad técnica del proyecto de instalación de una planta de mezcla asfáltica en La Dorada se respalda concretamente en las fortalezas identificadas en la matriz DOFA, especialmente la disponibilidad local de agregados pétreos y la ubicación estratégica en el corredor vial que conecta el centro con el norte del país. Según los lineamientos técnicos establecidos por INVIAS (2018, 2021), y en consonancia con los hallazgos del estudio de Villamizar (2016), estas condiciones permiten cumplir con los requisitos normativos para la producción de mezcla tipo MSC-25, incluso con alto contenido de RAP. La incorporación de prácticas recomendadas, como el control de calidad permanente y la adopción de tecnología para pruebas de desempeño, garantiza que el proyecto puede ofrecer un producto competitivo y alineado con estándares exigentes como los de la norma ISO 9001:2015, tal como lo sustentan Rodríguez (2008).

Desde el punto de vista operativo, el proyecto enfrenta desafíos propios de una iniciativa nueva, como la limitada experiencia del equipo local y la ausencia inicial de infraestructura de ensayo. Sin embargo, estas debilidades pueden ser superadas mediante estrategias DO como la vinculación con universidades e instituciones técnicas para formación del personal, y la celebración de convenios con laboratorios certificados. Estas acciones se alinean con el enfoque de mejora continua propuesto por la ISO 9001:2015 y con el modelo de gestión proactivo sugerido por Kotler y Armstrong (2013), quienes insisten en que el desarrollo de capacidades

Evaluación para la instalación de una planta de mezcla asfáltica en La Dorada, Caldas

operativas es clave para capitalizar las oportunidades del entorno. Además, el diseño de una plataforma de trazabilidad digital desde el inicio fortalecerá la gestión de procesos y la transparencia ante clientes y entes de control.

En cuanto a la viabilidad económica, si bien se reconoce como una amenaza el alto costo inicial de inversión y la dependencia de insumos con precios volátiles como el asfalto, las estrategias DA y FO permiten compensar estos factores. Por un lado, la posibilidad de acceder a fondos de cooperación internacional o regalías territoriales, en combinación con un modelo escalable de operación, reduce la exposición financiera inicial. Por otro lado, la inclusión de RAP como materia prima y la diversificación de proveedores permiten disminuir costos y aportar a la sostenibilidad del negocio. Tal como lo plantean Quintero et al. (2019), la alineación con políticas de sostenibilidad puede representar una ventaja competitiva y facilitar el acceso a incentivos estatales. La estrategia FO2, que incorpora sistemas de calidad certificados desde el inicio, aumenta la confianza de los clientes y mejora la rentabilidad a largo plazo.

Finalmente, la matriz DOFA evidencia que el proyecto tiene un alto potencial de éxito si se implementan las estrategias adecuadas para mitigar riesgos y aprovechar las condiciones favorables del entorno. El análisis propuesto por Kotler y Armstrong (2013) permite estructurar una toma de decisiones basada en la integración de datos internos y del entorno, guiando el diseño de un plan estratégico adecuado. La combinación de una base técnica, acciones operativas bien dirigidas y mecanismos financieros diversificados posiciona al proyecto como una iniciativa viable, sostenible y alineada con las demandas actuales del sector de la infraestructura vial en Colombia. La clave será gestionar de manera inteligente los recursos, aprovechar las alianzas estratégicas y responder con agilidad a las exigencias del mercado y de la normativa.

6 Conclusiones

En relación con el primer objetivo específico, existe un mercado activo y con proyecciones de crecimiento, sustentado en la ejecución constante de obras de mantenimiento, rehabilitación y pavimentación vial tanto en el ámbito público como privado. Las encuestas aplicadas revelaron una intención significativa de contratación regional de insumos asfálticos, especialmente si se garantizan estándares de calidad, cumplimiento normativo y reducción en los tiempos y costos logísticos. Se evidencia una oportunidad de mercado para el establecimiento de una planta local de producción de mezcla asfáltica, especialmente si se considera la ubicación estratégica de La Dorada como punto de conexión vial en el centro del país.

Ahora, para el caso del segundo objetivo específico, la revisión documental técnica y normativa permitió establecer que la implementación de un Sistema de Gestión de Calidad basado en la norma ISO 9001:2015 es viable y estratégica para el proyecto. Esta normativa, unida con los manuales del INVIAS y los lineamientos sobre uso de materiales reciclados como el RAP, ofrece un marco bien estructurado para asegurar la calidad del producto, optimizar los procesos productivos, documentar la trazabilidad y generar confianza en los clientes potenciales. Integrar estos requisitos desde la fase de diseño del proyecto permitirá alinear las operaciones con estándares nacionales e internacionales, aumentando la competitividad y el acceso a licitaciones públicas y contratos exigentes.

Por último, en relación con tercer objetivo específico, el análisis DOFA evidenció que el proyecto presenta una viabilidad técnica, operativa y económica favorable, sustentada en fortalezas clave como la disponibilidad local de agregados pétreos, la posición geográfica estratégica y la posibilidad de implementar tecnología sostenible como el uso de RAP. Si bien se identificaron debilidades como la falta de experiencia operativa y la carencia inicial de laboratorios propios, estas pueden ser gestionadas mediante alianzas estratégicas con instituciones educativas y acuerdos con laboratorios certificados. Otra cosa es que las amenazas externas como la variabilidad climática, la dependencia de insumos importados y la rigidez normativa pueden ser mitigadas con una adecuada planeación, diversificación de proveedores y adopción de prácticas de gestión de riesgos. Todos estos son factores que permiten posicionar al proyecto como una iniciativa con alto potencial de éxito si se orienta con visión estratégica y enfoque de sostenibilidad.

7 Recomendaciones

Para atender la demanda potencial de mezcla asfáltica identificada en La Dorada y sus municipios cercanos, es importante construir relaciones con los actores del sector de infraestructura, tanto públicos como privados. Esto implica establecer canales de comunicación efectivos que permitan conocer de primera mano los requerimientos y proyecciones de obra, lo cual facilita una planeación comercial más precisa. En este mismo sentido, es clave desarrollar una estrategia de ventas que valore las ventajas logísticas del territorio, al tiempo que se diseña una oferta flexible que responda a necesidades técnicas particulares de cada cliente. La posibilidad de generar acuerdos comerciales estables y el seguimiento constante del mercado asegurarán una operación sensible a los cambios de contexto regional y contribuirán a posicionar la planta como un actor estratégico en el suministro de mezclas asfálticas.

Desde el punto de vista normativo, la revisión de los requisitos del Sistema de Gestión de Calidad ISO 9001:2015, junto con la normatividad técnica nacional vigente, pone en evidencia la necesidad de asumir una postura rigurosa frente al aseguramiento de la calidad. La implementación temprana de este sistema permite establecer una cultura organizacional orientada a la excelencia y la mejora continua. Para ello, será indispensable capacitar al personal en los procedimientos técnicos exigidos y mantener una documentación clara de cada proceso productivo. Las auditorías regulares garantizarán el cumplimiento normativo y permitirán detectar oportunidades de mejora. Además, incorporar criterios de sostenibilidad y eficiencia desde la etapa inicial brindará valor agregado a la operación y fortalecerá la reputación de la empresa ante licitaciones y contratos públicos.

Para finalizar, la viabilidad del proyecto encuentra sustento en la articulación de múltiples estrategias diseñadas para aprovechar el contexto local y responder a sus desafíos. La disponibilidad de materiales y la ubicación privilegiada de La Dorada hacen viable una producción eficiente y de bajo costo logístico. Frente a las debilidades identificadas, las alianzas con universidades e instituciones técnicas ofrecen una solución concreta para el fortalecimiento de capacidades operativas. También, iniciar con un modelo escalable permite controlar riesgos financieros y adaptarse al comportamiento del mercado. La búsqueda activa de fuentes de financiación y la diversificación de proveedores garantizan estabilidad ante escenarios inciertos. Finalmente, una estrategia integral de gestión de riesgos se vuelve clave para anticipar obstáculos

Evaluación para la instalación de una planta de mezcla asfáltica en La Dorada, Caldas

regulatorios, climáticos y económicos, consolidando una base sólida para el desarrollo sostenible del proyecto.

Referencias

- Arce, M. (2013). La Libertad de Comercio y el Monopolio Comercial: los principios y normas constitucionales en el tránsito hacia la República y las proclamas de independencia. *Revista de derecho y ciencias penales: Ciencias Sociales y Políticas* N° 19, 115-133. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4798950>
- Chavarro, A, & Molina, P. (2015). *Evaluación de alternativas de pavimentación para vías de bajos volúmenes de tránsito* . Bogotá, D.C: Universidad Católica de Colombia .
- Cornejo, V, & Lamiña, A. (2018). *Caracterización de mezclas asfálticas en caliente mediante incorporación de material triturado de productos reciclados de tereftalado de polietileno (PET)*. Quito, Ecuador : Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Cuesta Mosquera, H. E., Zuluaga, U. J. (2016). *Manual para el control de mezclas de pavimentos rígidos en obra*. Politécnico Grancolombiano.
- DANE. (2022). *Boletín Técnico: Indicadores económicos alrededor de la construcción (IEAC)*. Bogotá, D. C: Gobierno de Colombia. Obtenido de https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/pib_const/Bol_ieac_Itrim22.pdf
- DANE. (2024). *Indicadores Económicos Alrededor de la Construcción (IEAC)*. Bogotá: DANE. Obtenido de <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/construccion/indicadores-economicos-alrededor-de-la-construccion>
- Delmas, M., Lyon, T., & Maxwell, J. (2019). *Understanding the Role of Corporate Environmental Performance in Firm Success*. *Annual Review of Environment and Resources*, 44(1), 193–222.
- E-asphalt. (05 de 10 de 2005). *Origen del asfalto*. Obtenido de http://www.e-asfalto.com/orig_asf/origenasf.htm
- Enciclopedia Económica . (02 de 10 de 2018). *Tipologías del mercado*. Obtenido de <https://enciclopediaeconomica.com/segmentacion-de-mercado/>
- Fischer, D., Comini, G., & Teixeira, R. M. (2018). *Sustainability and Management Education: A Compendium of International Studies*. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 19(3), 459–479.
- Garnica, Delgado, & Sandoval. (2005). *Análisis comparativo de los métodos Marshall y Superpave para compactación de mezclas asfálticas*. México: Instituto Mexicano del

Evaluación para la instalación de una planta de mezcla asfáltica en La Dorada, Caldas

- Transporte. Obtenido de
<https://www.imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt271.pdf>
- Gutiérrez, S. (2018). *Asfaltos modificados con vidrio y su comparación técnico y económico con los asfaltos convencionales*. Huancayo, Perú: Universidad Peruana Los Andes.
- Guzmán, C. (2002). El estudio financiero y la evaluación de proyectos de ingeniería . *Revista: Ingeniería e investigación N°50*, 19-29.
- Instituto Nacional de Vías (INVIAS). (2013). *Manual de diseño de pavimentos asfálticos para vías con bajos volúmenes de tránsito*. INVIAS.
- ISO. (2015). *ISO 9001:2015 Sistemas de gestión de la calidad – Requisitos*. Organización Internacional de Normalización. Ginebra, Suiza: Organización Internacional de Normalización. Obtenido de
https://repositorio.buap.mx/rcontraloria/public/inf_public/2019/0/NOM_ISO_9001-2015.pdf
- Kotler, P., & Armstrong, G. (2013). *Fundamentos de Marketing*. México: Pearson Education. Obtenido de
https://frrq.cvg.utn.edu.ar/pluginfile.php/14584/mod_resource/content/1/Fundamentos%20del%20Marketing-Kotler.pdf
- Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (LANAMME-UCR). (2016). *Fundamentos integrales para el control de calidad en la producción de mezcla asfáltica*. Centro de Transferencia Tecnológica - LANAMME, Universidad de Costa Rica.
- Laboratorio Nacional de Vialidad. (2015). *Laboratorio Nacional de Vialidad: Mezcla Asfáltica en Caliente*. Santiago de Chile: Ministerio de Obras Públicas de Chile.
- Organización Internacional de Normalización (ISO). (2015). *ISO 9001:2015 - Sistemas de gestión de la calidad: Requisitos*. ISO.
- Padilla, R. (2004). *Análisis de la resistencia a las deformaciones plásticas de mezclas bituminosas densas de la normativa mexicana mediante el ensayo de pista*. Barcelona : Universidad Politécnica de Cataluña.
- Raiteri, D. (2016). *El comportamiento del consumidor actual* . Mendoza, Argentina : Universidad Nacional de Cuyo .

Evaluación para la instalación de una planta de mezcla asfáltica en La Dorada, Caldas

- Rodríguez. (2008). *Montaje, operación y mantenimiento de plantas para mezcla asfáltica en caliente*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala. Obtenido de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0572_M.pdf
- Sapag, N, Sapag, R, & Sapag, J. (2014). *Preparación y evaluación de proyectos*. México D.F: McGraw Hill Educación.
- Serpell. Peralta. (1991). Características de la Industria de la Construcción. *Revista Ingeniería de Construcción, N°11*.
- Sevilla, L. (2002). *Evaluación de la capacidad instalada de plantas de mezcla asfáltica en Colombia*. Bogotá D.C.
- Troncoso, L. (2018). *Gestión de la Economía Circular en la producción de mezcla asfáltica en Chile*. Madrid, España : Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos
- Trujillo, D., & Gutiérrez, D. (2011). *Gestión de la sostenibilidad en empresas: Fundamentos y herramientas para su implementación*. Bogotá: Editorial Pontificia Universidad Javeriana.
- Vargas Niño, P. A. (2020). *Evaluación del desempeño de una mezcla asfáltica densa en caliente tipo MSC-25 del INVIAS con alto contenido de RAP (50%)* [Tesis de maestría, Universidad de los Andes]. Repositorio Uniandes.
- Vega, M. (2014). *Propuesta de ingeniería conceptual para el proyecto de automatización de la planta de Agremezclas S.A.S. Siguiendo estándares internacionales para la gestión de proyectos*. Santiago de Cali: Pontificia Universidad Javeriana. Obtenido de http://vitela.javerianacali.edu.co/bitstream/handle/11522/3140/Propuesta_ingenieria_conceptual.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Villamizar, R. (2016). *Estudio de prefactibilidad técnica y financiera para al creación de una empresa dedicada a la producción de mezcla asfáltica 60-70 con GCR (Goma de Caucho Reciclado)*. Bucaramanga : Universidad Industrial de Santander .
- Zambrano, E. (2018). *Modelo de negocio para la implementación de una planta de asfalto en el municipio de Pasto, Nariño*. Universidad de Nariño. Obtenido de

Evaluación para la instalación de una planta de mezcla asfáltica en La Dorada, Caldas