

**Formulación plan piloto de gestión organizacional a través de la logística flexible,
aportando al incremento de la productividad y competitividad, en una Pyme sector
Metalmecánico Duitama**

Diego Leonardo Chaparro Camargo

Asesor:

Mg. Nidia Rincón Parra

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD
Escuela de Ciencias Básicas Tecnología e Ingeniería
Tecnología en Logística Industrial

2024

Nota de aceptación

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Duitama, 2024

Dedicatoria

Dedicado a mis padres, a mi familia por su incondicional apoyo, por enseñarme el valor del esfuerzo y la perseverancia, a todos los compañeros profesionales de logística industrial, cuya dedicación y pasión por la optimización de procesos me han inspirado a profundizar en esta fascinante disciplina; finalmente, a todas aquellas personas que fueron parte de este proceso de gran valor e importancia.

Con cariño, Diego Chaparro Camargo.

Agradecimientos

En primer lugar, agradezco a Dios, por la oportunidad brindada, la cual me permitió crecer personal y profesionalmente, tomando el conocimiento adquirido y aplicándolo para construir proyectos con aporte de valor a la sociedad.

Resumen

La logística flexible es muy importante en este tiempo, esta permite a las empresas adaptarse rápidamente a los cambios, mejorar la eficiencia operativa, reducir costos, responder a imprevistos, mantenerse competitivas e implementar prácticas más sostenibles, en un mercado globalizado y competitivo, la capacidad de responder rápidamente a las necesidades y expectativas del mercado puede ser un diferenciador clave. La flexibilidad logística permite a las empresas mantenerse competitivas al ofrecer un mejor servicio y tiempos de entrega más rápidos. Todo lo anterior es la razón por la cual el presente proyecto aplicado tiene como objeto Formular el plan piloto de gestión organizacional a través de la estrategia logística flexible, aportando al incremento de la productividad y competitividad, en una pyme del sector metalmecánico de Duitama, para lograrlo se integró una metodología con un enfoque mixto, usando el análisis descriptivo, no experimental; la captura de la información se realiza por censo muestral, también se realizó focus group y se solicitó la participación de expertos en el área, adicional el análisis de las cinco fuerzas de Porter ayudaron a tener una mejor perspectiva de la empresa. Para medir las variables se diseñó un cuestionario de 20 preguntas para evaluar cómo se encuentra la pyme en coherencia con los Indicadores clasificados dentro de las 5 áreas – tipos de la gestión logística flexible.

Como resultados del estudio se logró la identificación de problemas claves como multifunciones del gerente, reprocesos, incumplimiento en tiempos de entrega y sobrecostos; así también se planteó la optimización de las rutas de distribución y entrega priorizando tiempos y calidad de entrega, con la matriz de flexibilidad se logra identificar los puntos críticos y lo más fortalecidos para proyectar acciones de respuesta más adaptables y prontas, finalmente el plan piloto

establece una hoja de ruta clara para implementar procesos, priorizando las oportunidades estratégicas.

Palabras clave: producción, industria, calidad, gestión, costos.

Abstract

Flexible logistics is very important at this time, it allows companies to adapt quickly to changes, improve operational efficiency, reduce costs, respond to unforeseen events, stay competitive and implement more sustainable practices, in a globalized and competitive market, the ability to respond quickly to market needs and expectations can be a key differentiator. Logistics flexibility allows businesses to stay competitive by offering better service and faster delivery times. All of the above is the reason why the purpose of this applied project is to formulate the pilot plan of organizational management through the flexible logistics strategy, contributing to the increase of productivity and competitiveness, in an SME of the metalworking sector of Duitama, to achieve this a methodology with a mixed approach was integrated, using descriptive, not experimental, analysis; the capture of the information is carried out by sample census, focus groups were also carried out and the participation of experts in the area was requested, in addition to the analysis of Porter's five forces helped to have a better perspective of the company. To measure the variables, a 20question questionnaire was designed to evaluate how the SME is doing in coherence with the indicators classified within the five areas – types of flexible logistics management. As a result of the study, it was possible to identify key problems such as the manager's multifunctions, reprocesses, noncompliance with delivery times and cost overruns; Thus, the optimization of distribution and delivery routes was also proposed, prioritizing delivery times and quality, with the flexibility matrix it is possible to identify the critical points and the most strengthened to project more adaptable and prompt response actions, finally, the pilot plan establishes a clear roadmap to implement processes, prioritizing strategic opportunities.

Keywords: Production, industry, quality, management, costs.

Contenido

Introducción.....	13
Antecedes de la investigación.....	15
Planteamiento del problema	15
Descripción del problema	15
Formulación del problema	18
Justificación	19
Objetivos.....	21
Objetivo General.....	21
Objetivos Específicos.....	21
Marco de Referencia.....	22
Tipos de Algoritmos de ruta de distribución.....	29
Fase I: Diagnóstico del sistema de distribución.....	30
Fase II: Diseño de la red logística.....	30
Fase III: Implementación de la red logística.....	31
¿Qué es la logística flexible?	31
Metodología.....	35
Tipos de investigación	35
Desarrollo primer objetivo.....	40

<i>Resultados obtenidos del diagnostico</i>	41
Desarrollo segundo objetivo	51
<i>Focus group</i>	52
Informe resultado del Focus Group o Grupo focal	54
Desarrollo tercer objetivo	67
Desarrollo cuarto objetivo.....	72
<i>Formulación del plan piloto del sistema logístico flexible</i>	72
Recomendaciones de Hallazgos	77
Conclusiones.....	78
Referencias	80
Apéndice.....	86

Lista de Tablas

Tabla 1 <i>Tendencias de la logística</i>	25
Tabla 2 <i>Grupo de colaboradores encuestados</i>	36
Tabla 3 <i>Ponderación escala de percepción Likert</i>	37
Tabla 4 <i>Rangos y magnitudes</i>	39
Tabla 5 <i>Coeficiente Alfa de Conbrach</i>	39
Tabla 6 <i>Tabulación resultados obtenidos</i>	42
Tabla 7 <i>Promedios de datos</i>	46
Tabla 8 <i>Consolidados resultados totales</i>	48
Tabla 9 <i>Identificación puntos críticos</i>	51
Tabla 10 <i>Preguntas claves de actividad Focus Group</i>	53
Tabla 16 <i>Plan piloto de la gestión logística flexible</i>	70

Lista de Figuras

Figura 1 <i>Directrices interfuncionales</i>	23
Figura 2 <i>Áreas de gestión logística flexible</i>	37
Figura 3 <i>Modelo de la tabulación para el presente estudio</i>	41
Figura 4 <i>Percepción de la gestión organizacional logística</i>	45
Figura 5 <i>Percepción de los encuestados</i>	47
Figura 6 <i>Código QR Análisis Cinco Fuerzas de Porter</i>	48
Figura 7 <i>Análisis 5 fuerzas de Porter</i>	49
Figura 8 <i>Focus Group</i>	54
Figura 9 <i>Gráfica promedio en quincena de los problemas</i>	56
Figura 10 <i>Tiempos de producción cargue y transporte</i>	57
Figura 11 <i>Matriz estrategias para disminuir tiempos de entrega</i>	58
Figura 12 <i>Grafica Inicial de Vecino más Cercano</i>	59
Figura 13 <i>Pasos del algoritmo del vecino más cercano</i>	60
Figura 14 <i>Solución del algoritmo del vecino más cercano ruta Duitama</i>	60
Figura 15 <i>Mapa zona de acción.</i>	61
Figura 16 <i>Comparativo ruta actual y ruta propuesta en tiempo</i>	62
Figura 17 <i>Programa de capacitación</i>	64
Figura 18 <i>Matriz de flexibilidad logística</i>	73

Lista de Apéndices

Apéndice A <i>Cuestionario gestión organizacional frente a la condición logística.....</i>	106
Apéndice B <i>Resultados obtenidos de la encuesta.</i>	111
Apéndice C <i>Plantilla tiempos de producción y transporte de los productos Pyme analizada...</i>	112

Introducción

Este estudio busca formular el plan piloto de gestión organizacional a través de la logística flexible, aportando al incremento de la productividad y competitividad, en una Pyme del sector metalmecánico de Duitama, la propuesta surge de las necesidades evidenciadas en los resultados de la primera parte del proyecto diseño campaña de apropiación de herramientas TIC mediante intervención directa en microempresas sector metalmecánico de Tundama y Sugamuxi, del grupo Sigcienty y del semillero Ideas ingeniería industrial , identificándose; que en el caso de la pyme objeto de este proyecto aplicado, sus mayores dificultades son: falta de estandarización en sus procesos, el dueño tiene multifunciones gerenciales, administrativas, la empresa no tiene una buena distribución de planta, lo que causa pérdida de tiempo entre procesos, aumento y rigidez en tiempos de operación y entrega y/o distribución. Nace la necesidad de dar respuesta a la pregunta ¿Cómo lograr que la gestión organizacional permita el incremento de la productividad y competitividad, en una pyme del sector metalmecánico de Duitama? Esta se logra aplicando en la Pyme como metodología la estrategia “flexibilidad Logística” que está enfocada en dar solución a las situaciones mencionadas, buscando ajustar operaciones, recursos y estrategias logísticas de manera ágil y eficiente. Los resultados esperados son mejorar la gestión empresarial, circunscrita en el compromiso de la organización, aumento de productividad.

Este estudio consta básicamente de cinco capítulos generales:

El primer capítulo refiere a los antecedentes de la investigación en él se expone el planteamiento del problema su descripción y formulación; EL objetivo general y objetivos específicos; el marco referencial que aborda la comprensión de que es logística, la gestión de la cadena de suministro, logística flexible; el diseño metodológico que incluye el tipo y enfoque investigación, las fuentes de información, la población y muestra objetivo, los instrumentos de recolección de la información, el trabajo de campo y el diseño de la investigación.

En el segundo capítulo se presenta el desarrollo del proyecto, que comprende en primera instancia el diagnóstico, hallazgos y evidencias sobre la operación de la pyme y analizando los puntos críticos y deficiencias, en segunda instancia se plantea la optimización de las rutas de distribución y entrega mediante la estrategia de logística flexible; en tercera instancia esta la formulación de la matriz de flexibilidad en la programación y asignación en coherencia con la variación de la demanda.

En el capítulo cuarto se estructura el plan piloto del sistema logístico flexible a través de la consolidación y articulación del desarrollo de los anteriores capítulos.

Finalmente, el capítulo quinto contiene las conclusiones que son el resultado final y resumido de todo el proceso de estudio y análisis, las cuales responden a los hallazgos claves que se obtienen a partir de la recopilación y el análisis de datos, evidencias, y otras fuentes consultadas; y las recomendaciones, sugerencias para el bien quehacer de la aplicación del plan piloto.

Antecedes de la Investigación

Planteamiento del Problema

El problema que cimienta el desarrollo de este proyecto aplicado se puede analizar desde dos perspectivas, la primera se relaciona directamente con las consecuencias que traen para la empresas o emprendimientos el hecho de no contar con estrategias de marketing fundamentadas en la tecnología y el entorno digital; la segunda se precisa a un contexto más específico orientado al proceso de emprendimiento que se desarrolla en las entidades educativas, en este caso con la Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD.

Descripción del Problema

El sector metalmecánico en Boyacá cuenta con una importante posición, al contribuir con un 2,57%, en promedio en los dos últimos años al PIB del país, de ese porcentaje el sector manufacturero aporta en un 11.2% en el departamento (Ministerio de Industria y Comercio, oficina de estudios económicos Boyacá, 2024), y es conocido el puesto que ocupa el sector metalmecánico en el departamento de Boyacá.

Lo anterior, sustentado en las fortalezas que se tienen, como disponibilidad de recursos lo que facilita la producción de componentes y productos metálicos en la región, la ubicación geográfica de Boyacá, especialmente en el corredor Duitama-Sogamoso, la sitúa en una posición estratégica para el transporte y la distribución de productos metalmecánicos, pero así también existen unos grandes problemas en el sector entre los más preponderantes como que el empresario innovador desconoce los procesos y mecanismos para desarrollar su idea de negocio, bajas capacidades de producción con respecto a la demanda, alta rotación de personal, los empresarios no han identificado claramente las necesidades del mercado, esta información generada por la Comisión Regional de Competitividad e Innovación de Boyacá en el 2022

(CRCI); además de no presentar cambios significativos en el escalafón de competitividad, se puede decir que se ha mantenido estable.

Siguiendo esta misma línea, de los resultados obtenidos del análisis de madurez del sector, como uno de los productos de la investigación Diseño de herramientas de gestión para la consolidación del clúster metalmecánico, autopartista y carroceros de la provincia del Tundama se abarcó la dinámica del clúster a nivel general y se obtuvo un 57% de grado de madurez, que lo ubica en el nivel 3; es decir, que está reconociendo la necesidad y utilidad de procesos gerenciales formales, aunque su aplicación en algunos de sus eslabones se presenta de una manera descoordinada. Aunque no todos tienen el mismo nivel de desarrollo, se tiene como referente que las empresas que han sido más exitosas se están convirtiendo en el punto de apoyo y de impulso para las otras organizaciones. Es necesario destacar que las empresas que están en un nivel de madurez bajo, es debido a que la estructura organizacional no es jerarquizada y centraliza la toma de decisiones en una sola persona; lo anterior es uno de los factores determinantes que afecta el nivel de madurez de las empresas y del sector.

Es así, como en la actualidad, la Pyme (cuyo nombre se reserva por petición del dueño de la Organización), dedicada a la fabricación de Estructuras metálicas, perfiles en forma de U, el perfil estructural multiuso en forma de ángulo LAF, techos y cubiertas metálicas, escaleras y barandillas, puertas y encerramientos; integra este sector, esta no cuenta con una estandarización en sus procesos, el representante legal de la empresa además de encargarse de la parte gerencial y administrativa también está apoyando la producción, lo que acarrea la pérdida de oportunidades o contratos al no encargarse de la adquisición y atención de clientes o la correcta fidelización de los que ya tienen, sobre costos de producción, adquisición de material innecesario, por falta de control de inventario; lo anterior, como lo corrobora (Chambilla, 2019) el gerente debe estar en una constante actualización debido al crecimiento acelerado de las nuevas organizaciones lo que constituye nuevos marcos de competencia.

A nivel operacional, la empresa no tiene una buena distribución de planta, lo que causa pérdida de tiempo entre proceso y proceso, es decir, un aumento en tiempos de operación y distribución, del bien y/o servicio, así como rigidez en el sistema de producción. (Baldera, & Vílchez 2019) exponen problemas como acumulación desmesurada de materiales en procesos, cuellos de botellas, excesivas distancias de recorridos no tienen en cuenta las metas y objetivos como organización a mediano y largo plazo. La parte operativa en esta organización no tiene motivación para evolucionar en su formación disciplinar retrasando diseño e innovación y también análisis en la mejora de procesos de entrega y/o la prestación de los servicios que la organización ofrece.

Entre las causas de las anteriores circunstancias, se puede citar la multiplicidad de actividad del gerente, poca flexibilidad en la producción, poca flexibilidad en la cadena de suministro y distribución, no se ajustan los tiempos de entrega (de acuerdo con los requerimientos de los clientes).

En la distribución de espacios físicos, el picking (preparación y entrega de pedidos dentro de la planta) y el packing (empaquetado y embalaje), la planificación está completamente desactualizada, ya que los espacios asignados a cada operación provocan intersecciones entre los trabajadores, difíciles de manejar o que dificultan la acción operativa, y en ese mismo sentido se dificultan las tareas de empaque y embalaje.

Así también, se presenta dificultad para mantener su participación en el mercado, no está siendo lo suficientemente competitiva tanto en precio como en tiempos de entrega, y al no haber estandarización no es tan factible mejorar estándares de calidad y tiempo de entrega, esperado por los clientes.

Estos son desafíos, que, de no superarse, puede tener un impacto negativo en la Pyme, sino se implementa actividades internas de ingeniería y de logística para enfrentar este reto, es probable que se experimente un retroceso en gestión organizacional.

El problema concreto es la falta de adaptación en los procesos de almacenamiento y/o distribución y la toma de decisiones gerenciales de la organización, los flujos de trabajo no están estandarizados, las rutas y tiempos de distribución de los productos están muy erráticos y con mucho tiempo en su desempeño. La capacidad de ajuste del sistema operacional y de distribución a las contingencias que se le pueda presentar a la pyme en su día a día, es insuficiente, es decir no tiene capacidad de reacción asertiva. Luego es necesario, plantear una estrategia que permee a todas las instancias de la Pyme; surge el interrogante.

Formulación del Problema

¿Cómo lograr que la gestión organizacional permita el incremento de la productividad competitividad, en una pyme del sector metalmecánico de Duitama?

Justificación

La importancia de este proyecto radica en formular el plan piloto de la gestión organizacional a través de la logística flexible, que permita el incremento de la productividad y competitividad, en una pyme del sector metalmecánico de Duitama para así, convertirla en una empresa con una mayor capacidad competitiva dentro del sector metalmecánico del departamento de Boyacá en la Provincia de Tundama. Logrando valor agregado que trae la acertada formulación del plan piloto de la gestión organizacional a través de flexibilidad logística diseñado exclusivamente para sus requerimientos.

La investigación propuesta mediante la formulación de este plan piloto, el cual es una iniciativa de cambio, busca el cumplimiento de los objetivos del proyecto, al aumentar la productividad y la competitividad, donde la capacidad de adaptarse rápidamente a las condiciones variables puede marcar la diferencia en términos de competitividad y eficiencia.

Otra arista de la justificación de este proyecto radica en servir de base y modelo para vinculación de otras pequeñas empresas que están en las mismas circunstancias organizacionales y operativas, impactando positivamente al quehacer del renglón económico y del clúster del sector metalmecánico, autopartista y carroceros de la región; a su vez cumpliendo con el quehacer propio de la universidad en el aparte de su Misión “la acción comunitaria, desarrollo regional, la inclusión y la investigación” dejando impronta unadista en el entorno.

Adicionalmente, este proyecto se justifica, en la búsqueda fehaciente de la aplicación de las enseñanzas de (Leal, 2023) en su libro TIP (Trabajo Inteligente Productivo), buscando permear esta organización de forma positiva y prospectiva, partiendo de uno de sus enunciados: “Una organización TIP (Trabajo Inteligente Productivo) que se desarrolla con estos objetivos claros fortalece nuevas regulaciones para ejecutar sus tareas y deberes, priorizando la consolidación de su equipo humano. Esto asegura la innovación en la organización, fomenta el

sentido de pertenencia y maximiza el aprovechamiento de las habilidades, conocimientos y competencias de su personal, aumentando su competitividad y productividad” (Leal, 2023).

El estudio también se justifica a partir de datos históricos que se obtuvieron de una bitácora de notas del empresario, datos que se obtuvieron determinando el promedio de lo acaecido en el año 2024. (mas no es que estuvieran sistematizados), el tiempo de los procesos operativos proyectados, aumento en el 66.6% en promedio, porque pedidos proyectados para 6 días laborales, se demoró en realidad 10 días laborales se insiste en promedio, lo que hizo a la vez subida de costos operativos, también se presentó tiempos muertos por espera de material para la producción en promedio de 2 días adicionales en promedio, ya que el proveedor ha presentado constantes demoras en sus entregas. Otro elemento sustancial ha sido las demoras en los tiempos de entrega del producto terminado en promedio 3 horas de retraso en un día hábil, es decir un 37,5%. Suarez (2024).

Objetivos

Objetivo General

Diseñar el plan piloto de gestión organizacional a través de la estrategia logística flexible, aportando al incremento de la productividad y competitividad, en una pyme del sector metalmecánico de Duitama.

Objetivos Específicos

Identificar las fortalezas y oportunidades de la pyme del sector metalmecánico de Duitama mediante un diagnóstico a la operación analizando los hallazgos y evidencias en los resultados de los años anteriores de la misma para la determinación de puntos críticos y deficiencias lo que determinará acciones a seguir.

Optimizar las rutas de distribución y entrega priorizando oportunidades identificadas mediante estrategias de logística flexible para mejorar la eficiencia.

Formular matriz de flexibilidad en la programación y asignación de recursos mediante un sistema que permita ajustar rápidamente las asignaciones de recursos y la programación de entregas para dar respuesta a las variaciones en la demanda.

Marco de Referencia

La logística abarca todas las actividades relacionadas con la gestión eficiente y efectiva del flujo de bienes, servicios e información desde el punto de origen hasta el punto de consumo.

Según Ballou (2004), la logística incluye la planificación, implementación y control de diversas operaciones, como la gestión de inventarios, transporte, almacenamiento, embalaje y distribución. La cadena de suministro moderna es compleja y está compuesta por múltiples actores y recursos. La logística busca optimizar la cadena de suministro para garantizar que los productos estén disponibles en el lugar correcto, en la cantidad adecuada y en el momento preciso, al tiempo que se reducen costos y se mejora la eficiencia operativa.

Para el Council of Supply Chain Management Professionals, la logística es un campo multidisciplinario que involucra la planificación, implementación y control eficiente del flujo de bienes, servicios e información desde el punto de origen hasta el consumidor final. Este proceso abarca diversas actividades como la gestión de inventarios, transporte, almacenamiento, procesamiento de pedidos y coordinación de la cadena de suministro ([CSCMP], 2014).

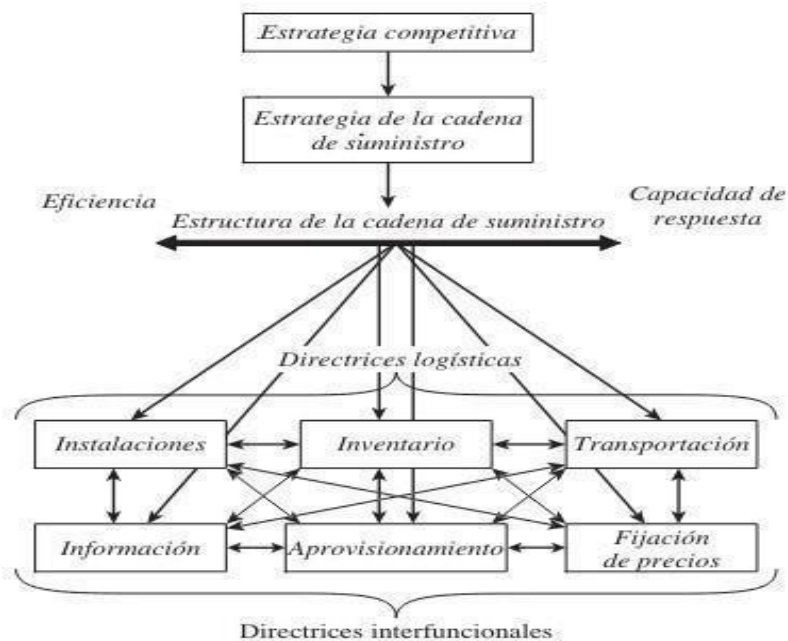
Según (Christopher, 2016), reconocido experto en gestión de la cadena de suministro está intrínsecamente vinculada a la logística, siendo esta última un componente integral para la planificación, ejecución y control efectivos de los flujos de bienes y servicios.

Para (Chopra, 2008) las operaciones de la cadena de suministro incluyen fabricación, almacenaje y transportación, entre otras, con el alcance interfuncional e intracompañía, el ajuste estratégico se expande para abarcar todas las operaciones dentro de una función. El autor aduce que es fundamental lograr un ajuste estratégico, para ello, es necesario que la cadena de suministro de la empresa encuentre un equilibrio óptimo entre capacidad de respuesta y eficiencia, alineándose con las necesidades de su estrategia competitiva. Para mejorar el desempeño de la cadena en estos aspectos, es fundamental analizar las directrices lógicas e interfuncionales de sus componentes: instalaciones, inventario, transporte, información,

aprovisionamiento y precios. En la Figura 1 se presenta un Marco de toma de decisiones de la cadena de suministros.

Figura 1

Directrices interfuncionales



Fuente. Autoría Propia

La logística abarca la gestión de todos los aspectos relacionados con el movimiento y almacenamiento de bienes, servicios e información desde el punto de origen hasta el punto de consumo.

La cadena de suministro es una parte esencial de la logística que se centra específicamente en la planificación y ejecución de todas las actividades involucradas en la producción y distribución de un producto o servicio, desde la adquisición de materias primas hasta la entrega al consumidor final.

La cadena de suministro la compone varios elementos, clientes, detallistas, mayoristas y distribuidores, fabricantes, proveedores de insumos o materias primas, (Chopra & Meindl, 2013).

Sin embargo es bueno tener en cuenta que existen grandes diferencias entre cadenas de suministro eficientes y cadenas de suministro con capacidad para responder, la diferencia es que la dirección para alcanzar el ajuste estratégico debe provenir de los niveles más altos de la organización, en muchas empresas, diferentes grupos desarrollan las estrategias competitivas y funcionales lo ideal es que estos grupos estén sincronizados a partir de una comunicación organizacional efectiva y en tiempo real. (Chopra, 2008) y fundamentado en (Fisher, 1997) plantea estas diferencias antes mencionadas a partir del análisis de estrategia de diseño del producto, estrategia de asignación de precios, estrategia de manufactura, estrategia de inventario, estrategia de tiempo de entrega y estrategia del proveedor.

Es importante comprender que la cadena de suministro contemporánea es intrincada y está compuesta por diversos participantes y recursos, lo que plantea desafíos significativos en términos de trazabilidad, transparencia y seguridad. En este escenario, la tecnología blockchain emerge como una solución promisorio para potenciar la eficiencia, la transparencia y la seguridad en la cadena de suministro. Esto se logra mediante la descentralización y el registro inmutable de la información, así como la eliminación de intermediarios.

Otro aspecto relevante es el planteado por (Álzate y Giraldo, 2023); la adecuada gestión de la información juega un papel crucial en la cadena de suministro, donde la transparencia de los datos se convierte en una necesidad esencial.

Esta transparencia no solo tiene la capacidad de generar confianza entre los minoristas y los clientes, sino que también contribuye a reducir las vulnerabilidades y amenazas de seguridad, como la alteración y la pérdida de confidencialidad de los datos. La visibilidad y la trazabilidad: son aspectos esenciales en la logística contemporánea.

La visibilidad proporciona información anticipada, mientras que la trazabilidad permite acceder a datos significativos de eventos pasados según el número de lote, serie, cliente, producto, entre otros.

En la actual coyuntura, contar con sistemas sólidos de control para la gestión integral de los pedidos será crucial para anticipar situaciones no deseadas, (Valencia, 2023).

Ahora bien, dados los cambios vertiginosos y las nuevas tendencias de la logística entra a jugar un papel determinante la articulación entre la cadena de suministro y la estrategia logística y es necesario articularla con las tendencias que se están presentando. A continuación, se presentan algunas de las tendencias logísticas.

Tabla 1

Tendencias de la logística

Tendencias	Fundamento
Predicción de la demanda	Se abordan diversos algoritmos de aprendizaje automático, con IA como redes neuronales, máquinas de soporte vectorial, y métodos de ensemble. Además, se examinan las mejores prácticas y desafíos asociados con la implementación de modelos de predicción de la demanda basados en IA en entornos empresariales. (Smith y Broum, 2019)
Optimización de rutas	Es una práctica crucial en logística que busca encontrar las rutas más eficientes y rentables para el transporte de bienes. Las nuevas tendencias logísticas incorporan tecnologías avanzadas, como inteligencia artificial y aprendizaje automático, asegurar que los vehículos se carguen de manera óptima, maximizando la capacidad de transporte y minimizando el número de viajes. (Gupta, A., & Wang, J. ;2020).

Sostenibilidad y logística Verde

La sostenibilidad y la logística verde son parte de una tendencia creciente hacia prácticas empresariales responsables y respetuosas con el medio ambiente. Estas estrategias no solo benefician al planeta, sino que también pueden mejorar la eficiencia operativa y la imagen de la marca.

Blockchain en la cadena de suministro

El blockchain tiene el potencial de transformar la cadena de suministro al proporcionar un registro inmutable de transacciones y movimientos de productos. Esto permite un rastreo completo desde el origen hasta el destino, ofreciendo una transparencia crucial para la gestión interna y fortaleciendo la confianza con los consumidores. Además, mejora la eficiencia al eliminar intermediarios y procesos innecesarios, reduciendo tiempos y costos. Asimismo, contribuye significativamente a la reducción de fraudes mediante un registro detallado e inmutable de transacciones, proporcionando un seguimiento preciso y en tiempo real de los productos para gestionar inventarios y garantizar la autenticidad. (Lansiti & Lakhani, 2017).

Logística flexible

En el contexto empresarial, la logística flexible implica la capacidad de gestionar eficientemente el flujo de productos, información y servicios a lo largo de la cadena de suministro, de manera que la empresa pueda responder rápidamente a cambios en las condiciones del entorno

Nota. En esta tabla se encuentra la idea central de los fundamentos de cada una de las tendencias de la logística. *Fuente.* Elaboración Propia

Como se puede analizar, la aplicación de la tecnología blockchain en el sistema logístico ha emergido como una estrategia prometedora para abordar desafíos cruciales en la gestión de cadenas de suministro modernas. La descentralización, la transparencia y la seguridad inherentes a la blockchain ofrecen las oportunidades significativas para mejorar la eficiencia y la confiabilidad en todas las fases de la cadena logística.

El uso del blockchain tiene el potencial de facilitar la implementación de sistemas de rastreo y trazabilidad en tiempo real de los productos a lo largo de toda la cadena de suministro. Esto podría generar una mayor confianza en cuanto al origen y calidad de los productos.

El propósito de este artículo es examinar y discutir la aplicación del blockchain en la cadena de suministro y en la flexibilidad de la logística, así como sus beneficios, limitaciones y desafíos. Se busca comprender cómo esta tecnología puede mejorar la eficiencia y la seguridad en este proceso empresarial crucial.

En un contexto donde el comportamiento de los consumidores se ha caracterizado por priorizar las necesidades básicas, las operaciones relacionadas con las cadenas de suministro han experimentado un aumento, generando incertidumbre para las empresas. Esto ha llevado a procesos de reestructuración y la formulación de nuevas estrategias para adaptarse a las demandas del mercado (Hobbs, 2020; Sharma et al., 2021). Este escenario, combinado con la gestión del riesgo en la cadena de suministro y la competitividad empresarial, ha impulsado la necesidad de adoptar nuevas tecnologías.

Las organizaciones buscan validar y dar seguimiento a sus productos de manera más efectiva, y el blockchain se presenta como una alternativa que satisface criterios de calidad y trazabilidad (Kayikci et al., 2022). Esta tecnología se caracteriza por ser descentralizada, segura

y transparente, reuniendo datos de transacciones de manera eficiente. En este sentido, el blockchain se posiciona como una herramienta esencial para mejorar la administración de la cadena de suministro y contribuir a la sostenibilidad (Petersen et al., 2016; Yousefi & Mohamadpour Tosarkani, 2022), al mismo tiempo que facilita el intercambio de información.

La descentralización asegura la integridad de la información, eliminando la necesidad de un intermediario central. Además de su aplicación en criptomonedas como Bitcoin, blockchain ha encontrado usos en áreas como la cadena de suministro, la gestión de contratos inteligentes y la trazabilidad de activos (Swan, 2015; Mougayar, 2016). Su capacidad para proporcionar un consenso confiable y transparente ha llevado a una exploración activa de su potencial en diversas industrias. Entre uno de sus beneficios están:

Implementación en la Trazabilidad: La tecnología blockchain puede ser empleada para mejorar la trazabilidad de los productos a lo largo de la cadena de suministro. La descentralización y la inmutabilidad de los registros en blockchain garantizan la autenticidad y la integridad de la información. Esto se traduce en una mayor confianza en la trazabilidad de productos, beneficiando tanto a empresas como a consumidores (Merkle, 1987; Tapscott & Tapscott, 2016).

Gestión Eficiente de Inventarios, la gestión de inventarios puede beneficiarse al integrar blockchain. Mediante contratos inteligentes, es posible automatizar procesos relacionados con la reposición de inventarios y las transacciones entre distintos actores de la cadena. Esto agiliza la gestión logística y reduce la posibilidad de errores (Swan, 2015).

Optimización de Rutas y Transporte, la optimización de rutas y transporte puede mejorar significativamente con blockchain. Mediante la transparencia y trazabilidad en tiempo real, se pueden identificar rutas más eficientes y reducir costos. Contratos inteligentes también pueden facilitar la liquidación automática de pagos (Iansiti & Lakhani, 2017). La aplicación de blockchain en el sistema logístico ofrece una perspectiva innovadora para superar los retos

contemporáneos. La descentralización y la seguridad inherentes a esta tecnología pueden impulsar la eficiencia operativa y la confiabilidad en cada etapa de la cadena de suministro.

Finalmente, es interesante analizar como por ejemplo TradeLens, en colaboración entre IBM y AP Moller- Maersk, diseñaron una plataforma de cadena de suministro global basada en tecnología blockchain. Su objetivo es integrar a todos los actores de la cadena de suministro, como comerciantes, transitarios, puertos y aduanas, en una sola plataforma. Esto facilita el intercambio seguro de información y promueve una mayor colaboración y confianza en toda la cadena de suministro y da mayor adaptabilidad de la organización (IBM News, 2019).

Tipos de Algoritmos de Ruta de Distribución

La optimización de rutas es un problema común en diversas áreas, como la logística, el transporte y la planificación de itinerarios. Hay varios algoritmos y técnicas que se utilizan para abordar estos problemas. Aquí se presentan algunas de las clases de algoritmos más comunes para la optimización que se usan en rutas de alta complejidad y que requieren de software especializado y de un nivel tecnológico empresarial alto:

Algoritmos heurísticos: son técnicas utilizadas para encontrar soluciones aproximadas a problemas complejos de optimización en un tiempo razonable. A menudo se utilizan cuando los métodos exactos son ineficaces debido a la complejidad o el tamaño del problema. En la optimización de rutas, los algoritmos heurísticos son especialmente útiles para encontrar soluciones prácticas (Gutin, & Punnen, 2002). Entre algunos métodos heurísticos se puede indicar el algoritmo de vecino más cercano: es uno de los métodos más fáciles, en su aplicación, para obtener una solución en un corto periodo de tiempo, en los problemas de VRP, “para ser un método de aproximación se dice que su respuesta es aceptable y no suele variar en gran proporción de la solución óptima” como lo afirman Karkory y Abudalmola (2013). Otro método

es el algoritmo genético, estos “trabajan con una versión codificada de los parámetros; ellos no buscan desde un punto único la ruta, pero sí desde una población de puntos” Méndez (2000).

Algoritmos exactos: En el contexto de la optimización de rutas y otros problemas de optimización combinatoria, de escala media, los algoritmos exactos son fundamentales cuando es esencial obtener la solución óptima, a pesar de que pueden ser computacionalmente intensivos y poco prácticos para problemas de gran escala debido a su alta complejidad. (Sastre, 2017).

Algoritmos metaheurísticos: Son una familia de algoritmos aproximados de propósito general. Suelen ser procedimientos iterativos que guían una heurística subordinada de búsqueda, combinando de forma inteligente distintos conceptos para explorar y explotar adecuadamente el espacio de búsqueda. (Herrera, 2017).

De otra parte (Reyes, Tamayo & Leiva, 2015) proponen un paso a paso muy específico para poder realizar el diseño de una red de distribución logística, la cual se puede tomar como base para el diseño de rutas de distribución. Ellos resaltan la importancia de la gestión logística como elemento estratégico. Los pasos propuestos son:

Fase I: Diagnóstico del Sistema de Distribución

Paso 1: Inventario del equipamiento actual Paso 2: Obtener información de la organización actual del sistema de distribución Paso 3: Descripción y análisis de mapas y (o) gráficas del territorio objeto de estudio Paso 4: Descripción de la ruta existente Paso 5: Investigación de la vialidad Paso 6: Estudio de tiempos de recorrido Paso 7: Estudio de la demanda por segmentos y por clientes Paso 8: Estudios de costos.

Fase II: Diseño de la Red Logística

Paso 9: Descripción de la ruta propuesta

Paso 10: Análisis de la factibilidad del diseño

Paso 11: Desarrollo del sistema informativo.

Fase III: Implementación de la Red Logística

Paso 12: Implementación de la nueva red logística

Paso 13: Medición y análisis.

¿Qué es la Logística Flexible?

Se refiere a la capacidad de adaptarse y ajustarse de manera ágil a cambios en la demanda, condiciones del mercado, y otros factores variables. Es esencial en un entorno empresarial dinámico y cambiante, donde la capacidad de adaptarse rápidamente a las condiciones variables puede marcar la diferencia en términos de competitividad y eficiencia; se debe aplicar en situaciones en las cuales las condiciones del entorno, la demanda del mercado, o cualquier otro factor puedan cambiar de manera imprevista o rápida.

La logística flexible es un enfoque y estrategia de la logística empresarial, es preponderante hacer el uso del blockchain en la logística flexible, a partir de procesos precedentes y articulados a las necesidades de la organización. En el ámbito de la logística, se han identificado varios tipos de flexibilidad que abordan diferentes aspectos de la cadena de suministro. A continuación, se presentan algunos tipos comunes de flexibilidad logística.

Flexibilidad en la Producción. Se refiere a la capacidad de ajustar rápidamente los volúmenes y tipos de productos fabricados para adaptarse a cambios en la demanda.

(Christopher, 2016)

Flexibilidad en la Cadena de Suministro. Implica la capacidad de adaptarse a cambios en la red de suministro, como la incorporación o eliminación de proveedores y la gestión de diversas rutas de transporte; (Bowersox & Closs, 2006).

Flexibilidad en el Almacén y Distribución. Se refiere a la capacidad de ajustar la capacidad de almacenamiento, la ubicación de los almacenes y los métodos de distribución para satisfacer cambios en la demanda o condiciones del mercado; (Rushton, Croucher & Baker, 2010).

Flexibilidad en el Tiempo de Entrega. Refiere a la capacidad de ajustar los plazos de entrega para satisfacer las expectativas del cliente y responder a cambios en la demanda; (Mangan, Lalwani & Butcher; 2016).

Con este mismo enfoque (Christopher,2016) ofrece estrategias específicas para implementar la flexibilidad logística, tales como la colaboración con proveedores y clientes, el uso de tecnología avanzada en la gestión de inventarios y la adopción de prácticas de fabricación ágiles aborda la flexibilidad logística como un aspecto fundamental para la competitividad de las organizaciones en un entorno empresarial dinámico y cambiante.

Destaca la importancia de la adaptabilidad y la capacidad de respuesta rápida a las fluctuaciones en la demanda, las condiciones del mercado y los riesgos en la cadena de suministro. Para aplicar la flexibilidad logística en una pequeña organización y mejorar su gestión, se pueden seguir varios pasos clave:

Evaluación de la cadena de suministro: Analizar la cadena de suministro actual para identificar posibles áreas de mejora y puntos de inflexión donde se requiera mayor flexibilidad.

Implementación de tecnología: Utilizar sistemas de gestión de inventario y software de planificación de recursos empresariales (ERP) para mejorar la visibilidad y coordinación en toda la cadena de suministro.

Diversificación de proveedores: Trabajar con múltiples proveedores para reducir el riesgo de interrupciones en el suministro y permitir una mayor flexibilidad en la selección de fuentes de suministro.

Establecimiento de acuerdos flexibles: Negociar acuerdos flexibles con proveedores y transportistas que permitan ajustes en los volúmenes de pedido, plazos de entrega y condiciones de pago según sea necesario.

Capacitación del personal: Brindar capacitación al equipo sobre la importancia de la flexibilidad logística y cómo adaptarse rápidamente a cambios en la demanda o condiciones del mercado.

En ese mismo sentido (Myerson, 2012), expone como se integra principalmente en la implementación de principios lean en la cadena de suministro, la logística flexible, en aspectos como la flexibilidad operativa, la eliminación de desperdicios, la mejora continua y la colaboración con los proveedores. Estos aspectos son fundamentales para desarrollar una cadena de suministro ágil y adaptable, lo que es esencial en un entorno empresarial dinámico y competitivo; que a su vez puede proporcionar una serie de beneficios que van desde la reducción de costos y la mejora de la eficiencia hasta la satisfacción del cliente y la ventaja competitiva.

Estos beneficios pueden ayudar a impulsar el éxito a largo plazo y la sostenibilidad de la empresa en un entorno empresarial dinámico y competitivo.

La logística flexible se aplica en situaciones donde se requiere adaptabilidad y capacidad de respuesta rápida a los cambios en la demanda, condiciones del mercado o perturbaciones en la cadena de suministro. (Tompkins, 2014) afirma que la flexibilidad logística implica ajustes en la producción, almacenamiento, transporte y distribución de bienes. incluida la flexibilidad logística en la planificación y diseño de las operaciones; así también las empresas pueden estructurar sus operaciones para adaptarse a cambios y responder eficientemente a las demandas del mercado.

Analizando los planteamientos de este marco se puede concluir que el blockchain emerge como una tecnología disruptiva con el potencial de transformar la gestión logística al proporcionar una infraestructura segura y descentralizada para el intercambio de información y la trazabilidad de productos a lo largo de la cadena de suministro. Al integrar el blockchain con los principios de logística flexible, las organizaciones pueden fortalecer su capacidad de adaptación a los cambios del entorno empresarial, permitiendo una mayor agilidad en la toma de

decisiones, una mejor coordinación entre los actores de la cadena de suministro y una respuesta más eficiente a las demandas del mercado. Esta convergencia entre blockchain y logística flexible promete no solo optimizar la eficiencia operativa, sino también impulsar la transparencia, la confianza y la resiliencia en las cadenas de suministro modernas.

Aunque, en la mayoría de los casos de uso de blockchain en el transporte de cargas y la logística intentan mejorar las operaciones actuales reduciendo tiempo o costos en la cadena de suministro, los esfuerzos emergentes de este uso están dando como resultado cambios fundamentales en las organizaciones de forma transversal, ayudando en su gestión empresarial (Álvarez & Sánchez, 2022).

Metodología

Tipos de Investigación

Antes de continuar es necesario presentar la empresa en contexto y en sus particularidades, la pyme es una pequeña empresa legítimamente constituida hace 6 (años) años por el propietario, dedicada a todo lo relacionado con estructuras metálicas y afines con experiencia de 15 años, su actividad industrial se centra en estructuras metálicas, perfiles en forma de U, el perfil estructural multiuso en forma de ángulo LAF, techos y cubiertas metálicas, escaleras y barandillas, puertas y encerramientos; está localizada en Duitama, en tiempo de pandemia trabajo a puerta cerrada, pero a partir del 2021 nuevamente reactivo su acción productiva.

Se le reconoce a esta pyme en el medio como una pequeña empresa que ofrece trabajos de calidad y puntualidad gracias a la maquinaria y equipo usados dentro de cada proceso. Han trabajado para empresas referentes de la región como Holcim, Acerías Paz Del Rio, y Argos, de igual manera, clientes no tan grandes que los buscan y confían en su trabajo. Cuenta con 10 empleados, el dueño ejerce las funciones de Gerente y administrador, tiene una contadora que trabaja algunos días del mes llevando la contabilidad.

Para determinar cómo se encuentra la Pyme frente al desarrollo de la gestión operativa y en coherencia con la gestión logística interna organizacional de la empresa, este proyecto abordó un enfoque cuantitativo (Hernández-Sampieri, et, al. 2018), se caracteriza por ser un método estructurado y sistemático de recolección y análisis de datos numéricos, los datos están en términos cuantificables, medibles; usando el análisis descriptivo, no experimental; se hizo una sola toma de datos; no se requirió determinación del tamaño de la muestra porque fue censal, que correspondió a todos los integrantes de la Pyme; se tomó al total de los integrantes la empresa no fue necesario técnicas de muestreo, por lo antes mencionado, la captura de datos se efectuó en una única ocasión. Es de aclarar que también se pidió la colaboración para la

depuración del instrumento de recolección a un empresario externo a la organización y a un experto en logística. Para la aplicación de la encuesta se pidió la participación de dos empresarios y de dos expertos en logística, (Tabla 2).

Tabla 2

Grupo de colaboradores encuestados

Colaboradores	Cargo	Rol
1	Gerente	Administrador
4	Operarios fijos	Empleados soldadura
4	Operarios rotativos	Diversas funciones corte, ensamblaje.
1	Conductor	Transporte
1	Contadora	Parte contable
2	Empresarios externos	Gerentes de empresas del sector metalmecánico
2	Académicos asesores	Asesores en logística

Nota. Se presentan los tipos de grupos que se focalizaron para la recolección. *Fuente.* Elaboración propia

Se usó escala Likert, con 5 opciones de respuesta de opiniones o percepciones tipo cerrado, con una escala de medición estadística ordinal, con ítems a los que los encuestados responden indicando su grado de acuerdo o desacuerdo Tabla 2.

Tabla 3*Ponderación escala de percepción Likert*

Grado de percepción	Elecciones de respuesta – Categorías
Totalmente de acuerdo	5
De acuerdo	4
Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	3
En desacuerdo	2
Totalmente en desacuerdo	1

Nota. Se presenta la escala de percepción para que la población pueda escoger su opción de respuesta. *Fuente.* Elaboración propia.

Para medir las variables se diseñó un cuestionario de 20 preguntas Apéndice A, para evaluar cómo se encuentra la pyme en coherencia con los Indicadores clasificados dentro de las 5 áreas – tipos de la gestión logística flexible. Tabla 4

Figura 2

Áreas de gestión logística flexible

Area-tipo (Dimensión) Tipos flexibilidad logística	Indicadores
Flexibilidad de la producción: Se refiere a la capacidad de ajustar rápidamente los volúmenes y tipos de productos fabricados para adaptarse a cambios en la demanda. (Christopher, 2016)	<ul style="list-style-type: none"> • Índice de flexibilidad de la producción: Producción ajustada/capacidad de producción total (Heizer, 2014). • Índice de flexibilidad de volumen: (Produc max-producto min) /Producto estándar (Schroeder, Goldstein, & Rungtusanatham, 2013). • Ajuste de los volúmenes de producción • Clases de productos fabricados
Flexibilidad de la cadena: Implica la capacidad de adaptarse a cambios en la red de suministro, como la incorporación o eliminación de proveedores y la gestión de diversas rutas de transporte; (Bowersox & Closs, 2006).	<ul style="list-style-type: none"> • Índice de flexibilidad de volumen: (Produc max-producto min de la cadena) /Producción estándar de la cadena • Flexibilidad de Mix=Número total de productos/ número de productos diferentes que pueden ser producidos en la cadena (Christopher, 2016) • Eslabones de la cadena • Sincronización entre la empresa y red de suministro

Flexibilidad en el Almacén y Distribución: Se refiere a la capacidad de ajustar la capacidad de almacenamiento, la ubicación de los almacenes y los métodos de distribución para satisfacer cambios en la demanda o condiciones del mercado; (Rushton, Croucher & Baker, 2010)

- **Visibilidad de proveedores:** Mide la proporción de proveedores cuya información de inventario, producción y entrega está disponible en tiempo real; Tasa de visibilidad de proveedores = $[\text{número total de proveedores visibles} / \text{Número total de proveedores}] * 100$

- **Índice de flexibilidad del Almacén:** $[(\text{capacidad máx. del almacén} - \text{capacidad utilizada}) / \text{capacidad máx. del almacén}] * 100$

- **Capacidad de almacenamiento**

- **Índice de flexibilidad de distribución:** $(\text{Número de opciones de distribución disponible} / \text{número total de opciones de distribución}) * 100$

- **Tiempo de respuesta de cambios:** tiempo total de ajuste / Número de cambios

- **Ajustar plazos de entrega usando TIC**

- **Satisfacción percibida por ellos por parte de los clientes**

- **Eficiencia operativa:** $\text{Costos Operativos Totales} / \text{Ingresos operativos totales}$

- **Índice de variabilidad del pedido:** $\text{IVP} = (\text{número de pedidos variados que se pueden procesar} / \text{número total de pedidos}) * 100$

- **Organización para entregar productos o servicios de manera rentable.**

- **Se mejoran cada vez los procesos operativos con trazabilidad**

Flexibilidad en el Tiempo de Entrega: Refiere a la capacidad de ajustar los plazos de entrega para satisfacer las expectativas del cliente y responder a cambios en la demanda; (Mangan, Lalwani & Butcher, 2016).

Eficiencia operativa: La eficiencia operativa se define como "la capacidad de una organización para entregar productos o servicios de manera rentable y con la menor cantidad de recursos posible, manteniendo la calidad y mejorando continuamente los procesos" (Heizer, Render, & Munson, 2017).

Nota. Se describe concepto y formula para los indicadores de cada eficiencia. *Fuente.* Imagen elaboración propia con base en Christopher (2016), Heizer (2014), Schroeder, Goldstein y Rungtusanatham (2013), y Bowersox y Closs (2006).

Para evaluar la consistencia interna del instrumento de medición y para garantizar la fiabilidad de los datos recopilados, se utilizó el Alfa de Cronbach, se tomó como base la escala planteada por (Bolívar, 2007):

Tabla 4*Rangos y magnitudes*

Rangos	Magnitudes
0,81 a 1,00	Muy Alta
0,61 a 0,80	Alta
0,41 a 0,60	Moderada
0,21 a 0,40	Baja
0,01 a 0,20	Muy Baja

Nota. Se presentan los rangos cuantitativos y sus magnitudes establecidos de evaluar el alfa de Cronbrach. *Fuente.* Elaboración propia

Para la presente investigación se obtuvo un alfa de Cron Bach de valor de 0.65, lo que sugiere un nivel de alta consistencia del instrumento. En la tabla 6 se muestra de donde salieron los datos respectivos.

Tabla 5*Coficiente Alfa de Cronbrach*

k / (k-1)	1,05
Sumatoria de las varianzas de los ítems /Varianza de la suma de los ítems	0,38
1-(Sumatoria de las varianzas de los ítems /Varianza de la suma de los ítems)	0,62
Alfa de cronbach	0,65

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum s_i^2}{S_T^2} \right]$$

Nota. Se describe los resultados cuantitativos de las variables para hallar el Alfa de Conbrach. *Fuente.* Elaboración propia.

Para comprender mejor la posición competitiva de la pyme dentro de la industria y desarrollar estrategias efectivas, se decidió utilizar también, el análisis de las 5 Fuerzas de Porter. Este modelo permitió evaluar de manera integral las dinámicas competitivas que influyen en nuestro mercado, incluyendo la rivalidad entre competidores, la amenaza de nuevos entrantes, el poder de negociación de los proveedores y compradores, así como la amenaza de productos sustitutos. A través de este análisis, se identificó las oportunidades y amenazas clave, con el fin de fortalecer la capacidad de respuesta, mejorar la ventaja competitiva y asegurar un crecimiento sostenible a largo plazo. A continuación, se presentan los resultados detallados de este análisis.

<https://edit.org/edit/my/5ccuquahaibp>

Desarrollo Primer Objetivo

Diagnostico en la pequeña empresa del sector metalmecánico de Duitama, en referencia al sistema logístico y de distribución.

Para evaluar la gestión organizacional en relación con la acción logística y dinámica de la cadena de suministro, se ha recopilado y analizado los indicadores clasificados dentro de las 5 áreas – tipos (dimensiones) de la gestión logística flexible.

Estos resultados proporcionan una visión detallada de varios aspectos críticos, incluyendo la flexibilidad de la producción, la visibilidad de los proveedores y otros factores esenciales que impactan en nuestra capacidad para satisfacer las demandas del mercado y optimizar la gestión operacional.

A continuación, se presentan los hallazgos de este análisis, los cuales permiten identificar áreas de mejora y tomar decisiones informadas para fortalecer la competitividad y eficiencia operativa.

Se utilizó Excel con tablas dinámicas donde se tiene la validación de datos con las categorías, teniendo claridad que cuando se habla de validación de datos permite elegir en este

caso análisis de las categorías, posterior se convierte la tabla con los valores de los niveles, evitando que se pueda colocar otra cantidad o valor, solo los previamente determinados.

Figura 3

Modelo de la tabulación para el presente estudio

Diagnóstico sistema empresarial de la pyme en coherencia con el sistema logístico y de distribución																						
Encuestados	1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	2.2	2.3	2.4	3.1	3.2	3.3	3.4	4.1	4.2	4.3	4.4	5.1	5.2	5.3	5.4	Total	
1																						
2																						
3																						
4																						
5																						
6																						
7																						
8																						
9																						
10																						
11																						
12																						
..																						

Categorías- grado de percepción	Niveles
Totalmente de acuerdo	5
De acuerdo	4
Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	3
En desacuerdo	2
Totalmente en desacuerdo	1

Fuente. Autoría Propia

Resultados Obtenidos del Diagnostico

A partir de la puntuación obtenida y con la sumatoria de respuestas en la escala Likert; se determinó que: Las respuestas con puntaje entre 1 y <3 se establecieron como “ puntos críticos que afectan la gestión logística organizacional”, las respuestas con puntaje entre ≥ 3 y <4 son «puntos que pueden mejorarse pero que están aportando a la gestión logística organizacional»; y las respuestas con puntaje entre 4 y 5 se establecieron como «alta aporte a la gestión y que deben mantenerse y estandarizarse».

En primera instancia; se obtuvo el número de veces que consideran positivo la valoración del área de dimensión dando un puntaje de 1 (uno) para significancia de si o positiva y 0 (cero) para un significado de no o valoración negativa para cada aspecto, lo anterior desde una la valoración cualitativa, que tal como lo plantea (González, 2022) puede ser una escala nominal con dos categorías mutuamente excluyentes, de lo que se obtuvo los siguientes resultados Tabla 7.

Por ejemplo, en el numeral 1.1; 10 personas de las encuestadas opinaron que, si consideran que la empresa se ha adaptado o modificado fácilmente para cumplir con las demandas específicas del mercado, en el numeral 1.2 indica que todos los encuestados creen que

la empresa no está en condiciones de producir el volumen máximo estipulado, es decir todos dieron un puntaje de 0 a este ítem.

Tabla 6

Tabulación resultados obtenidos

Área-Tipo (Dimensión)	Preguntas	Número de veces cualificado <u>los</u> <u>ítems de forma positiva/Nega</u>	
		Si	No
1.Flexibilidad de la producción	1.1 La empresa se ha adaptado o modificado fácilmente para cumplir con las demandas específicas del mercado.	10	5
	1.2. La empresa está en condiciones de producir el volumen máximo Estipulado	0	15
	1.3. El sistema de producción de la empresa es flexible	10	5
	1.4 La empresa puede fabricar cualquier clase de producto del sector de estructuras metálicas y/o sector Metalmecánico	8	7
2. Flexibilidad de la cadena	2.1 La empresa puede coordinar el volumen de de productos diferentes que pue den la cadena. ser producidos en la cadena.	5	10
	2.2 Se tiene identificado y analizado el Número	9	66

	2.3	La empresa identifica los eslabones de la cadena	12	3
	2.4	La empresa esta sincronizada con la red de Suministro	7	8
3.Flexibilidad en el Almacén y Distribución	3.1	La información de los inventarios está disponible en tiempo real.	5	10
	3.2	El índice de visibilidad de los proveedores es alto ante la empresa.	7	8
	3.3	La empresa cuenta con capacidad de Almacenamiento	11	4
	3.4	Los métodos de distribución se pueden acoplar a las necesidades de los clientes	10	5
4. Flexibilidad en	4.1	El índice de flexibilidad de distribución Obtenido es positivo para esta organización	4	11
	4.2	Se tiene diseñado o planteado las opciones de distribución de los productos terminados	6	9
	4.3	la empresa está en condiciones de ajustar plazos de entrega usando TIC	8	7

			44
	4.4 Los clientes se sienten satisfechos en cuanto los tiempos de entrega y calidad de los productos	8	7
	5.1 Los costos operativos de la organización son compensados por los ingresos totales de la Pyme	9	6
5.Eficiencia Operativa	5.2 La empresa tiene un número grande de pedidos variados que se pueden procesar	6	9
	5.3 La empresa tiene una estructura para entregar productos o servicios de manera rentable	10	5
	5.4 Se mejoran cada vez los procesos operativos con trazabilidad	5	10

Nota. Se presenta la tabulación de los resultados obtenidos. *Fuente.* Elaboración Propia.

Con la utilización de las tablas dinámicas, y partiendo que en las columnas el valor máximo que se puede obtener es de 75 puntos porque se tiene 15 encuestados y 5 niveles de valoración del grado de percepción de la gestión organizacional logística y de distribución; se obtuvo los siguientes resultados de la Figura 3.

Al realizar la suma de cada columna se logra identificar cuáles son los ítems donde se tiene mejor percepción de la gestión organizacional logística y de distribución de la pyme, así como en los puntajes más bajos de estas sumas por columna se obtiene los ítems de los puntos críticos.

Figura 4*Percepción de la gestión organizacional logística*

Encuestados	1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	2.2	2.3	2.4	3.1	3.2	3.3	3.4	4.1	4.2	4.3	4.4	5.1	5.2	5.3	5.4
1	2	4	3	3	2	2	3	2	2	3	3	3	2	2	3	3	4	4	3	2
2	2	4	3	3	2	2	2	3	2	3	2	3	2	2	3	3	5	4	3	2
3	3	4	3	4	2	3	3	3	2	3	3	2	2	2	3	4	3	3	3	2
4	3	4	2		2	3	3	3	2	2	2	3	2	3	2	4	3	4	3	2
5	3	4	2	4	2	3	3	3	2	2	3	3	2	3	2	4	4	3	2	2
6	3	4	2	4	2	3	3	3	2	2	2	2	2	3	2	4	4	2	2	2
7	2	4	2	3	2	2	3	2	3	2	2	2	2	2	3	3	4	4	2	2
8	3	3	2	3	2	2	2	2	3	2	3	3	2	3	3	3	3	2	3	2
9	3	4	2	3	2	2	3	2	4	3	3	3	3	3	2	3	4	3	3	2
10	3	3	3	4	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	4	4	2	3	2
11	2	3	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	2	2	3	3	4	5	2	2
12	3	3	3	2	2	3	3	2	3	3	3	2	3	2	3	3	4	4	3	2
13	3	3	2	3	2	2	3	2	3	2	3	4	2	2	3	4	3	3	3	2
14	3	3	2	2	2	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	4	4	3	2	2
15	2	3	2	3	2	2	3	2	4	3	3	3	3	2	3	4	3	3	2	2
Total	40	53	35	44	30	36	42	37	39	37	41	40	36	36	40	52	56	44	40	30

Fuente. Elaboración Propia

De lo anterior se obtuvo que los puntajes altos de las columnas es decir mayor de 50 se tiene a los ítems 1.2. La empresa está en condiciones de producir el volumen máximo estipulado, 4.4 Los clientes se sienten satisfechos en cuanto los tiempos de entrega y calidad de los productos; y 5.1 Los costos operativos de la organización son compensados por los ingresos totales de la pyme lo que significa que, si es pertinente y positivo seguir con la acción empresarial, previos ajustes de gestión logística organizacional.

Los puntajes menores de 30 o cercanos a 30 son puntos de mucho cuidado o considerados críticos tales como 2.1 La empresa no puede coordinar los eslabones de la cadena y 2.2 Se tiene identificado y analizado el número de productos diferentes que pueden ser producidos en la cadena; 4.1 El índice de flexibilidad de distribución obtenido es positivo para esta organización y el 4.2 Se tiene diseñado o planteado las opciones de distribución de los productos terminados.

Al hallar los promedios de las columnas se identifica en que ítems los encuestados no se sienten de acuerdo con las acciones gestadas en referencia a la logística y distribución de la pyme.

Tabla 7*Promedios de los datos obtenidos*

Encuestados	1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	2.2	2.3	2.4	3.1	3.2	3.3	3.4	4.1	4.2	4.3	4.4	5.1	5.2	5.3	5.4
Promedios	2.7	3.5	2.3	3.1	2.0	2.4	2.8	2.5	2.6	2.5	2.7	2.7	2.4	2.4	2.7	3.5	3.7	3.1	2.7	2.0

Nota. Ítems en que los encuestados están más de acuerdo o menos de acuerdo con la gestión.

Fuente. Elaboración propia.

De acuerdo con lo obtenido ver Tabla 8 Resultados totales se concluye que la pyme en coherencia con los indicadores clasificados dentro de las 5 áreas – tipos de la gestión logística flexible, se encuentra con un grado de percepción de “Ni de acuerdo ni desacuerdo” presentado indiferencia ante la situación porque ellos no se ven afectados en este momento ya que su pago mensual no les ha faltado; pero no se percatan que de seguir así la situación de la pyme puede reducirse en el mediano plazo y por ende requerir menos personal.

Tabla 8*Consolidados resultados totales*

Grado de percepción	Sumatoria
Totalmente de acuerdo	1
De acuerdo	20
Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	145
En desacuerdo	134
Totalmente en desacuerdo	0
Total	300

Nota. Resultados sumatorios de las valoraciones escala Likert. *Fuente.* Elaboración propia.

Desde otra óptica y en concordancia con lo observado esa valoración de percepción media indica que existen puntos que pueden mejorarse pero que, aun así, están aportando a la gestión logística organizacional.

A su vez el grado de percepción en desacuerdo indica que la gestión logística organizacional puede mejorarse y ver un real crecimiento en la organización, en sus ingresos, en el Good Will, en la visibilización de la misma a través de la consolidación de clientes fidelizados a partir de calidad, precio y cumplimiento y no solo a través de respaldo resultado de procesos que se requieren hacer porque en la distribución de los productos existen falencias o en los mismos tiempos de entrega y/o en la calidad de los mismo por insumos insuficientes o deficientes. Ver figura 3.

Figura 5

Percepción de los encuestados



Fuente. Autoría Propia

Entonces, se puede decir que en las formas y dinámicas de la gestión y distribución se han identificado varias falencias, que incluyen retrasos recurrentes, errores en la asignación de destinos y una insuficiente capacidad de respuesta ante incidencias o nuevos pedidos. Estas deficiencias han afectado la puntualidad y la satisfacción de los clientes. Para corregir estos

problemas se debe hacer la revisión de los procesos de operación logística y la implementación de nuevas tecnologías que permitan mejorar la eficiencia y la precisión en las entregas.

Resultados del análisis de las 5 fuerzas de Porter a la pyme objeto de estudio:

Las 5 Fuerzas de Porter son un modelo desarrollado por Michael E. Porter en 1979, que se utiliza para analizar el nivel de competencia dentro de una industria y comprender las dinámicas que afectan su rentabilidad. Este modelo identifica cinco fuerzas clave: la rivalidad entre los competidores existentes, la amenaza de nuevos entrantes, el poder de negociación de los proveedores, el poder de negociación de los compradores y la amenaza de productos o servicios sustitutos. Cada una de estas fuerzas influye en la capacidad de una empresa para obtener ganancias y mantener una ventaja competitiva (Porter, 1979). A continuación, se presenta los análisis respectivos

Enlace de análisis de las cinco fuerzas de Porter para la empresa objeto de estudio:

<https://edit.org/edit/my/5ccuquahaibp#>

Figura 6

Código QR Análisis Cinco Fuerzas de Porter



Fuente. Autoría Propia

Figura 7

Análisis 5 fuerzas de Porter



Fuente. Autoría Propia

La aplicación de las cinco fuerzas de Porter a esta pyme del sector metalmecánico en Duitama, Boyacá, revela varias deficiencias inherentes al modelo. La competencia interna, una de las fuerzas clave, puede ser intensa debido a la presencia de empresas familiares que colaboran en lugar de competir agresivamente, que finalmente para la pyme analizada le resulta un punto crítico ya que no hace parte de estos grupos familiares. La amenaza de nuevos entrantes, por otro lado, puede ser mayor de lo que el modelo sugiere, ya que la inversión inicial y los costos operativos en una localidad más pequeña son relativamente altos. Los proveedores en un mercado limitado como este pueden tener un poder significativo, influyendo en los precios y la calidad de los materiales disponibles. Del mismo modo, los clientes, siendo pocos, pero esenciales para la supervivencia de la empresa, pueden tener un poder de negociación considerable. La amenaza de sustitutos llega a ser relevante, pero si la empresa ofrece productos

altamente especializados y personalizados, algo no común en el sector metalmecánico, puede volverse su valor agregado. En resumen, las peculiaridades del mercado local y las relaciones personales deben considerarse al aplicar las fuerzas de Porter a pequeñas empresas en contextos específicos, como el de Duitama.

La pyme del sector metalmecánico en Duitama, Boyacá analizada, enfrenta un nivel competitivo moderado. Si bien la competencia local no es extremadamente feroz debido a la colaboración entre empresas familiares y una comunidad empresarial estrecha, la presencia de nuevos entrantes potenciales y el poder significativo de proveedores y clientes influyen en su competitividad. La empresa se distingue por su capacidad de ofrecer productos altamente especializados y personalizados, lo que le otorga una ventaja competitiva en un mercado nicho. Sin embargo, para mantener su posición y mejorarla, debe seguir robustecer la innovación en procesos y servicios fortaleciendo las relaciones con sus principales clientes y proveedores. Así también debe buscar crear valor en la cadena operativa y de distribución a través de rutas con una estructura estratégica.

Conclusión General de los Hallazgos del Diagnóstico Integral

El diagnóstico reveló ineficiencias operativas, problemas de comunicación interna y una infraestructura tecnológica desactualizada. Estos hallazgos son esenciales para formular un plan de mejora.

Tabla 9

Identificación puntos críticos

Puntos críticos con percepción positiva	Puntos críticos con percepción negativa
La empresa puede producir el volumen máximo.	La empresa cuando no tiene acumulación de pedidos puede cumplir con calidad y tiempo de entrega.

<p>Los costos de producción son compensados con los ingresos. El valor agregado es la flexibilidad y adaptación a los requerimientos de los Clientes</p> <p>La empresa no puede coordinar los eslabones de la cadena</p>	<p>Se tiene identificado y analizado el número de productos diferentes que puedan ser producidos en la cadena</p> <p>El índice de flexibilidad de distribución de productos es negativo</p> <p>No se tiene diseñado ni estructurado las rutas de distribución. No hay sistema de información</p> <p>Falta visibilizarían de la empresa.</p> <p>Muchos reprocesos innecesarios.</p>
--	--

Nota. Se describen los puntos críticos con las dos percepciones. *Fuente.* Elaboración propia.

Este objetivo se logra al poder identificar tanto los puntos críticos positivos y negativos, en este diagnóstico sobre el sistema logístico y de distribución de la pyme del sector metalmecánico en Duitama, se puede concluir que hay ineficiencias en la gestión de inventarios, se carecen de sistemas de control de inventarios, lo que provoca problemas en el manejo de materias primas y productos terminados. Esto puede derivar en exceso o escasez de stock, afectando los tiempos de entrega y la capacidad de satisfacer la demanda de manera oportuna.

Desarrollo Segundo Objetivo

Diseño del Modelo de Optimización de las Rutas de Entrega.

En esta fase en primera instancia se desarrolló la metodología de trabajo en grupo (Focus group) que generen confianza y seguridad ante los cambios en los integrantes de la organización, como segundo lugar se plantean estrategias para disminuir tiempos de entrega o de prestación del servicio, como tercer paso se hace un plan de capacitaciones que impacten en el desarrollo del uso eficiente de herramientas tecnológica enmarcadas en el blockchain; todo

lo anterior partir de los hallazgos del diagnóstico y finalmente se realiza la indagación y selección de aplicaciones tecnológicas, algoritmos y software de optimización de rutas para minimizar tiempos y costos de entrega, estructuración del inventario dinámico y rastreo en tiempo real.

Focus Group

Esta técnica cualitativa se desarrolló definiendo primero los objetivos y preguntas clave en referencia a como optimizar las rutas de entrega y la forma en cómo hacerlo para reducir costos y demora en los mismos, seleccionando cuidadosamente a los participantes adecuados, para tal fin, se seleccionó a un empleado de cada área y se preparó al moderador con una guía estructurada.

Se trabajó en la empresa con 2 equipos de cómputo, se explicó las normas básicas y fomentando la participación, con un total de 5 participantes. Durante la discusión, se registró las opiniones y se tomó notas detalladas.

Posteriormente, se analizan los datos recogidos para identificar temas prioritarios y patrones clave, se elaboró un informe con las conclusiones y recomendaciones, que se presentó al director de la empresa para análisis y toma de decisiones.

Tabla 10*Preguntas claves de actividad Focus Group*

Aspectos analizados	Preguntas claves para el focus group
Experiencia Actual:	¿Cómo describiría su experiencia actual con el proceso de entrega de productos?; ¿Cuáles son los principales desafíos que enfrentan en las rutas de entrega actuales?
Eficiencia y Problemas:	¿Qué tan eficiente considera que es el sistema de entrega actual?; ¿Ha habido problemas recurrentes con las entregas (por ejemplo, retrasos, errores en la ruta)?
Satisfacción del Cliente:	¿Cómo ha afectado la eficiencia de las rutas de entrega a la satisfacción del cliente?; ¿Ha recibido quejas específicas de los clientes sobre las entregas?
Tecnología y Herramientas:	¿Qué tecnologías o herramientas se están utilizando actualmente para planificar las rutas de entrega?; ¿Qué tan familiarizados están con estas herramientas y qué mejoras creen que se podrían implementar?

Nota. Se describe las preguntas claves de aspectos analizados en el focus group. Se adjunta evidencia fotográfica de los procesos hechos con el empresario. *Fuente.* Elaboración propia

Figura 8

Focus Group



Fuente. Autoría propia

Informe Resultado del Focus Group o Grupo focal.

Como resultado del anterior análisis se llegó a determinar que la experiencia actual es bastante caótica. A menudo hay falta de coordinación y comunicación entre las áreas, lo que resulta en entregas desorganizadas y no planificadas adecuadamente o con sobre costos. Esto genera estrés tanto para el conductor como para los clientes. Los principales desafíos incluyen la falta de planificación eficiente, rutas ineficientes que no optimizan el tiempo ni el consumo de combustible, problemas con la disponibilidad y el mantenimiento de los vehículos, y dificultades para manejar entregas urgentes o cambios de última hora.

En las áreas de eficiencia y problemas el sistema de entrega actual es poco eficiente. Hay frecuentes retrasos y desvíos innecesarios que aumentan los costos operativos y que dificultan para ser puntuales en las entregas. Sí, los retrasos son comunes debido a la falta de planificación adecuada y a problemas con el mantenimiento de los vehículos. También hay errores frecuentes en las rutas debido a la falta de herramientas tecnológicas avanzadas para la planificación y la ejecución de las entregas. La ineficiencia de las rutas de entrega ha afectado negativamente la

satisfacción del cliente. Hay muchas quejas sobre entregas tardías y productos que no llegan en las condiciones esperadas. Esto ha llevado a una pérdida de confianza de los servicios.

Actualmente no se utilizando herramientas muy básicas de GPS, pero de manera desarticulada, estas herramientas no son suficientes para gestionar de manera eficiente las operaciones de entrega, estas situaciones generan estrés y falta de concentración en la gestión operativa en la pyme.

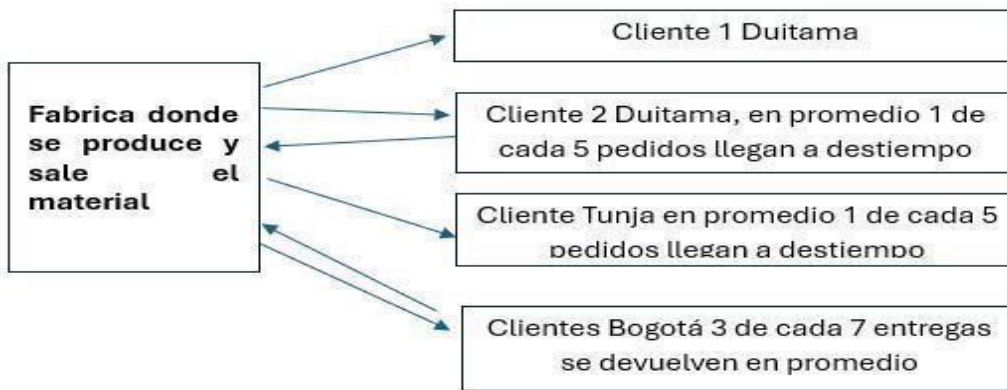
Estrategias para disminuir tiempos de entrega o de prestación del servicio.

Para poder establecer las estrategias para disminuir específicamente los tiempos de entrega y en la calidad de esta, se levantó el plan actual de distribución y de tiempos Apéndice B, el cual se basa en adaptarse a cada pedido individual, lo que a veces requiere realizar reprocesos para cumplir con las especificaciones y plazos establecidos. Aunque este enfoque flexible busca atender las necesidades particulares de los clientes, ha generado ineficiencias y retrasos que indican la necesidad de mejoras significativas. Se reconoce que esta metodología no está funcionando de manera óptima y se espera revisar y optimizar los procesos de producción y distribución. Los productos son: a) estructuras metálicas, b) perfiles en forma de U, c) el perfil estructural multiuso en forma de ángulo LAF, d) techos y cubiertas metálicas, f) escaleras y barandillas, g) puertas y encerramientos

En concordancia con lo anterior se realizó control de tiempos de operación y de entrega para tal fin se tomaron los tiempos de operación y promedio de tiempo de entrega en unidades de horas y de avance en carretera de acuerdo con el pedido. Los productos que más salen o más requerimiento tienen son la estructura metálica, sin embargo, se adjunta artículos promedio de salida en una quincena, ya que el pago a los colaboradores se les hace quincenal.

Figura 9

Gráfica promedio en quincena de los problemas



Fuente. Autoría Propia.

Se realizó toma de tiempos en dos quincenas no seguidas, con el objeto de tener información intencional por conveniencia, no sesgada; para ello se les sensibilizó a los integrantes del proceso y se les convocó a no tener alteraciones en sus procesos y mantener la mayor normalidad posible en su quehacer diario, en beneficio de la toma de datos. (Tabla 11).

Datos tomados en plantilla tiempos de producción y transporte de los productos actuales de la Pyme analizada modelo diseñado por el presente estudio y que figura como Apéndice B.

Frente a los datos precisos obtenidos entonces se procede a trazar las estrategias para minimizar tres situaciones concretas:

Disminuir tiempos de entrega lead time, Disminuir tiempos de reproceso y Disminuir mejorar las rutas de distribución.

Figura 10

Tiempos de producción, cargue y transporte

Logotipo empresa		Nombre de la empresa: Pyme Analizada		Productos:					
Descripción de la operación:									
No. De pedidos	Material	Proceso	Tiempo total	Clientes finales	KMS	Tiempo de transporte en horas	Tuvo devolución		Observaciones
							Si	No	
7(primera quincena)	73% aluminio 27% Acero	Ensamblaje, Soldadura, transporte	96 horas	Tunja 1 pedidos clase a Duitama 3 pedidos clase b y c Bogotá 3 pedidos clase b	54 14 195	1 hora 80 km/h (*1) 5 horas, 80 km/h (*2)	45%	55%	La razón por la cual hubo devolución es por lesiones mecánicas, desgarro laminar. En Tunja hubo destiempo y toco hacer nueva concesión en el tiempo de pago
4 (segunda quincena)	87% aluminio 13% acero	Ensamblaje, Soldadura, transporte	98 horas	Bogotá 4 pedidos clase c	195	4HORAS, 80 km/h (*1)	30%	80%	Deformación por cargas y sobrecargas, entrega a destiempo

Nota: (*1) Camión de un solo eje para 4 toneladas y media de carga útil a \$ 110000 por tonelada llegando punto a destino. (*2) En un camión de dos ejes para 10 toneladas de carga útil, \$120000 por tonelada llegando punto a destino. Fuente. Elaboración propia

Para plantear estas estrategias se realizó a través de la gestión de conocimientos aplicando los principios de la gestión logística flexible en coherencia con las necesidades para optimizar las rutas de distribución asegurando que los recursos se utilicen de manera efectiva y que los resultados cumplan con el objetivo establecido.

Figura 11

Matriz Estrategias para disminuir tiempos de entrega y eliminar reprocesos

Puntos críticos con percepción positiva	Estrategia para fortalecer punto mejor evaluado o con alta percepción	Dimensión de gestión logística flexible
La empresa puede producir el volumen máximo.	Realizar mantenimiento preventivo a cada una de sus máquinas y herramientas	Flexibilidad de la producción
La empresa cuando no tiene acumulación de pedidos puede cumplir con calidad y tiempo de entrega.	Es fundamental optimizar recursos y mejorar la gestión de producción y logística mediante un análisis de capacidad y demanda estacional, estandarización y automatización de procesos, capacitación continua del personal y contratación temporal en picos de demanda, planificación y programación avanzadas, desarrollo de relaciones con proveedores flexibles.	Flexibilidad de la producción
Los costos de producción son compensados con los ingresos.	Establecer riguroso control y análisis de costos, optimización de procesos para reducir gastos innecesarios, negociación con proveedores para obtener mejores precios, adopción de tecnologías que aumenten la eficiencia	Eficiencia operativa
El valor agregado es la flexibilidad y adaptación a los requerimientos de los clientes	crucial una planificación proactiva que evalúe riesgos y desarrolle planes de contingencia, junto con la optimización de la cadena de suministro mediante la diversificación de proveedores. Inventario justo a tiempo.	Flexibilidad en los tiempos de entrega
Las rutas de distribución. No hay sistema de información	estructura en las rutas de distribución y la ausencia de un sistema de información, tecnología de seguimiento GPS para obtener información en tiempo real. Además, es esencial capacitar al personal en logística y nuevas tecnologías,	entrega
Falta visibilización de la empresa.	Hacer uso de marketing digital y la presencia en redes sociales, el desarrollo de una identidad de marca fuerte y coherente	Flexibilidad en Almacén y distribución
Muchos reprocesos innecesarios.	Estandarización de procesos mediante la documentación y el uso de procedimientos operativos claros, la identificación y eliminación de cuellos de botella, puntos de control de calidad clave, cultura de mejora continua.	Flexibilidad operativa

Nota. Esta matriz presenta las estrategias planteadas para disminuir tiempos de entrega y eliminar reprocesos. *Fuente.* Autoría propia

Después de analizar las mayores dificultades se planeó el mejoramiento en la ruta en Duitama, la cual se diseñó usando el algoritmo heurístico con el método del vecino más cercano, para este caso concreto en las siguientes circunstancias; el repartidor sale del punto A y debe llevar productos a tres clientes en sitios diferentes de la ciudad.

Siguiendo los pasos planteados por Núñez y Moran (2017), para aplicar este algoritmo:

Primero. Determinar el punto de inicio del problema. Punto A.

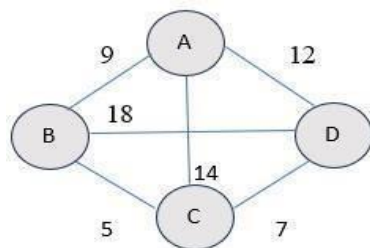
Segundo. Desde el nodo inicial, seleccione el próximo destino comparando las distancias y eligiendo el de menor costo.

Tercero. Repita el proceso anterior hasta haber visitado todos los puntos necesarios.

Cuarto. Regresar al punto inicial.

Figura 12

Grafica Inicial de Vecino más Cercano



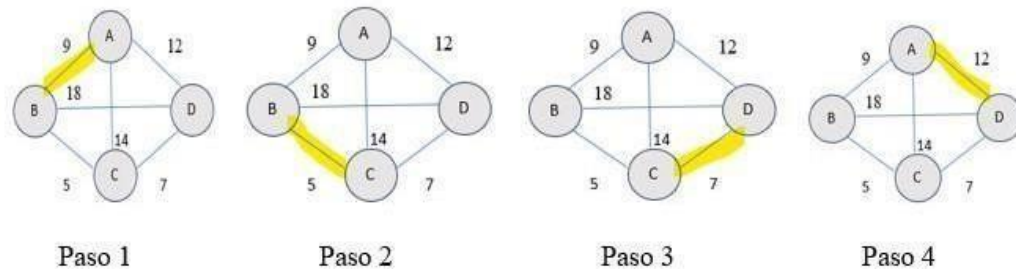
Fuente. Autoría Propia

A continuación, se muestra todo el proceso, como el punto inicial ya está determinado, existen tres destinos (bordes) con distancias diferentes, siendo éstas: B, C y D; el algoritmo realiza la observación y determina que el destino a seguir es: A – B por tener un recorrido de 9

km, siendo esta la menor a los otros dos destinos. Se repite la acción y se verifica haber ido a todos los destinos.

Figura 13

Pasos del algoritmo del vecino más cercano

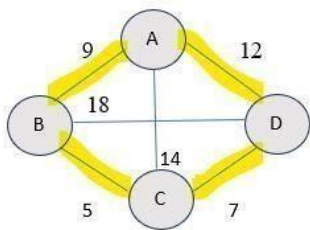


Fuente. Autoría Propia

Al analizar la solución final, se ve que al aplicar el algoritmo se obtiene un orden lógico basado en distancias, dando el mismo resultado que cuando el ejercicio se realizó por manejo de estrategias para disminución de tiempos, pero la verdadera diferencia es que, con esta metodología, el tiempo de ejecución disminuye con base en una metodología estructurada.

Figura 14

Solución del algoritmo del vecino más cercano ruta Duitama



Fuente. Autoría Propia

El mapa de la zona de distribución de productos terminados de la Pyme analizada ofrece una visión clara de las rutas y áreas cubiertas para garantizar la entrega eficiente. Este esquema permite, optimizar las rutas de reparto y asegurar que los productos lleguen a los

Figura 16

Comparativo ruta actual y ruta propuesta en tiempo

Ruta situación actual en Duitama		Ruta propuesta acción de mejora en Duitama	
No. de ruta	Descripción	No. de ruta	Descripción
(1) Negro	Va del punto color azul a los puntos de entrega en un solo día, aduciendo pagar un solo flete, pero en los tiempos de entrega destinados para ese día se ha retrasado por el cargue y descargue sin control estandarizado de tiempo en 2 horas 17 minutos en total promedio de una hora en la entrega 2 y 3 lo que ha	1 (rojo)	Va del punto de origen punto azul al punto de entrega en día exclusivo para la entrega, con un desplazamiento, cargue y descargue de 2 horas y con mayor calidad de cada producto. Sin tiempo de retraso
	generado molestia en los clientes. El tiempo total de transporte de ese día de los pedidos es de 7 horas laborales.	2 (morado)	Va del punto de origen punto morado al punto de entrega en día exclusivo para la entrega, con un desplazamiento, cargue y descargue de 1:30 horas y con mayor calidad de cada producto. Sin tiempo de retraso
		3 (amarillo)	Va del punto de origen punto morado al punto de entrega en día exclusivo para la entrega, con un desplazamiento, cargue y descargue de 1 hora y 30 minutos, con mayor calidad de cada producto. Sin tiempo de retraso
Tiempo total:	7 horas laborales	Tiempo de retraso:	2 horas 17 minutos
		Tiempo total:	5 horas laborales
		Tiempo de retraso:	0 minutos.

Fuente. Autoría Propia

Las cuales se diseñaron usando el algoritmo heurístico con el método del vecino más cercano, el cual consiste para este caso concreto en las siguientes circunstancias de acuerdo con lo identificado y datos planteados en la tabla 11; el repartidor sale del punto A y debe llevar productos a De ahora en adelante, las entregas en Duitama a los clientes más frecuentes se realizarán los viernes. Esta decisión se ha tomado después de un análisis exhaustivo, determinando que este día es óptimo debido al inicio del mayor agotamiento físico y mental en el ciclo de producción. A través de un proceso de consenso con nuestros clientes, se ha acordado que los viernes son el día más conveniente para recibir las entregas, permitiéndoles organizar sus recursos y procesos.

Simultáneamente, se ha coordinado con los proveedores para que los suministros sean recibidos también los viernes. Esto permite concentrar las actividades de recepción y

distribución en un solo día de la semana, optimizando así la gestión del inventario y minimizando los reprocesos. Al unificar las entregas y la recepción de insumos en un mismo día, se garantiza una mayor sincronización en los procesos logísticos, reduciendo la posibilidad de incidencias por problemas de calidad o tiempos de espera, asegurando una mayor eficiencia.

En el caso de las entregas a Bogotá y Tunja se estipula de acuerdo con el punto de entrega y se ha planteado, que ha Tunja viaje un camión de un solo eje para 4 toneladas y media de carga útil a 500.000 llegando punto a destino, pero con la utilización de toda la carga.

A Bogotá se proyecta completar viaje y hacer un solo viaje cada 15 días, con carga completa, pero asegurando la calidad y tiempo de entrega, para ello el cargue se realizará con antelación ya no de 1:00 hora sino mínimo de 2:00 horas.

Plan de capacitaciones para el uso eficiente de tecnología enmarcadas en Blockchain.

A continuación, se presenta el Plan de Capacitaciones diseñado para asegurar el uso eficiente de la tecnología basada en Blockchain dentro de la pyme objeto de estudio. Este plan tiene como objetivo proporcionar a los integrantes de la organización los conocimientos y habilidades necesarias para implementar y gestionar soluciones de Blockchain de manera efectiva, garantizando así la optimización de los procesos operativos y la mejora continua en la seguridad y transparencia de las transacciones. Cada sesión de capacitación está estructurada para abordar aspectos específicos de la tecnología Blockchain articulada con la logística flexible, desde los fundamentos básicos, asegurando una comprensión integral y práctica de dicha articulación.

Figura 17

Programa de capacitación

Tema de la capacitación	Orientada a	Perfil capacitador	Horas de capacitación	Recursos requeridos	Justificación	Tiempo para ejecución	Fuentes de financiamiento
Planeación estratégica	Todos los integrantes de la organización	Magíster en Planeación y administración de Organizaciones y con dos años de experiencia en asesoría a pymes	8	5.000.000 (solventados por gestión empresarial)	Enseñar a los empresarios para encaminar de forma clara para alcanzar las metas y sobrepasar los requerimientos de la misma organización.	1 mes a partir de la fecha de iniciación de la implementación	Convenio y asesoría entre la pyme y la UNAD
Comunicación Organizacional asertiva	Gerente y/o propietario o de la organización	Magíster en Comunicación Organizacional con experiencia certificada en el área	15	5.000.000 (solventados por gestión empresarial)	Enseñar al empresario a estructurar y fomentar la comunicación efectiva de manera clara, accesible, sencilla y contundente.	2 meses a partir de la fecha de iniciación de la implementación	Convenio y asesoría entre la pyme y la UNAD
Capacitación relacionada con procesos de investigación, desarrollo e innovación y su importancia en organización	Personal de las empresas dedicado a I+D	Magíster y/o Phd en Innovación, Ideación y desarrollo con experiencia certificada en el área	16	5.000.000 (solventados por gestión empresarial)	Estos talleres propenden por fortalecer las competencias en temas relacionados con ideación e innovación para agregar valor a los productos y/o servicios prestados	2 meses a partir de la fecha de iniciación de la implementación	Convenio y asesoría entre la pyme y el SENA
Capacitación relacionada con procesos Blockchain	Personal de las empresas dedicado la aplicación en pequeñas empresas de la implementación de blockchain	Magíster y/o Phd en Innovación, Ideación y desarrollo con experiencia certificada en el área	8	5.000.000 (solventados por gestión empresarial)	Estos talleres propenden por fortalecer las competencias en temas relacionados con el manejo específico de la comprensión del block chain en las pequeñas empresas	4 meses a partir de la fecha de iniciación de la implementación	Convenio y asesoría entre la pyme, UNAD, CRCI de Boyacá
Capacitación relacionada con procesos de la gestión logística flexible	Personal de las empresas dedicado la aplicación en pequeñas empresas de la implementación	Magíster y/o Phd en Innovación, Ideación y desarrollo con	16	5.000.000 (solventados por gestión empresarial)	Estos talleres propenden por fortalecer las competencias en temas relacionados con el manejo	4 meses a partir de la fecha de iniciación de la implementación	Convenio y asesoría entre la pyme, UNAD, CRCI de Boyacá

	de blockchain y gestión logística flexible	experiencia certificada en el área			específico de la comprensión del block chain en las pequeñas empresas y gestión logística flexible		
Capacitación relacionada con la implementación y articulación de Blockchain y de gestión logística flexible	Personal de las empresas dedicado la aplicación en pequeñas empresas de la implementación de blockchain y de gestión logística flexible	Magister y/o Phd en Innovación, Ideación y desarrollo con experiencia certificada en el área	10	5.000.000 (solventados por gestión empresarial)	Estos talleres propenden por fortalecer las competencias en temas relacionados con el manejo específico de la comprensión del block chain en las pequeñas empresas y de gestión logística flexible	5 meses a partir de la fecha de iniciación de la implementación	Convenio y asesoría entre la pyme, UNAD, CRCI de Boyacá

Nota. Se hace la programación capacitación estructurada para abordar tecnología en el marco del blockchain *Fuente.* Autoría propia

Selección de Aplicaciones Tecnológicas Algoritmos y Software de Optimización de Rutas.

En el siguiente apartado se detalla la selección de aplicaciones tecnológicas, algoritmos y software especializados en la optimización de rutas. Este análisis tiene como objetivo identificar las herramientas más eficientes y adecuadas para mejorar la planificación y ejecución de las rutas logísticas y formas establecidas en el numeral 6.4, reduciendo tiempos de transporte, costos operativos y el impacto ambiental. La implementación de estas tecnologías avanzadas permitirá a la organización aumentar la eficiencia en la gestión de la cadena de suministro, garantizando una entrega más rápida y precisa de los productos, así como una mejor utilización de los recursos disponibles. La selección se basa en criterios rigurosos de rendimiento, escalabilidad, facilidad de integración y soporte técnico, asegurando que las soluciones elegidas se alineen con las metas estratégicas y operativas y con la condición esencial de ser soluciones gratuitas y perdurables en el tiempo, porque en el momento no se tiene asignación presupuestal para las mismas.

Aplicaciones para establecer rutas de distribución:

Google Maps. Es una herramienta ampliamente utilizada para la planificación de rutas de distribución. Permite calcular distancias, optimizar rutas y obtener direcciones precisas.

Route4Me. Esta aplicación está diseñada específicamente para la planificación de rutas de distribución eficientes, permitiendo a los usuarios optimizar múltiples destinos en una sola ruta.

Estas aplicaciones se pueden articular con alguna de las dos plataformas Ethereum y Hyperledger, son las plataformas más conocidas en el ámbito de las tecnologías Blockchain, cada una con sus propias características y casos de uso.

Ethereum. Es una plataforma de código abierto basada en tecnología Blockchain que permite a los desarrolladores construir y desplegar aplicaciones descentralizadas (dApps). Fue propuesta por Vitalik Buterin en 2013 y lanzada en 2015. Ethereum es conocida por introducir la funcionalidad de contratos inteligentes, lo que la diferencia de Bitcoin.

Puede ser utilizado en:

La creación de rutas de distribución para pequeñas empresas.

La implementación de contratos inteligentes para automatizar y asegurar el proceso Logístico.

Seguimiento en Tiempo Real a las Entregas. (Ethereum Foundation, 2015).

Hyperledger. Es un proyecto colaborativo de código abierto, auspiciado por la Fundación Linux, que busca avanzar en el desarrollo de tecnologías Blockchain para aplicaciones empresariales. No es una única Blockchain, sino un conjunto de frameworks, herramientas y bibliotecas diseñadas para crear y gestionar redes de Blockchain con características específicas para el ámbito empresarial. (Hyperledger, 2015).

Route4Me. Es una plataforma en línea de optimización de rutas y gestión de logística que ayuda a empresas a planificar y optimizar sus rutas de distribución y visitas. Algunas de las características y beneficios son:

Optimización de Rutas. Funcionalidad donde se calcula la ruta más eficiente para Múltiples paradas, considerando factores como el tráfico, la distancia y el tiempo.

Beneficio al reducir el tiempo de viaje y los costos de combustible al encontrar la ruta más corta y eficiente. (Route4Me, 2024).

En el desarrollo de este objetivo se puede concluir en primera instancia que la metodología de trabajo en grupo (Focus group) permite que se genere confianza y seguridad ante los cambios en los integrantes de la organización, al plantear estrategias para disminuir tiempos de entrega o de prestación del servicio, aunadas al plan de capacitaciones, se impacta positivamente en el desarrollo del uso eficiente de herramientas tecnológica; para minimizar tiempos y costos de entrega, logrando la estructuración del inventario dinámico y rastreo en tiempo real.

Desarrollo Tercer Objetivo.

Planteamiento de Matriz de Flexibilidad Logística.

En esta fase y de acuerdo con los resultados obtenidos en la fase 2 se diseñó la matriz de flexibilidad logística, una matriz de flexibilidad logística es una herramienta que se utiliza para evaluar y coadyuvar a planificar la flexibilidad en las operaciones logísticas de una organización. Evaluando la capacidad de la organización para ajustar sus operaciones en diferentes niveles.

Para el presente proyecto se va a entender cada variable de Flexibilidad, en la conceptualización dada a continuación:

Tiempo: Capacidad de ajustar rápidamente las operaciones a cambios en la demanda o condición

Cantidad o Volumen por producir: Capacidad de producción a lo requerido por el cliente

Productos/SKUs: Flexibilidad para adaptarse a cambios en la variedad de productos o línea de producción y/o de prestación del servicio

Flexibilidad Táctica: Ajustes a medio plazo que se pueden realizar para adecuar a cambios en la demanda o condición

Flexibilidad Operativa: Capacidad para realizar ajustes diarios o a corto plazo en las operaciones.

Agilidad del Inventario: La capacidad de gestionar y redistribuir inventarios de manera eficiente para satisfacer la demanda fluctuante.

Flexibilidad de Transporte: La habilidad de cambiar y adaptar los métodos y rutas de transporte para optimizar la entrega de productos.

Capacidad del Personal: La habilidad de ajustar la fuerza laboral en términos de número y habilidades para adaptarse a cambios en la demanda.

Costo de Flexibilidad: La evaluación de los costos asociados con la capacidad de ser flexible, incluyendo costos de almacenamiento adicional, personal temporal, y transporte alternativo.

Tecnología y Sistemas de Información: La implementación de sistemas de información y tecnologías avanzadas que permiten una mayor visibilidad y capacidad de respuesta a lo largo de la cadena de suministro.

Lead Time de Producción y Entrega: El tiempo total que toma desde la recepción de un pedido hasta su entrega final, incluyendo producción, procesamiento y distribución.

Índice de Resiliencia: Una medida general que evalúa la capacidad de la cadena de suministro para resistir y recuperarse de interrupciones.

El diligenciamiento de la matriz se realiza teniendo en cuenta la comprensión de los anteriores conceptos y comprendiendo el:

Propósito: Evaluar la flexibilidad logística de una pequeña empresa a través de las variables

Criterio: Capacidad de respuesta

Categoría: Bajo (1): capacidad muy limitada, es decir esta menos de 33,3% en su capacidad

Medio (2): Capacidad normal, es decir la empresa está en un intervalo del 33,4% - de 66,6% en su capacidad de respuesta.

Alto (3): Capacidad superior, es decir esta está en valor por encima del 66,7% hasta el 100%.

La dinámica para diligenciar esta matriz se da a partir de responder a la pregunta base:

¿Cómo se encuentra el ítem No? 1... No. 14 con respecto a cada flexibilidad?

Tabla 11*Matriz de flexibilidad logística*

No Ítem	Flexibilidad de producción	Flexibilidad cadena de suministro	Flexibilidad en almacén y distribución	Flexibilidad en tiempo de entrega	Flexibilidad de eficiencia operativa
	3	1	2	3	1
	1	2	3	1	2
1	Tiempo de respuesta y TICs				
2	Cantidad o Volumen por producir				
3	Productos/ S KUs				
4	Flexibilida Táctica				
5	Flexibilida Operativa				
6	Capacidad de Tener acciones correctivas y mejoras.				
7	Agilidad del inventario				
8	Lead Time de Producción y Entrega				

9 Flexibilidad de Transporte

10 Capacidad del Personal

11 Costo de Flexibilidad

12 Tecnología y Sistemas de
Información

13 Lead Time de
Producción y Entrega

14 Índice de Resiliencia

Total, Parciales Total, Por cada Flexibilidad

Nota. Entre más alto este el puntaje obtenido en cada flexibilidad se puede comprender que la pyme este bien en esta, y el puntaje más bajo le permite entender que flexibilidad está en una situación crítica y se le debe poner atención, así también que aspectos de flexibilidad son los más preponderantes para las acciones de mejora, según los puntajes obtenidos. *Fuente.* Autoría propia

Como conclusión del desarrollo del objetivo tres en esta fase y de acuerdo con los resultados obtenidos en el objetivo 2 se diseñó la matriz de flexibilidad logística, esta matriz de flexibilidad logística es una herramienta que se va a utilizar para valorar y planificar la flexibilidad en las operaciones logísticas de una organización. Evaluando la capacidad de la organización para ajustar sus operaciones en diferentes niveles.

Desarrollo Cuarto Objetivo

Formulación del Plan Piloto del Sistema Logístico Flexible.

Una vez desarrollados los tres objetivos anteriores, se tienen los insumos necesarios para poder diseñar el plan piloto en el contexto de la operación logística, siendo la carta de navegación para la implementación de un proyecto o sistema de distribución piloto buscando la efectividad, flexibilidad y control antes de su implementación a gran escala. El objetivo principal del plan piloto es probar y evaluar la efectividad de un nuevo sistema de gestión flexible. Es necesario establecer la diferencia entre la matriz de flexibilidad y el plan piloto, para poder comprender la articulación entre las dos.

La matriz de flexibilidad es una herramienta de planificación que evalúa la capacidad de adaptación y respuesta de una organización frente a cambios en las condiciones del mercado; a diferencia el plan piloto se centra en la implementación controlada y evaluación de un nuevo sistema de distribución, con un margen de control que genera las métricas como eficiencia operativa, exactitud en la entrega, costos logísticos, capacidad de adaptación, retorno de la inversión del plan piloto.

Un plan piloto de gestión logística flexible es una prueba inicial y controlada de estrategias y métodos diseñados para mejorar la capacidad de una cadena de suministro para adaptarse rápidamente a cambios en la demanda, proveedores, inventarios y otras variaciones.

Figura 18

Plan piloto de la gestión logística flexible

Dimensión logística flexible	Problema para contrarrestar	Actividad por realizar	Recursos	Tiempo de ejecución	Responsable	Indicador de control	Resultado obtenido
Flexibilidad de producción	La empresa no sabe si puede producir el volumen máximo.	Realiza un análisis detallado de la capacidad real de la planta, considerando los cuellos de botella, el tiempo de inactividad y la eficiencia operativa.	Un profesional o pasante de último semestre en Ing Industrial.	2 meses, laborando 8 horas al día	Jefe de operaciones y pasante	Informe de capacidad real de la planta realizado. / Informe de capacidad real de la planta por realizar	
	Se desconocen procesos de innovación	Implementación de un Marco Ágil de Innovación	Un profesional o pasante de último semestre en Ing Industrial.	2 meses con 8 horas laboradas al día	Gerente y pasante	Programa de Implementación de un Marco Ágil de Innovación	
	Sobrecostos de producción	Identificar en que puntos concretos se están generando más costos, a través de SIPOC	Un profesional o pasante de último semestre en Ing Industrial.	3 meses con 8 horas laboradas al día	Jefe de operaciones y Gerente y pasante	Informe entregado del SIPOC	
Flexibilidad de la cadena	La empresa no puede coordinar los	Planificación Colaborativa: Donde proveedores, fabricantes y	Comité cadena confirmado por Un representante	3 meses con reuniones de 2 horas	Comité cadena	Planteamiento de acciones correctivas sobre la coordinación de la cadena.	

eslabones de la cadena	distribuidores trabajen juntos para alinear la producción y las entregas según la demanda.	te de la empresa, del distribuidor, de los proveedores.	por semana			
El índice de flexibilidad de distribución de productos es negativo	Implementar software free o line de gestión de rutas que permita planificar y ajustar rutas de entrega en tiempo real, maximizando la eficiencia y reduciendo tiempos	Un profesional o pasante de último semestre en Ing Industrial	3 meses con 8 horas laboradas al día	Gerente, comité cadena y pasante	El índice de flexibilidad de distribución de productos	
Flexibilidad en el almacén y distribución	Falta visibilización de la empresa.	Página Web Profesional: Crea o mejora una página web optimizada para SEO, que sea atractiva, fácil de navegar y refleje claramente los productos y servicios de la empresa.	Un profesional o pasante de último semestre en Ing Industrial y uno de Ing Sistemas	3 meses con 8 horas laboradas al día	Gerente y los dos pasantes	Página web diseñada y funcionando/ Pagina web proyectada
Falta estrategia de mercadeo, No hay identificación de mercado	La estrategia "Segmentación y Posicionamiento Estratégico" permitirá a la empresa identificar su mercado objetivo con precisión y desarrollar una propuesta de valor efectiva, aumentando la visibilidad y atracción de clientes ideales.	Un profesional o pasante de último semestre de mercadeo estratégico	3 meses con 8 horas laboradas al día	Gerente y el pasante	Plan de segmentación y posicionamiento estratégico formulado/ Plan de segmentación y posicionamiento estratégico proyectado	
Falta manejo de inventario	"Optimización Integral de Inventarios" permitirá a la empresa gestionar sus	Un profesional o pasante de último semestre en	3 meses con 8 horas laboradas al día	Jefe de inventario y pasante	Plan de optimización integral de inventarios en ejecución/ Plan de optimización	

		inventarios de manera más eficiente, reduciendo costos asociados a exceso o falta de stock	Ing Industrial.			integral de inventarios proyectado
Flexibilidad en el tiempo de entrega	No se tiene diseñado ni estructurado las rutas de distribución. No hay sistema de información	Estructuración y Digitalización de Rutas de Distribución la cual permitirá a la empresa diseñar y optimizar rutas de distribución de manera eficiente, integrar un sistema de información para una gestión efectiva,	Un profesional o pasante de último semestre en Ing Industrial.	4 meses con 8 horas laboradas al día	Gerente y pasante	Diseño y Digitalización de Rutas de distribución.
Mala distribución en planta	" Reorganización Eficiente de la Distribución en Planta " mejorará la disposición de los recursos y el flujo de trabajo dentro de la planta, reduciendo tiempos de desplazamiento, aumentando la eficiencia operativa y mejorando la capacidad de producción.		Un profesional o pasante de último semestre en Ing Industrial.	4 meses con 8 horas laboradas al día	Jefe de operaciones y pasante	Programas diseñado y ejecutado de Reorganización Eficiente de la Distribución en Planta / Programa proyectado de Reorganización Eficiente de la Distribución en Planta
Falta de tecnología de la comunicación e información	Estructurar un sistema de visibilización de las empresas en redes sociales y al interior de la organización implementar uso de las TICs		Un profesional o pasante de último semestre en Ing Industrial. Con experiencia en TICs	3 meses con 8 horas laboradas al día	Gerente jefe de operaciones y pasante	Programas de uso eficiente de las TICs implementado/ Programa de uso eficiente de las TICs planteado
Eficiencia operativa	Reprocesos innecesarios	Diseñar programa de un Procedimientos Operativos	Un profesional o pasante de último	4 meses con 8 horas	Jefe de operaciones y pasante	Índice de flexibilidad de la producción: Producción

	Estándar (SOPs)	semestre en Ing Industrial.	laboradas al día		ajustada/capacidad de producción total
Se desconocen procesos de innovación	Capacitación en innovación para cada integrante de la organización.	Un profesional en innovación por parte de una alianza estratégica con la UNAD	4 sesiones de 2 horas	Gerente	Programa de capacitaciones en innovación.
Dificultad para ajustar rápidamente sus operaciones logísticas para mejorar la eficiencia y satisfacer la demanda del cliente.	Diseñar la estrategia de flexibilidad de producción	Un profesional o pasante de último semestre en Ing Industrial	4 meses con 8 horas laboradas al día	Jefe de operaciones y pasante	Índice de flexibilidad de la producción: Producción ajustada/capacidad de producción total

Nota. En esta tabla se estructuró el plan piloto del sistema logístico flexible. *Fuente.* Elaboración propia.

Con el plan piloto, se logra no solo obtener resultados tangibles en términos de flexibilidad operativa, sino también recopilar datos significativos que respalden la toma de decisiones informadas para la implementación a mayor escala. Este diseño metodológico se presenta como un instrumento clave para garantizar una transición exitosa hacia una distribución más ágil y adaptable, alineada con las demandas cambiantes del mercado y orientada a mejorar la experiencia del cliente.

Recomendaciones de Hallazgos

El plan piloto de gestión organizacional debe centrarse en maximizar el impacto del piloto y en garantizar su efectividad para una implementación a mayor escala. Es crucial definir métricas claras y medibles para evaluar la flexibilidad operativa, escalable y de adopción eficiente.

Otra recomendación sería centrarse en la evaluación continua de condiciones cambiantes de cultura de mejora continua dentro de colaboración intersistémica para abarcar los planes de contingencia a que haya lugar.

Conclusiones

En el marco de esta tesis, se ha formulado un plan piloto de gestión organizacional enfocado en la implementación de una logística flexible, con el objetivo de incrementar la productividad y competitividad de una pyme del sector metalmeccánico de Duitama. A través del análisis detallado de la situación actual de la empresa, se identificaron oportunidades clave y se diseñaron estrategias específicas para mejorar la eficiencia operativa. A continuación, se presentan las conclusiones alcanzadas en este estudio, las cuales reflejan los resultados obtenidos por cada objetivo planteado.

El diagnóstico de la pyme del sector metalmeccánico de Duitama reveló fortalezas como capacidades técnicas, relaciones sólidas, adaptabilidad y alta calidad de productos. Las oportunidades incluyen la expansión de mercados, adopción de tecnología, prácticas sostenibles y desarrollo del personal. Sin embargo, se detectaron inconsistencias en la producción, falta de planificación estratégica, infraestructura limitada y dependencia de pocos clientes. Para mejorar, se recomienda un plan estratégico integral, optimización de la producción, inversión en infraestructura y tecnología, y diversificación de la cartera de clientes. Estas medidas mejorarían la eficiencia y competitividad de la empresa.

En el desarrollo del segundo objetivo el planteamiento para optimizar las rutas de distribución y entrega, priorizando las oportunidades identificadas mediante estrategias de logística flexible, ha demostrado un potencial significativo para mejorar la eficiencia operativa de la pyme del sector metalmeccánico de Duitama. Este enfoque permite anticipar reducciones en los tiempos de entrega, disminución de costos de transporte y un incremento en la satisfacción del cliente, lo que contribuiría directamente al aumento de la productividad y competitividad de la empresa.

En el tercer objetivo la formulación de una matriz de flexibilidad logística permite la identificación de un sistema de ajustes rápidos teniendo un gran potencial para mejorar la capacidad de respuesta de la pyme del sector metalmecánico de Duitama ante las variaciones en la demanda. Este sistema identifica los puntos críticos y lo más fortalecidos para proyectar acciones de respuesta más adaptables, lo cual incrementara la capacidad de la empresa para reaccionar oportunamente a cambios en el mercado, mejorando así su productividad y competitividad.

Elaborar la estructura del plan piloto del sistema logístico flexible, consolidando y articulando estratégicamente los resultados de los objetivos anteriores, ha permitido identificar las acciones clave necesarias para mejorar la productividad de la pyme del sector metalmecánico de Duitama. Este plan piloto establece una hoja de ruta clara para implementar procesos más adaptables y eficientes, basados en la optimización de rutas de distribución, la creación de una matriz de flexibilidad en la programación de recursos y la priorización de oportunidades estratégicas. Como resultado, se anticipa una mejora significativa en la capacidad de respuesta, reducción de costos operativos y aumento de la satisfacción del cliente, contribuyendo directamente al fortalecimiento de la competitividad y sostenibilidad de la empresa en el mercado.

Referencias

- Álvarez, D., & Sánchez, R. (2022). Sistemas logísticos flexibles: cadenas de suministro inteligentes en América Latina.
- Alzate, P. M., & Giraldo, D. (2023). Tendencias de investigación del blockchain en la cadena de suministro: transparencia, trazabilidad y seguridad. *Revista Universidad & Empresa*, 25(44), 1-29.
- Addition of Major Ocean Carriers Hapag-Lloyd and Ocean Network Express available from (2019). TradeLens blockchain-enabled.
- Bravo, Quispe, A. P., Yupanqui Aguilar, C. L., Cribillero Meza, C. V., Ocharan Rojas, D. A., & Patricio Miranda, V. G. (2021). Gestión de rutas a través del uso de modelos basados en algoritmos.
- Ballou, R. H. (2004). *Business Logistics/Supply Chain Management*. Pearson Education.
- Bowersox, D. J., & Closs, D. J. (1996). *Logistical Management: The Integrated Supply Chain Process*. McGraw-Hill.
- Chopra, S., & Peter, M. (2008). *Administración de la cadena de suministro*. Pearson educación.
- Chopra, S., & Meindl, P. (2016). *Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation* (6th ed.). Pearson.
- Chávez, E. R., García, Y. T., & Zaldívar, M. L. (2011). Procedimiento para el diseño de redes de distribución logística. *Contribuciones a la economía*, 9(2), 49.
- Christopher, M. (2016). *Logistics & Supply Chain Management*. Pearson.

- Council of Supply Chain Management Professionals. (2014). *Supply Chain Management Definitions* Grupo ACI Digital Industries. (2022). *Retos de la industria metalmecánica*. Bogotá. Ethereum Foundation. (2015). *Ethereum White Paper*. Fisher, M. L. (1997). What is the right supply chain for your product? *Harvard Business Review*, 75(2), 83-93.
- Gliem, J. A., & Gliem, R. R. (2003). Calculating, interpreting, and reporting Cronbach's alpha reliability coefficient for Likert-type scales. *Midwest Research-to-Practice Conference in Adult, Continuing, and Community Education*.
- Gutin, G., y Punnen, AP (2002). *El problema del viajante de comercio y sus variaciones*. Google. (s.f.). Google Maps. Recuperado de <https://www.google.com/maps>
- Gupta, A., & Wang, J. (2020). "Optimizing Delivery Routes in the Era of Advanced Logistics: A Review of Technologies and Practices." *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 136, 102018.
- Heizer, J., & Render, B. (2014). *Principles of Operations Management* (9th ed.). Pearson Education.
- Heizer, J., Render, B., & Munson, C. (2017). *Operations Management: Sustainability and Supply Chain Management* (12th ed.). Pearson.
- Hernández-Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2018). *Metodología de la investigación* (Vol. 4, pp. 310-386). México: McGraw-Hill Interamericana.

Herrera, F. (2017). Introducción a los algoritmos metaheurísticos.

Hyperledger. (2015). *About Hyperledger*. The Linux Foundation. Recuperado de

<https://www.hyperledger.org/about>

Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista-Lucio, P. (2017). Alcance de la

Investigación. IBM News, 2019, Trade Lens: Blockchain-Enabled Digital Shipping

Platform Continues Expansion with Julian Sastre - Consultoría de transportes y ciudad.

(2017). La importancia de la optimización de rutas – Entrevista Alfredo García

Hernández-Díaz – Los maestros del transporte.

Julian Sastre. Recuperado de <https://juliansastre.com/la-importancia-de-laoptimizacion>

<https://juliansastre.com/la-importancia-de-laoptimizacion-de-rutas/de-rutas/>

Kayikci, Y., Subramanian, N., Dora, M., & Bhatia, M. S. (2022). Food supply chain in the era

of Industry 4.0: blockchain technology implementation opportunities and impediments

from the perspective of people, process, performance, and technology. *Production*

Planning & Control, 33(2-3), 301-321.

López, D. D., Melo, G. M., & Mendoza, D. L. (2021). Gestión logística en la industria salinera

del departamento de La Guajira, Colombia. *Información tecnológica*, 32(1), 39-46.

Lansiti, M., & Lakhani, K. R. (2017). The Truth About Blockchain. *Harvard Business*

Review.

(Leal, 2023). Trabajo inteligente productivo. Sello Editorial UNAD. Recuperado de

<https://doi.org/10.22490/9789584975096>

Mangan, J., Lalwani, C., & Butcher, T. (2016). Global Logistics and Supply Chain

Management. Wiley. Merkle, R. C. (1987). A Digital Signature Based on a Conventional

Encryption Function. *Advances in Cryptology – CRYPTO '87*.

Ministerio de Industria y Comercio, oficina de estudios económicos (Boyacá). (2024)

Tunja, *Perfiles Económicos Departamentales*.

Myerson, P. (2012). *Lean Supply Chain and Logistics Management*. McGraw-Hill Education.

Mougayar, W. (2016). *The Business Blockchain: Promise, Practice, and Application of*

the Next Internet Technology. John Wiley & Sons.

Narayanan, A., Bonneau, J., Felten, E., Miller, A., & Goldfeder, S. (2016). *Bitcoin and*

Cryptocurrency Technologies: A Comprehensive Introduction. Princeton University Press.

Porter, M. E. (1979). How competitive forces shape strategy. *Harvard Business Review*, 57(2), 137-145.

Palacios, M., Vargas, E., Rodríguez, M., Sánchez, W., Hernández, M., Ochoa, C., Suárez, L.,

Suárez, H., Ramírez, E., Valderrama A., Castro, H. & Matallana O., (2022). *Adaptación y expectativas del sector empresarial en Boyacá*.

Petersen, M., Hackius, N., & Kersten, W. (2016). Blockchain für Produktion und Logistik.

Zeitschrift Für Wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, 111(10), 626-629.

Ruiz Bolívar, C. (2007). *Confiabilidad de los instrumentos de recolección de datos*.

Universidad *Pedagógica Experimental Libertador*.

Route4Me. (2024). *Route Optimization Software*.

Schroeder, R. G., Goldstein, S. M., & Rungtusanatham, M. J. (2013). *Operations*

Management:

Contemporary Concepts and Cases (6th ed.). McGraw-Hill Education.

Sharma, M., Luthra, S., Joshi, S., & Kumar, A. (2021). Accelerating retail supply chain performance against pandemic disruption: adopting resilient strategies to mitigate the long-term effects. *Journal of Enterprise Information Management*, 34(6), 1844-1873.

Smith, J. A., & Brown, B. C. (2019). "Predictive Demand Modeling Using Artificial Intelligence: A Comprehensive Review." *Journal of Business Analytics*, 6(2), 85-104.

Tapscott, D., & Tapscott, A. (2016). *Blockchain Revolution: How the Technology Behind Bitcoin and Other Cryptocurrencies is Changing the World*. Penguin
Swan, M. (2015). *Blockchain: Blueprint for a New Economy*. O'Reilly Media

Tompkins, J. A., White, J. A., Bozer, Y. A., & Tanchoco, J. M. A. (2014). *Facility design and management handbook*. McGraw-Hill Education.

Valencia Granados, J. A. (2023). Hacia una cadena de suministro más flexible. *Realidad Y Reflexión*, (56), 183–197.

Yousefi, S., & Mohamadpour Tosarkani, B. (2022). An analytical approach for evaluating the impact of blockchain technology on sustainable supply chain performance.

International Journal of Production Economics, 246.

Apéndice

Apéndice A

Cuestionario gestión organizacional frente a la condición logística

Instrucciones: Por favor lea cuidadosamente las definiciones en cada pregunta. Y de acuerdo con la dimensión marque con una x la opción que corresponda su valoración.

Objetivo de la encuesta: Identificar como los integrantes colaboradores de esta pyme perciben o estiman la situación de gestión logística organizacional de la organización a partir de una acción reflexiva y real.

Escala de valoración Totalmente de Acuerdo: 5 De acuerdo: 4 Ni de acuerdo, ni en
desacuerdo: 2 Totalmente en desacuerdo: 3

Desacuerdo: 1

Escala Área-Tipo	Preguntas (Dimensión)
------------------	-----------------------

1. Flexibilidad

- 1.1 La empresa se ha adaptado o modificado de la fácilmente para cumplir con las demandas específicas de la producción mercado.
-

1.2 La empresa está en condiciones de producir el volumen máximo estipulado

1.3 El sistema de producción de la empresa es flexible

1.4 La empresa puede fabricar cualquier clase de producto del sector de estructuras metálicas y/o sector metalmecánico

2. Flexibilidad de cadena

2.1 La empresa puede coordinar el volumen de la la cadena.

2.2 Se tiene identificado y analizado el número de productos diferentes que pueden ser producir dos en la cadena.

2.3 La empresa identifica los eslabones de la cadena

2.4 La empresa esta sincronizada con la red de suministro

3. Flexibilidad en el Almacén y Distribución

3.1 La información de los inventarios está disponible en tiempo real.

3.2 El índice de visibilidad de los proveedores es alto ante la empresa.

3.3 La empresa cuenta con capacidad de almacenamiento

3.4 Los métodos de distribución se pueden acoplar a las necesidades de los clientes

4. Flexibilidad

4.1 El índice de flexibilidad de distribución obtenido en el Tiempo de es positivo para esta organización Entrega

4.2 Se tiene diseñado o planteado las opciones de distribución de los productos terminados

4,3 la empresa está en condiciones de ajustar plazos de entrega usando TIC

4.4 Los clientes se sienten satisfechos en cuanto los tiempos de entrega

5. Eficiencia Operativa

5.1 Los costos operativos de la organización son compensados por los ingresos totales de la pyme

5.2 La empresa tiene un número grande de pedidos variados que se pueden procesar

5.3 La empresa tiene una estructura para entregar productos o servicios de manera rentable

5.4 Se mejoran cada vez los procesos operativos con trazabilidad

Fuente. Presente estudio

Apéndice B

Resultados Obtenidos de la encuesta.

Diagnóstico sistema empresarial de la pyme en coherencia con el sistema logístico y de distribución																					
Encuesta	1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	2.2	2.3	2.4	3.1	3.2	3.3	3.4	4.1	4.2	4.3	4.4	5.1	5.2	5.3	5.4	Total
1	2	4	3	3	2	2	3	2	2	3	3	3	2	2	3	3	4	4	3	2	
2	2	4	3	3	2	2	2	3	2	3	2	3	2	2	3	3	5	2	3	2	
3	3	4	3	4	2	3	3	3	2	3	3	2	2	2	3	4	3	3	3	2	
4	3	4	2	2	2	3	3	3	2	2	2	3	2	3	2	4	3	4	3	2	
5	3	4	2	4	2	3	3	3	2	2	3	3	2	3	2	4	4	3	2	2	
6	3	4	2	4	2	3	3	3	2	2	2	2	2	3	2	4	4	2	2	2	
7	2	4	2	3	2	2	3	2	3	2	2	2	2	2	3	3	4	4	2	2	
8	3	3	2	3	2	2	2	2	3	2	3	3	2	3	3	3	3	2	3	2	
9	3	4	2	3	2	2	3	2	4	3	3	3	3	3	2	3	4	3	3	2	
10	3	3	3	4	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	4	4	2	3	2	
11	2	3	2	3	2	2	3	2	2	2	3	3	2	2	3	3	4	5	2	2	
12	3	3	3	2	2	3	3	2	3	3	3	2	3	2	3	3	4	4	3	2	
13	3	3	2	3	2	2	3	2	3	2	3	3	4	2	2	3	4	3	3	2	
14	3	3	2	2	2	2	2	3	2	2	3	2	3	3	4	4	3	2	3	2	
15	2	3	2	3	2	2	3	2	4	3	3	3	3	2	3	4	3	3	2	2	
Total	2.7	3.5	2.3	3.1	2.0	2.4	2.8	2.5	2.6	2.5	2.7	2.7	2.4	2.4	2.7	3.5	3.7	3.1	2.7	2.0	

Fuente. Presente estudio

Apéndice C

Plantilla Tiempos de producción y transporte de los productos Pyme analizada

Logotipo empresa		Nombre de la empresa: Analizada			Producto:				
Descripción de la operación:									
No. De pedidos	Material	Proceso	Tiempo	Cliente final	KMS	Tiempo de transporte en horas	Tuvo devolución		Observaciones
							Si	No	

Fuente. Presente estudio