



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**Plan Logístico de Distribución y Transporte para productos alimenticios  
de la Empresa Ecoal Chimborazo S.A. en la ciudad de Riobamba**

**Trabajo de Titulación para optar al título de Ingeniero Industrial**

**Autores:**

**Chiliquinga Guerra, Dayana Andrea**

**Vallejo Tixi, Javier Fernando**

**Tutor:**

**Econ. Mancheno Ricaurte Juan Carlos, PhD.**

**Riobamba, Ecuador. 2025**

## DECLARATORIA DE AUTORÍA

Yo, Chilibuina Guerra Dayana Andrea con cédula de ciudadanía 0605424373 y yo, Vallejo Tixi Javier Fernando con cédula de ciudadanía 0605478999, autores del trabajo de investigación titulado: Plan Logístico de Distribución y Transporte para Productos alimenticios de la Empresa ECOAL CHIMBORAZO S.A en la ciudad de Riobamba, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mí exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor (a) de la obra referida, será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

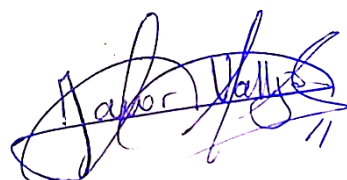
En Riobamba, 22 de enero de 2025.



---

Dayana Andrea Chilibuina Guerra

C.I: 0605424373



---

Javier Fernando Vallejo Tixi

C.I: 0605478999

## **DICTAMEN FAVORABLE DEL TUTOR**

Quien suscribe, Juan Carlos Mancheno Ricaurte catedrático adscrito a la Facultad de Ingeniería, por medio del presente documento certifico haber asesorado y revisado el desarrollo del trabajo de investigación titulado: Evaluación de tecnoestrés en los estudiantes de Ingeniería Industrial de la UNACH en el período 2023 - 2S, bajo la autoría de Chiliquinga Guerra Dayana Andrea y Vallejo Tixi Javier Fernando; por lo que se autoriza ejecutar los trámites legales para su sustentación.

Es todo cuanto informar en honor a la verdad; en Riobamba, al día 07 del mes de Noviembre de 2024



Econ. Juan Carlos Mancheno, PhD

**TUTOR**

## **CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL**

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación “Plan Logístico de Distribución y Transporte para productos alimenticios de la empresa Ecoal Chimborazo S.A. en la ciudad de Riobamba”, presentado por Chiliquinga Guerra Dayana Andrea, con cédula de identidad número 0605424373 y Vallejo Tixi Javier Fernando con cédula de identidad número 0605478999 y bajo la tutoría del PhD. Juan Carlos Mancheno; certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de sus autores; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba, 16 de diciembre de 2024.

PhD. Hidalgo Wilfrido Salazar Yépez  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO**



Firmado electrónicamente por:  
**HIDALGO WILFRIDO  
SALAZAR YEPEZ**

---

PhD. Fidel Ernesto Vallejo Gallardo  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO**



Firmado electrónicamente por:  
**FIDEL ERNESTO  
VALLEJO GALLARDO**

---

Ing. MBA. Magdala de Jesús Lema Espinoza  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO**



Firmado electrónicamente por:  
**MAGDALA DE JESUS  
LEMA ESPINOZA**

---

## CERTIFICADO ANTIPLAGIO

# CERTIFICACIÓN

Que, **CHILQUINGA GUERRA DAYANA ANDREA** con CC: **0605424373** y **VALLEJO TIXI JAVIER FERNANDO** con CC: **0605478999**, estudiantes de la Carrera **INGENIERÍA INDUSTRIAL, VIGENTE**, Facultad de **INGENIERÍA**; han trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado **“PLAN LOGÍSTICO DE DISTRIBUCIÓN Y TRANSPORTE PARA PRODUCTOS ALIMENTICIOS DE LA EMPRESA ECOAL CHIMBORAZO S.A EN LA CIUDAD DE RIOBAMBA”**, cumple con el 1%, de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio COMPILATIO, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 14 de enero de 2025



Firmado electrónicamente por:  
**JUAN CARLOS  
MANCHENO RICAURTE**

---

Econ. Juan Carlos Mancheno, PhD  
**TUTOR**

## **DEDICATORIA**

Quisiera dedicar este trabajo a mi querida familia, por ser siempre un refugio y una fuente de fortaleza. A cada uno de ustedes, que en sus palabras, consejos y apoyo han estado presentes en cada paso de este camino. Gracias por creer en mí y por brindarme su amor incondicional. Este logro también es suyo, pues son parte fundamental de lo que soy y de lo que he logrado

*Javier Vallejo*

## **DEDICATORIA**

A mis grandes pilares de vida, mi papá y mi mamita hermosa Vicky, darles las gracias por cada momento de apoyo, por cada palabra de aliento y por enseñarme a nunca rendirme ante los retos que se presenten. Ustedes han sido mi fuerza y mi inspiración constante, quienes me han impulsado a dar lo mejor de mí y a seguir adelante, aun en los momentos más difíciles. Este logro no sería posible sin su amor incondicional.

También quiero dedicar este proyecto a los demás miembros de mi querida familia y aquellos amigos que brindaron su más sincera amistad, quienes siempre han estado a mi lado, compartiendo mis sueños, mis esfuerzos y mis metas. A todos ustedes, darles las gracias, porque su apoyo y amor han sido fundamentales para subir un escalón más en mi vida.

*Dayana Chilinga*

## **AGRADECIMIENTO**

Primeramente, agradecemos a Dios por darnos la fuerza, sabiduría y salud necesarias para culminar este proceso académico. Sin su guía y apoyo constante, nada de esto habría sido posible. A nuestros maestros, les agradecemos por compartir su conocimiento, por su paciencia y por habernos inspirado a lo largo de nuestra carrera. A nuestras familias, quienes han sido un pilar fundamental de apoyo, comprensión y amor incondicional, les estamos profundamente agradecidos. A nuestros amigos, por su compañía y por ser una fuente constante de motivación. A todos aquellos que, de alguna forma, contribuyeron a nuestro crecimiento personal y profesional, les damos las gracias de corazón. ¡Este logro es tanto de ustedes como nuestro!



## ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I.....	15
1. INTRODUCCIÓN.....	15
1.1. Antecedentes.....	15
1.2. Planteamiento del Problema.....	16
1.2.1. Identificación y Descripción del Problema.....	16
1.2.2. Formulación del Problema.....	17
1.3. Objetivos.....	17
1.3.1. Objetivo General.....	17
1.3.2. Objetivos Específicos.....	17
1.4. Justificación.....	17
CAPÍTULO II.....	19
2. MARCO TEÓRICO.....	19
2.1. Fundamentación Teórica y Conceptualización.....	19
2.1.1. Logística.....	19
2.1.2. Plan Logístico.....	19
2.1.3. Inicios de la Logística Empresarial.....	19
2.1.4. Objetivos principales de la Logística.....	20
2.1.5. Importancia de la logística.....	20
2.1.6. Gestión de la Cadena de Suministro.....	20
2.1.7. Diseño y planificación de rutas de transporte.....	21
2.1.7.1. Restricciones de capacidad.....	22
2.1.7.2. Ventanas Horarias.....	22
2.1.7.3. Tiempos de Recorrido.....	22
2.1.8. Sistema VRP (Vehicle Routing Problem).....	22
2.1.9. VRP Spreadsheet Solver.....	22
2.1.10. Key Performance Indicators (KPI), Importancia y ventaja.....	23
2.1.11. Entrega a tiempo.....	23
2.1.12. Entrega perfecta.....	23
2.2. Marco Referencial.....	23
2.2.1. Contexto de la Organización.....	23
2.2.2. Misión de Ecoal Chimborazo S.A.....	24
2.2.3. Visión Ecoal Chimborazo S.A.....	24
CAPÍTULO III.....	25
3. METODOLOGÍA.....	25

3.1.	Tipo de Investigación.....	25
3.2.	Diseño de la Investigación.....	25
3.3.	Enfoque de la Investigación .....	25
3.3.1.	Población de Estudio y Tamaño de Muestra .....	25
3.4.	Métodos de la Investigación.....	25
3.5.	Técnicas e Instrumentos de Investigación.....	25
3.5.1.	Aplicación de los instrumentos utilizados:.....	26
3.6.	Hipótesis .....	26
3.6.1.	Primera Hipótesis .....	26
3.6.2.	Segunda Hipótesis .....	26
3.6.3.	Operacionalización de la Variable .....	26
3.7.	Fases del proyecto.....	27
3.7.1.	Recopilación de datos.....	27
3.7.2.	Análisis de la situación actual.....	28
3.7.3.	Ejecución de la propuesta .....	29
CAPÍTULO IV .....		32
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	32
4.1.	Análisis del proceso de distribución y transporte de los productos de Ecoal Chimborazo S.A. ....	32
4.2.	Recopilación de información a través de los rúters proporcionados por la empresa para comprobar las hipótesis. ....	43
4.3.	Aplicación de la herramienta de código abierto VRP Spreadsheet Solver para la planificación de rutas óptimas.....	47
CAPÍTULO V .....		51
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	51
5.1.	Conclusiones.....	51
5.2.	Recomendaciones .....	55
ANEXOS .....		55

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Criterios de evaluación para indicadores logísticos.....	23
<b>Tabla 2</b> Operacionalización de la variable entregas a tiempo.....	27
<b>Tabla 3</b> Operacionalización de la variable entregas perfectas .....	27
<b>Tabla 4</b> Personal de la empresa Ecoal Chimborazo S.A .....	33
<b>Tabla 5</b> Respuesta a la pregunta Nro. 1 .....	33
<b>Tabla 6</b> Respuesta a la pregunta Nro. 2.....	34
<b>Tabla 7</b> Respuesta a la pregunta Nro. 3 .....	35
<b>Tabla 8</b> Respuesta a la pregunta Nro. 4 .....	36
<b>Tabla 9</b> Respuesta a la pregunta Nro. 5 .....	37
<b>Tabla 10</b> Respuesta a la pregunta Nro. 6 .....	38
<b>Tabla 11</b> Respuesta a la pregunta Nro. 7 .....	39
<b>Tabla 12</b> Respuesta a la pregunta Nro. 8 .....	40
<b>Tabla 13</b> Respuesta a la pregunta Nro. 9 .....	41
<b>Tabla 14</b> Respuesta a la pregunta Nro. 10 .....	42
<b>Tabla 15</b> Entregas a tiempo.....	44
<b>Tabla 16</b> Prueba binomial .....	45
<b>Tabla 17</b> Entregas perfectas .....	45
<b>Tabla 18</b> Prueba binomial entregas perfectas.....	46

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Geolocalización de Ecoal Chimborazo S.A.....	24
<b>Figura 2</b> Sectores de la ciudad de Riobamba.....	28
<b>Figura 3</b> Parámetros iniciales.....	29
<b>Figura 4</b> Ubicaciones.....	30
<b>Figura 5</b> Distancias.....	30
<b>Figura 6</b> Vehículo.....	31
<b>Figura 7</b> Hoja de solución.....	31
<b>Figura 8</b> Organigrama de la empresa Ecoal Chimborazo S.A. ....	32
<b>Figura 9</b> Respuesta a la pregunta Nro.....	34
<b>Figura 10</b> Respuesta a la pregunta Nro. 2.....	35
<b>Figura 11</b> Respuesta a la pregunta Nro. 3.....	36
<b>Figura 12</b> Respuesta a la pregunta Nro. 4.....	37
<b>Figura 13</b> Respuesta a la pregunta Nro. 5.....	38
<b>Figura 14</b> Respuesta a la pregunta Nro. 6.....	39
<b>Figura 15</b> Respuesta a la pregunta Nro. 7.....	40
<b>Figura 16</b> Respuesta a la pregunta Nro. 8.....	40
<b>Figura 17</b> <i>Respuesta a la pregunta Nro. 9</i> .....	41
<b>Figura 18</b> Respuesta a la pregunta Nro. 10.....	42
<b>Figura 19</b> Entrega a tiempo.....	44
<b>Figura 20</b> Entrega perfecta.....	46
<b>Figura 21</b> Ubicaciones.....	47
<b>Figura 22</b> Distancias obtenidas.....	47
<b>Figura 23</b> Solución Vehículo 1.....	48
<b>Figura 24</b> Solución Vehículo 2.....	485
<b>Figura 25</b> Entregas.....	48

## **RESUMEN**

El proyecto de investigación tuvo como objetivo elaborar un plan logístico de distribución y transporte para productos alimenticios de la empresa Ecoal Chimborazo S.A. en la ciudad de Riobamba, con el propósito de optimizar las rutas, mejorar tiempos y uso de recursos.

A través de encuestas realizadas a los empleados, se identificó la carencia de una adecuada planificación de rutas de entrega de los productos, es decir, en el área logística de la empresa. Por otro lado, se analizaron los datos proporcionados por los rutereros, de los cuales proporcionaron la información necesaria para el estudio de situación actual y la propuesta al problema planteado, además, mediante indicadores logísticos en resultados se reflejaron la necesidad de mejorar el desempeño en las entregas para garantizar la competitividad de la empresa a largo plazo.

La solución propuesta fue elaborar un plan logístico utilizando la herramienta de código abierto VRP Spreadsheet Solver, la cual permitió simular rutas de entrega óptimas y asegurar que los pedidos se entregaran según lo acordado con los clientes. Los resultados de este plan demostraron que el software logró cumplir con todas las entregas en el día establecido y optimizó el uso de la flota, brindando soluciones efectivas al problema identificado en el proceso de distribución y transporte.

**Palabras claves:** Plan logístico, Distribución y Transporte, Eficiencia, Planificación de rutas.

## ABSTRACT

This research project aimed to develop a logistics plan for the distribution and transportation of food products from the company Ecoal Chimborazo S.A. in the city of Riobamba to solve delivery delays. Surveys were carried out on employees and their attention to adequately planning product delivery times and routes. In addition, the data provided by the drivers was analyzed, showing that 83% of deliveries were completed on time and 71% met compliance requirements.

These indicators reflect the need to improve delivery performance to ensure the company's long-term competitiveness. The proposed solution was to develop a logistics plan using the open-source tool VRP Spreadsheet Solver, which allowed for the simulation of optimal delivery routes and ensured that orders would be delivered as agreed with customers. The results of this plan showed that the software was able to complete all deliveries on the scheduled day and optimized the use of the fleet, providing effective solutions to the problem identified in the distribution and transportation process.

**Keywords:** Logistics plan, Distribution, Transportation, Efficiency, Route planning.



Reviewed by:

Ms.C. Ana Maldonado León

ENGLISH PROFESSOR

C.I.0601975980

## CAPÍTULO I

### 1. INTRODUCCIÓN.

Las empresas a nivel global consideran que la planificación del tiempo y ruta de entrega de sus productos es importante para mantenerse competitiva en el mercado, ya que una falta de planificación logística puede provocar efectos negativos como retrasos en las entregas, disminución de la reputación corporativa, pérdida de clientes, etc, (Cachimuel et al., 2022).

Por tal motivo la logística de distribución y transporte es un aspecto fundamental para el éxito de cualquier empresa, ya que se encarga de garantizar que los productos lleguen a los clientes de forma oportuna y segura, aproximadamente para el 84% de las distribuidoras de productos alimenticios, la logística es un factor clave debido a que los alimentos son productos perecederos que requieren un manejo especial (Duque et al., 2019).

Ecoal Chimborazo S.A. es una empresa chimboracense dedicada a la distribución de productos alimenticios en la ciudad de Riobamba, la cual dispone de una flota de siete camiones, de los cuales tres se utilizan para las entregas diarias de los productos a los diversos clientes en distintos puntos de la ciudad. A pesar de su participación en el mercado local, se ha identificado que, dentro de su estructura operativa, la gestión logística de distribución y transporte es una de las áreas que requiere de mejoras significativas, ya que uno de los principales problemas que enfrenta Ecoal Chimborazo es la deficiencia en la planificación de rutas y demasiado tiempo empleado para la distribución.

Para abordar esta situación, se ha planteado diseñar un plan logístico de distribución y transporte para Ecoal Chimborazo que involucra el uso de la herramienta de código abierto VRP Spreadsheet Solver. Esta solución permitirá la simulación de rutas óptimas, garantizando así una distribución más eficiente de los productos y asegurando la competitividad de la empresa.

#### 1.1. Antecedentes

De acuerdo con el informe de Fulfillment Hub USA (2023), empresa líder en el sector de la logística y distribución en Estados Unidos, menciona que en el entorno actual, en donde los clientes exigen entregas rápidas y exactas, la logística de distribución llega a ser un factor esencial que debe ser tomado en cuenta para el éxito empresarial, donde un sistema de transporte eficiente no solo reduce los tiempos de entrega sino también disminuye los costos operativos y mejora la satisfacción del cliente.

Según Arpi y López (2023), en su proyecto de investigación titulado: “Propuesta de Planificación de rutas de transporte para la bodega central El Hierro, hacia el norte de la ciudad de Cuenca”, la gestión logística es un componente fundamental para el éxito de cualquier empresa que dependa de la distribución de productos. Al contar con un sistema de rutas optimizadas, una empresa no solo puede mejorar sus indicadores de desempeño, sino también fortalecer su posición competitiva en el mercado.

Para Cachimuel et al. (2022), el uso de herramientas para la planificación de rutas es fundamental en la logística moderna, ya que permite optimizar la entrega de productos, especialmente en contextos de alta demanda y complejidad geográfica. Estas herramientas,

basadas en algoritmos avanzados como los de VRP y STP, facilitan el diseño de rutas más cortas y eficientes, lo que reduce tanto el tiempo de transporte como los costos asociados.

## **1.2. Planteamiento del Problema**

### **1.2.1. Identificación y Descripción del Problema**

Una cadena de suministro que opere de manera eficiente se convierte en un catalizador para la entrega puntual de productos; por ello, una falta de planificación en la ruta y el tiempo de entrega de los productos constituyen una problemática común a nivel mundial que puede tener un impacto negativo en el desarrollo de la empresa, ya que, el 35-40% de las empresas de distribución de alimentos que tienen problemas con dicha planificación para la entrega de sus productos, llegan a sufrir una pérdida significativa en sus ventas (Rule, 2022).

En algunas actividades empresariales el uso inadecuado de los recursos como la capacidad del transporte al trasladar el producto junto con la falta de planificación de rutas y tiempos de entrega tienen el potencial para disminuir el índice de entregas conformes (Torres et al., 2021).

En Ecuador, la carencia de una buena planificación para el tiempo y ruta de entrega de productos genera un sin número de problemas que no solo afecta a la empresa sino también a los consumidores, por lo que las empresas ecuatorianas se encuentran en un proceso de migración de la planificación manual a la tecnológica en la logística (Torres et al., 2023).

Con base en información de acceso público, se ha identificado que en Ecuador el efecto de la falta de planificación del tiempo y las rutas para cumplir con las entregas provoca pérdidas que alcanzan el 3,4% del Producto Interno Bruto anual debido a un retraso diario de 15 minutos en la población económicamente activa (El Telégrafo, 2022).

La problemática que enfrenta la empresa Ecoal Chimborazo es la carencia de rutas planificadas para la distribución de sus productos; operando de manera empírica al respecto, esto representa un desafío significativo que requiere atención.

A pesar de que la empresa cuenta con una flota adecuada para la distribución de sus productos en la ciudad de Riobamba; el uso inadecuado de los mismos como la capacidad de flota; la falta de optimización de las rutas y demasiado tiempo empleado para las entregas tienen un impacto negativo en la empresa de varias maneras.

En primer lugar, el exceso de tiempo empleado en los recorridos de entrega representa un desafío importante, ya que implica ineficiencias en el uso de los recursos.

Además, la utilización inadecuada de la capacidad de la flota, al transportar productos sin un control eficiente sobre el peso o las condiciones necesarias, como la cadena de frío según las rutas planificadas, resulta en un desperdicio significativo de los recursos empresariales.

Por otro lado, el empirismo en la planificación de las operaciones logísticas puede afectar negativamente la reputación de la organización. Al no optimizar los recorridos y no garantizar entregas eficientes, los clientes pueden emitir críticas desfavorables, lo que impacta directamente la percepción de la marca en el mercado.



## **1.2.2. Formulación del Problema**

La empresa Ecoal Chimborazo enfrenta un desafío significativo en su logística, ya que la falta de planificación de rutas ha impactado negativamente en los tiempos de entrega, en este contexto se aborda la necesidad de elaborar un plan logístico de distribución y transporte mediante aplicativos de software para organizar y planificar de manera óptima la distribución de los productos en la ciudad de Riobamba; por lo que la formulación se plantea en los siguientes términos:

**¿Cuál es el porcentaje de entregas a tiempo realizadas por la empresa Ecoal Chimborazo en la ciudad de Riobamba?**

**¿Cuál es el porcentaje de entregas perfectas realizadas por la empresa Ecoal Chimborazo en la ciudad de Riobamba?**

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1. Objetivo General**

Elaborar un plan logístico de distribución y transporte para productos alimenticios de la empresa Ecoal Chimborazo S.A., mediante la aplicación VRP Spreadsheet Solver.

### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- Analizar el proceso de distribución y transporte de los productos de Ecoal Chimborazo S.A., para determinar los factores críticos mediante la recolección de datos.
- Recopilar información a través de los ruterios proporcionados por la empresa para comprobar las hipótesis.
- Aplicar la herramienta de código abierto VRP Spreadsheet Solver para la planificación de rutas óptimas que permita la entrega de los productos en menor tiempo.

## **1.4. Justificación**

La elaboración del proyecto de investigación surgió como respuesta a la necesidad de establecer una planificación óptima de rutas para la entrega de los productos distribuidos por la empresa Ecoal Chimborazo, ubicada en la ciudad de Riobamba, ya que experimenta una deficiencia en su actual proceso de planificación de rutas, lo que acarrea los efectos antes mencionados.

Para abordar esta situación, se planteó elaborar un plan logístico de distribución y transporte que incorpora una herramienta de código abierto como el VRP Spreadsheet Solver la cual permite planificar las rutas de los vehículos, logrando como efecto mejorar los tiempos para la entrega de los productos.

La planificación de rutas es esencial en la logística de distribución y transporte, ya que optimiza la secuencia de visitas a los clientes para un mejor desempeño logístico. Este proceso no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también impacta positivamente en indicadores clave de rendimiento. Mediante una adecuada planificación, las empresas pueden maximizar la satisfacción del cliente y la utilización de recursos. En consecuencia,

se logra una mayor competitividad en el mercado y una operación más sostenible (Cubelli, 2023).

Existen diversos métodos para la planificación de rutas. Los métodos tradicionales se basan en la intuición y la experiencia del planificador. Sin embargo, estos métodos suelen ser poco eficientes y pueden conducir a resultados subóptimos. Los métodos modernos de planificación de rutas se fundamentan en la aplicación de modelos matemáticos y algoritmos de optimización, permitiendo abordar problemas complejos de manera eficiente. Gracias a estos métodos, es posible encontrar soluciones óptimas o subóptimas según la complejidad del problema. La capacidad de estos modelos para analizar grandes cantidades de datos y variables ha revolucionado la planificación de rutas en diversos campos, desde la logística hasta la gestión de tráfico. Así, se mejora la toma de decisiones, optimizando recursos y tiempos (Cachimuel et al., 2022).

La aplicación VRP Spreadsheet Solver es una herramienta de código abierto que permite representar, resolver y visualizar problemas de rutas de vehículos. Integrando sistemas de información geográfica (SIG) de acceso público, esta herramienta proporciona a la empresa Ecoal Chimborazo la capacidad de gestionar problemas de rutas que incluyen hasta 200 clientes. Con su diseño eficiente, facilita la optimización de rutas, mejorando la eficiencia operativa. Además, su accesibilidad y potencia la convierten en una solución valiosa para empresas que buscan mejorar su logística de distribución (Erdoğan, 2017).

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO.

#### 2.1. Fundamentación Teórica y Conceptualización

##### 2.1.1. Logística

Existen numerosas definiciones de lo que es Logística, pero tomaremos las siguientes:

“La logística es la función que permite entregar el producto correcto, en la calidad correcta, en buenas condiciones, en el lugar correcto, en el momento adecuado, al cliente correcto con el mínimo coste” (Herrera Ramos, 2022, p. 7).

Según García (2020), “Se entiende por logística al conjunto de conocimientos, acciones y medios destinados tanto a prever como proveer los recursos necesarios para realizar una actividad principal en tiempo idóneo, forma adecuada, al menor costo, en un marco de productividad y calidad” (p.2).

Por lo antes expuesto, se puede decir que la logística se ha convertido en la principal herramienta para resolver la presión competitiva y promover el desarrollo estratégico e integral de las empresas en las condiciones de cambios globales.

##### 2.1.2. Plan Logístico

Según Ruíz et al. (2021), “Los planes logísticos son indispensables para cualquier organización y cada una de ellas debe elegir mediante metodologías, modelos, herramientas y técnicas las mejores alternativas para conseguir el progreso positivo de la empresa en el mercado, dando valor a los procesos internos que maneja” (p.2).

Buscar formas de mejora brinda la posibilidad de lograr altos niveles de competitividad y satisfacción al cliente.

En la actualidad, la implementación de un plan logístico de distribución y transporte para productos es esencial para la gestión productiva de una empresa, ya que juega un papel fundamental en el crecimiento económico de la misma.

##### 2.1.3. Inicios de la Logística Empresarial

La logística ha estado presente desde tiempos inmemoriales: cuando nuestros ancestros tuvieron la necesidad de almacenar alimentos en las cuevas, recurrieron a la logística, aunque fuera de manera rudimentaria.

En la antigua Grecia y el imperio Romano los oficiales militares denominados “logistikas” eran los encargados de abastecer al ejército, este término puede traducirse como “el que sabe contar”. De esto podemos deducir el significado y el conocimiento matemático de estas personas.

En el mundo empresarial, la logística ha evolucionado considerablemente en las últimas décadas, pero se han utilizado los mismos nombres para definir funciones muy diferentes.

Antes de la década de 1950, la logística sólo se abordaba a nivel militar. La palabra logística estaba relacionada con el mantenimiento, la adquisición, y transporte de instalaciones, materiales y personal militar. La organización de las operaciones logísticas

de la empresa estaba fragmentada, aislada y por tanto su optimizada (Viu Roig & Castillo, 2022).

Desde sus comienzos, la logística ha progresado significativamente, hasta convertirse en un elemento esencial en la gestión de operaciones y la cadena de suministro. Este progreso ha sido estimulado tanto por los avances tecnológicos como por las creciente y cambiantes demandas de la sociedad (Delgado, 2020).

#### **2.1.4. Objetivos principales de la Logística**

Los objetivos principales de la Logística según (Toro Díaz, 2017), son los siguientes:

- Reducir los costos totales al mínimo.
- Entrega acorde a las expectativas del cliente.
- Reducir el uso de capital al mínimo.

Hoy en día los profesionales deben tener claro que todas las tareas de Logística deben estar coordinadas, y su objetivo principal es producir bienes para luego entregarlos al consumidor final, atención o servicio al cliente de manera más eficiente y asequible.

#### **2.1.5. Importancia de la logística**

La logística gira al entorno de la creación de valor para los clientes, proveedores de la compañía, así como para los accionistas de la misma. El valor de la logística se enuncia primordialmente en tiempo y lugar. Los servicios y productos no tienen valor a no ser que estén en manos de los clientes en el tiempo y el lugar en el que aspiran consumirlos.

Por medio de la logística se realiza el trabajo necesario para mover y ubicar el inventario a lo largo de la cadena de suministro, la logística crea valor a través del tiempo y el inventario. Portugal et al. (2023), manifiesta que “La logística es una combinación de gestión de pedidos, inventario, transporte, almacenamiento, manejo de materiales y embalaje integrado en toda la red de fabricación” (p.8).

#### **2.1.6. Gestión de la Cadena de Suministro**

La gestión de la cadena de suministro es la búsqueda de la coordinación para mejorar el desempeño empresarial, incluye la adquisición, producción y distribución de productos sin descuidar las necesidades del cliente, para el autor Carvajal (2021), la Cadena de Suministro se compone por 3 fases: “fase de aprovisionamiento, lugares donde se obtienen las materias primas; fase de producción, mediante la cual los materiales son transformados en producto terminado, y fase de distribución, donde se traslada el producto final hasta los lugares de venta” (p.6).

##### **Aprovisionamiento**

En esta etapa se entrega los materiales a las organizaciones encargadas de procesarlos. Aquí se lleva a cabo el proceso de suministro de materias primas, accesorios y materiales.

##### **Producción**

Incluye todas las transformaciones de materias primas en productos para los clientes, en este espacio se toma en consideración la planificación y organización de los factores de producción, acceso a recursos e insumos, traspaso del producto etc.

## **Distribución**

Distribución y/o comercialización; esta etapa es clave para cualquier negocio, ya que permite a los productores y fabricantes destacados aumentar su competitividad en el mercado (Carvajal, 2021).

Para Castillo (2023), el Sistema de Gestión de la Cadena de Suministro consta de seis fases principales que son: Planificación, Abastecimiento, Fabricación, Entregas, Devoluciones, Habilitar.

La gestión de la cadena de suministro es responsable de gestionar el flujo de producción en la red de la cadena de suministro desde los componentes en bruto hasta la entrega del producto final.

### **Entregas**

En esta fase se manejan varios aspectos del proceso comercial, como la gestión de pedidos de los clientes, la programación de entregas, la facturación y la recepción de pagos. En esta etapa, es primordial coordinar todas estas actividades para reducir posibles errores humanos.

Una vez aceptados los pedidos, se programan las entregas, esto significa coordinar la disponibilidad de los productos o servicios deseados con la capacidad de entrega de la empresa. Se debe garantizar que los productos estén disponibles y listos para su envío en el momento acordado con el cliente.

Finalmente se reciben los pagos. Una vez que el cliente ha recibido los servicios o productos y recibido la factura, debe esperarse el pago correspondiente. Es importante mantener registros adecuados de los pagos recibidos e incluirlos en las facturas emitidas (Castillo, 2023).

### **Devoluciones**

Todos los productos no deseados o defectuosos se manejan aquí para ser devueltos a la fábrica. En otras palabras, nuestro objetivo es identificar, registrar y rastrear los productos que tienen algún tipo de defecto o que no cumplen con las expectativas del cliente para que puedan ser devueltos a la fábrica y repararlos o reemplazarlos (Castillo, 2023).

#### **2.1.7. Diseño y planificación de rutas de transporte**

Según Balderrama (2021). Ruta es una vía, carretera o camino que permite transitar desde un lugar hacia otro. En el mismo sentido, una ruta es la dirección que se toma para un propósito. El término proviene del francés *route*, que a su vez deriva del latín *rupta*.

Actualmente en las relaciones comerciales, el transporte es sumamente importante, ya que permite al cliente recibir bienes o productos sin importar la distancia al proveedor.

En la actualidad, la logística garantiza que las rutas sean más eficientes, más cortas, que el transporte requiera menos tiempo y con ello también menores costes, que suponen una cantidad representativa en el precio final del producto o servicio.

Entre los métodos más utilizados para planificar, diseñar y mejorar rutas de transporte para mejorar costos y tiempos de entrega, tenemos el problema de enrutamiento TSP y VRP.

El uso de cada uno dependerá de las condiciones o limitaciones que existan. Por eso, en el área de distribución es importante desarrollar un modelo matemático que ayude a encontrar la mejor forma de distribuir y solucionarlo.

### **2.1.7.1. Restricciones de capacidad**

Cubelli (2023) en su trabajo de tesis plantea que: “Es necesario tener en cuenta las restricciones de capacidad, en caso de que los camiones se vean frecuentemente limitados por la cantidad máxima de bienes a cargar. Esto asegura que los vehículos se utilicen de manera eficiente y efectiva”. Estas restricciones de capacidad definen la cantidad máxima de materiales o bienes que cada vehículo puede transportar y desempeñan papel esencial en VRP ya que determinan la eficiencia y viabilidad de las rutas.

### **2.1.7.2. Ventanas Horarias**

Las ventanas horarias son esenciales a las actividades de los diferentes proveedores, así como también de los centros de distribución. Generalmente las ubicaciones tienen determinados horarios para ser visitados, y el camión no puede recoger ni descargar paquetes fuera del horario establecido de esa ubicación. Si estas estimaciones de tiempo son precisas, las visitas se pueden planificar para satisfacer las ventanas de tiempo y minimizar el recorrido total o el costo de las rutas, ayuda a evitar retrasos e inactividad y garantiza un uso eficiente y eficaz de los vehículos (Cubelli, 2023).

### **2.1.7.3. Tiempos de Recorrido**

El tiempo de viaje o recorrido pertenece al tiempo que necesita un camión para desplazarse entre diferentes ubicaciones, considerando únicamente el tiempo que tarda en desplazarse el vehículo, una de las formas de estimar los tiempos de viaje es utilizar un servicio que pueda proporcionar una estimación de tiempo basado en la longitud de la ruta, la velocidad, y aceleración promedio relacionadas con el vehículo y las condiciones del tráfico local (Cubelli, 2023).

### **2.1.8. Sistema VRP (Vehicle Routing Problem)**

El VRP es un método utilizado para asignar rutas de transporte, cuyo objetivo es reducir la distancia total recorrida por un grupo de vehículos que parten de un depósito central. Las rutas se planifican de modo que cada cliente sea visitado únicamente una vez por un solo vehículo (Moles, 2020).

El propósito del VRP es disminuir el costo de las rutas, disminuir la suma total del tiempo de transporte, minimizar la flota de vehículos y la demanda total de artículos que deben ser entregados desde varios depósitos.

Al aplicar este método, podrían optimizar la planificación de su estrategia competitiva analizando y brindando las soluciones de menor costo a las necesidades de los clientes.

### **2.1.9. VRP Spreadsheet Solver**

Erdoğan (2017), manifiesta que VRP Spreadsheet Solver es una herramienta de código abierto para resolver, visualizar y representar los resultados de los problemas de rutas de vehículos (VRP). Combina Excel, metaheurísticas y SIG público; resuelve problemas de rutas de vehículos con hasta 200 clientes.

### 2.1.10. Key Performance Indicators (KPI), Importancia y ventaja

Para los autores Ortiz y Pardo (2021), Key Performance Indicators (KPI), son un conjunto útil de indicadores en organizaciones y proyectos para medir variables determinadas y decidir qué factores tienen mayor impacto en la organización. La razón principal por la que las organizaciones han optado por los KPI es su utilidad para medir indicadores en tiempo real lo que permite tomar acciones correctivas de forma inmediata sin aumentar costes adicionales ni poner en riesgo la calidad.

La tabla muestra los criterios de evaluación con los cuales la mayoría de organizaciones se rigen (Coyle et al., 2017, p. 460).

**Tabla 1**

*Criterios de evaluación para indicadores logístico*

<b>Indicador</b>	<b>Rango</b>
Utilización de Vehículos (% de capacidad utilizada)	Excelente: > 90% Bueno: 85% - 90% Aceptable: 75% - 85% Deficiente: < 75%
Tiempo de Entrega Promedio (% de entregas a tiempo)	Deficiente: < 80% Aceptable: 80% - 90% Excelente: >90%
Precisión de Entregas (% entregas perfectas)	Excelente: > 99% Bueno: 97% - 99% Aceptable: 95% - 97% Deficiente: < 95%

### 2.1.11. Entrega a tiempo

Este indicador mide la puntualidad de la entrega, garantizando que los productos lleguen en el plazo establecido, lo que resulta crucial para la satisfacción del cliente y la eficiencia operativa (Quispe y Velásquez, 2022).

### 2.1.12. Entrega perfecta

Las entregas perfectas son aquellas entregas que cumplen con las especificaciones y condiciones acordadas en cuanto al tiempo y cantidad del producto (Quispe y Velásquez, 2022).

## 2.2. Marco Referencial

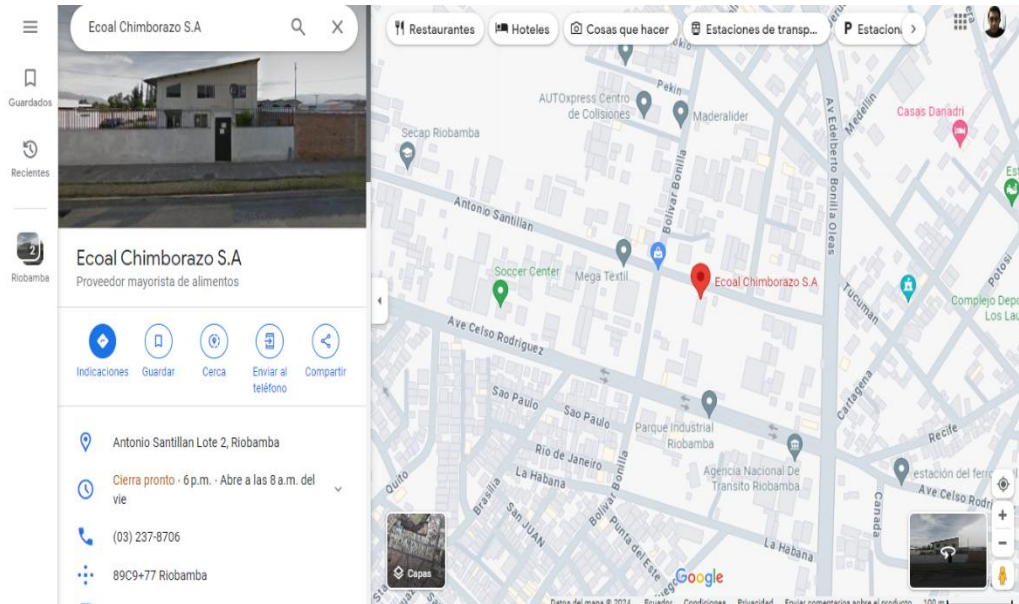
### 2.2.1. Contexto de la Organización

Este estudio se realizó en la denominada EMPRESA COMERCIALIZADORA DE ALIMENTOS CHIMBORAZO S.A (ECOAL CHIMBORAZO S.A), dedicada a la distribución de productos de la marca Pronaca, la cual se encuentra ubicada en la ciudad de

Riobamba, provincia de Chimborazo, Ecuador; su localización es en las calles Antonio Santillan entre Jerusalén y Bolívar Bonilla.

### Figura 1

*Geolocalización de Ecoal Chimborazo S.A.*



ECOAL CHIMBORAZO S.A. tiene como giro de negocio la distribución de alimentos de la marca PRONACA, desde el año 2015 en Riobamba; comenzó ubicándose en el parque industrial de la ciudad, con el objetivo de satisfacer las necesidades de sus consumidores con servicio de excelencia.

Al pasar el tiempo se ha identificado falencias en ciertas áreas, sin embargo, se evidencia la toma de decisiones por parte de la empresa que van en pro de la mejora de sus planes y acciones para gestionar de mejor manera sus procesos.

#### 2.2.2. Misión de Ecoal Chimborazo S.A.

“Somos una empresa de distribución alimenticia local, dedicados a la comercialización de alimentos en estado natural, ofrecemos nuestros productos para satisfacer las necesidades de los consumidores y clientes, con excelente servicio y calidad y un alto sentido de responsabilidad social”.

#### 2.2.3. Visión Ecoal Chimborazo S.A.

“Ser una empresa líder en el mercado de la distribución de alimentos con un desarrollo tecnológico, innovador y creativo y siempre estar preocupados por el mantenimiento del equilibrio ambiental”.



## CAPÍTULO III

### 3. METODOLOGÍA.

#### 3.1. Tipo de Investigación

**Investigación Descriptiva:** Esta investigación mostró una visión de cómo se lleva a cabo la logística de distribución y transporte de los productos en Ecoal Chimborazo, analizando como la falta de una planificación detallada de tiempos y rutas impacta en la entrega de los productos en la ciudad de Riobamba.

#### 3.2. Diseño de la Investigación

El diseño de la investigación fue no experimental ya que no se manipularon las variables para el estudio, debido a que no se intervino de ninguna manera para inferir su información. Es decir, únicamente se obtuvieron los datos de manera directa dentro del contexto original en el que se producen en la empresa Ecoal Chimborazo.

#### 3.3. Enfoque de la Investigación

En el presente trabajo de investigación se aplicó un enfoque mixto, debido a que se trató de una combinación tanto de datos numéricos como de las características del objeto de estudio proporcionadas por la población, lo que permitió comprender en detalle los desafíos y problemas actuales en el proceso logístico de la empresa, y a su vez nos permitió identificar posibles soluciones para la distribución y transporte de los productos alimenticios.

##### 3.3.1. Población de Estudio y Tamaño de Muestra

La población de estudio estuvo constituida por el personal con el que contó la empresa Ecoal Chimborazo S.A. durante el desarrollo del trabajo, con un total de 37 trabajadores de las distintas áreas.

En el proyecto de investigación se decidió usar la metodología llamada muestreo censal, debido a que, al ser una cantidad pequeña de la población, se pudo incluir y estudiar a esa cantidad por completo (Morán, 2022).

#### 3.4. Métodos de la Investigación

En el presente trabajo de investigación se utilizó el método inductivo, ya que mediante la observación de características particulares de la empresa se obtuvo una visión general de la información necesaria para resolver el problema presentado en este estudio.

#### 3.5. Técnicas e Instrumentos de Investigación

Como técnicas de recolección de datos para obtener información relevante de la investigación y lograr responder ante los objetivos planteados, se utilizaron:

**Observación:** Mediante esta técnica se identificó las falencias en el proceso de distribución de los productos de la empresa, además de permitir el análisis de los resultados del software.

**Encuesta:** Esta técnica permitió una interacción directa con los empleados de la empresa para recoger información pertinente acerca de la distribución y transporte según su percepción, la cual ayudó a detectar el problema del estudio.

Previo a la recolección de datos mediante la aplicación de la encuesta, se realizó una socialización de la información pertinente respecto a los procesos de distribución y transporte realizados por la empresa, además se explicó las ventajas de colaborar con este estudio para la mejora y optimización de este tema en cuestión.

**Análisis de documentos:** Se realizó el análisis de los registros de las entregas, información del manual corporativo en el que constaba la estructura organizacional de la empresa y datos generales. Esto proporcionó información específica sobre el giro de negocio de la empresa, además de brindar las primeras observaciones para evaluar el desempeño e identificar mejoras en el proceso logístico.

### **3.5.1. Aplicación de los instrumentos utilizados:**

- **Cuestionario:** Se formularon 11 preguntas relacionadas con el proceso de distribución y transporte, las cuales fueron validadas por un experto evaluador para asegurar que las respuestas de los trabajadores fueran útiles para la investigación (Ver Anexo 1).
- **Hoja de Cálculo:** Se utilizó Microsoft Excel como herramienta para registrar y analizar los datos obtenidos de las encuestas realizadas a los trabajadores (Ver Anexo 2). Los resultados recopilados se organizaron en tablas y figuras dinámicas, lo que permitió realizar un análisis detallado y claro de las respuestas.
- **Software de simulación:** La herramienta de código abierto VRP Spreadsheet Solver generó rutas que garantizaron la entrega de todos los pedidos en el día acordado, detallando los tiempos en los que debía realizarse cada entrega.

## **3.6. Hipótesis**

Se tomó en cuenta el 80% para el planteamiento de las hipótesis debido a que es un porcentaje razonable como punto de partida para medir la eficiencia y establecer metas de mejora (Ozuysal, 2023).

### **3.6.1. Primera Hipótesis**

El porcentaje de entregas a tiempo de la empresa Ecoal Chimborazo en la ciudad de Riobamba es del 80%.

### **3.6.2. Segunda Hipótesis**

El porcentaje de entregas perfectas de la empresa Ecoal Chimborazo en la ciudad de Riobamba es del 80%.

### **3.6.3. Operacionalización de la Variable**

#### **Primera Hipótesis**

El porcentaje de entregas a tiempo de la empresa Ecoal Chimborazo en la ciudad de Riobamba es del 80%.

**Tabla 2***Operacionalización de la variable entregas a tiempo*

<b>Variable</b>	<b>Concepto</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Indicador</b>	<b>Técnica</b>	<b>Instrumento</b>
<b>Entrega a tiempo</b>	Capacidad de una empresa para cumplir con las entregas de los pedidos en la fecha acordada con sus clientes (Quispe y Velásquez, 2022).	Puntualidad en la entrega de pedidos.	Cantidad de clientes con el pedido a tiempo.	Fuentes Secundaria.	Ruteros.

**Segunda Hipótesis**

El porcentaje de entregas perfectas de la empresa Ecoal Chimborazo en la ciudad de Riobamba es del 80%.

**Tabla 3***Operacionalización de la variable entregas perfectas*

<b>Variable</b>	<b>Concepto</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Indicador</b>	<b>Técnica</b>	<b>Instrumento</b>
<b>Entrega Perfecta (OTIF)</b>	Capacidad de una empresa para entregar todo lo que el cliente solicitó y a tiempo (Quispe y Velásquez, 2022).	Entregas perfectas.	Cantidad de clientes con el pedido perfecto.	Fuentes Secundaria.	Ruteros.

**3.7. Fases del proyecto**

Para lograr alcanzar los objetivos planteados y su correcta ejecución se siguió con las siguientes fases:

**3.7.1. Recopilación de datos**

Los datos recolectados en este estudio provinieron de diversas fuentes relacionadas con la empresa Ecoal Chimborazo S.A. La recopilación se enfocó en obtener datos claves sobre el proceso de distribución y transporte de la empresa.

Esta fase se inició con la revisión de datos generales de la empresa como el manual corporativo en el que constaba su estructura organizacional, logrando identificar los diferentes puestos de trabajo y la cantidad de personal con el que contaba. Posterior a ello se realizó un cuestionario de 11 preguntas dirigido a los 37 trabajadores de Ecoal Chimborazo, con el objetivo de identificar el problema que impedía la entrega puntual de los pedidos a los clientes; las encuestas fueron enviadas al correo electrónico de cada trabajador gracias al apoyo del personal de la empresa, cuya información fue recolectada y organizada en el programa Microsoft Excel para su análisis.

Además, se obtuvo información de vital importancia mediante el Excel adquirido del sistema de control proporcionado por la empresa, que contenía ruterros de los cuales se logró observar datos específicos como la ubicación de los clientes, la ruta que trazan los choferes según el sector asignado por la empresa, el peso de los pedidos, la fecha a entregar y la fecha entregada, las entregas a tiempo y las entregas conformes.

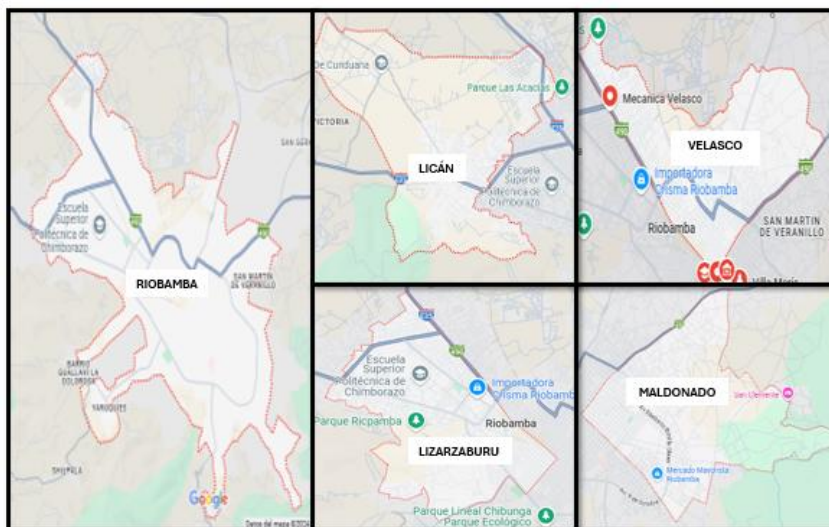
Esta información resultó fundamental para el desarrollo del análisis del proceso de distribución y transporte.

### 3.7.2. Análisis de la situación actual

Se llevó a cabo el análisis de los datos recopilados de la empresa Ecoal Chimborazo S.A., dedicada a la distribución de productos alimenticios de la línea Pronaca en la ciudad de Riobamba. Entre los productos distribuidos provenientes de la procesadora ecuatoriana de alimentos “PRONACA”, se encuentran cárnicos, balanceados, embutidos, conservas, entre otros.

Las encuestas aplicadas a los empleados fueron fundamentales para identificar que los retrasos de las entregas se debían principalmente a la carencia de una adecuada planificación de rutas, ya que no se tomaban en cuenta factores claves como las tendencias de tráfico al momento de definir las rutas. Los conductores trazaban sus rutas basándose en las entregas asignadas por sectores (Yaruquíes, Lizarzaburu, Maldonado, Velasco, Licán, etc) según lo determinado por la empresa.

**Figura 2**



*Sectores de la ciudad de Riobamba*

Por otro lado, los ruteros que registraban las entregas diarias proporcionaron datos esenciales para el análisis del desempeño de los indicadores entregas a tiempo y perfectas (OTIF). Estos datos fueron procesados en el software SPSS, lo que permitió evaluar el nivel de cumplimiento de las entregas. Aunque los resultados no mostraban porcentajes excesivamente bajos, el análisis basado en los criterios de evaluación de indicadores evidenció la necesidad de mejorar estos porcentajes.

Esta fase permitió identificar áreas de mejora dentro del proceso de distribución y transporte, que estableció una base para el desarrollo de la posible solución al problema.

### 3.7.3. Ejecución de la propuesta

Tras completar la fase de análisis, se procedió a indagar sobre softwares gratuitos que permitieran la simulación de rutas para los vehículos, de los cuales destacó el VRP SpreadSheet Solver debido a que esta herramienta de código abierto se incorpora en Microsoft Excel, un programa con una interfaz muy reconocida para cualquier usuario.

Una vez instalado el VRP SpreadSheet Solver versión 3.8 se realizó las fases de la simulación (Ver Anexo 3). Para ello, se utilizaron los datos registrados en el rutero de un día específico, como el número de clientes, la ubicación del cliente, el peso de los pedidos, la capacidad de carga de los vehículos y el número de camiones utilizados.

Para la ejecución del programa fue necesario indagar información como la velocidad media del vehículo, las ventanas de tiempo, tiempo límite de conducción y tiempo de servicio.

Como primer paso se proporcionó al software los parámetros a tener en cuenta para el cálculo de la solución.

**Figura 3**

#### *Parámetros iniciales*

A	B	C
<b>Secuencia</b>	<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>
<b>0. Interfaz</b>	Idioma	Espanola
	Opcional: clave de Bing Maps	6rLTATKftje7KVVOJzrk"rF6GcUtiYr-EjuUd-gZMxcA"ATPhNpn-SKQGBluTZxvt8oNwyNcWAX9zWfxTh53ms4KpsOnbsZjw8FCF8p20kOBC
<b>1. Ubicaciones</b>	Número de depósitos	1
	Número de clientes	189
<b>2. Distancias</b>	Método de cálculo de distancia	Distancias de conducción de Bing Maps (km)
	Método de cálculo de duración	Duraciones de conducción de Bing Maps
	Modo de viaje de Bing Maps	Camión
	Tipo de ruta de Bing Maps	Lo más rápido
	Nivel de detalle de la ruta de Bing Maps	3
<b>3. Vehículos</b>	Velocidad media del vehículo	50
	Número de tipos de vehículos	1
<b>4. Solución</b>	¿Los vehículos regresan a su (s) depósito (s)?	Si, solo una vez al final
	Tipo de ventana de tiempo	Difícil
	Backhauls?	No
<b>5. Opcional - Visualización</b>	Fondo de visualización	Mapas de Bing
	Etiquetas de ubicación	ID de ubicación

Después de definir los parámetros se registraron en la hoja de trabajo las diferentes direcciones de los clientes, junto con las respectivas ventanas de tiempo, el peso de los productos y un tiempo de servicio de 5 min, este tiempo fue determinado con base en el análisis de (Vermorel, 2020), sobre las características del tiempo de entrega de productos.

Una vez completada esta información el programa procesó las ubicaciones y asignó automáticamente las coordenadas de latitud y longitud correspondientes a cada cliente, ya que el programa además de generar la solución propuesta mediante tablas también genera una visualización gráfica de las rutas.

**Figura 4**

*Ubicaciones*

Location ID	Name	Address	Latitude (y)	Longitude (x)	Time window start	Time window end	Must be visited?	Service time	Delivery amount
0	Depot				00:00	23:59	Starting location	0:00	0
1	Customer 1				00:00	23:59	Must be visited	0:00	0
2	Customer 2				00:00	23:59	Must be visited	0:00	0
3	Customer 3				00:00	23:59	Must be visited	0:00	0
4	Customer 4				00:00	23:59	Must be visited	0:00	0
5	Customer 5				00:00	23:59	Must be visited	0:00	0
6	Customer 6				00:00	23:59	Must be visited	0:00	0
7	Customer 7				00:00	23:59	Must be visited	0:00	0
8	Customer 8				00:00	23:59	Must be visited	0:00	0
9	Customer 9				00:00	23:59	Must be visited	0:00	0
10	Customer 10				00:00	23:59	Must be visited	0:00	0
11	Customer 11				00:00	23:59	Must be visited	0:00	0
12	Customer 12				00:00	23:59	Must be visited	0:00	0
13	Customer 13				00:00	23:59	Must be visited	0:00	0
14	Customer 14				00:00	23:59	Must be visited	0:00	0
15	Customer 15				00:00	23:59	Must be visited	0:00	0
16	Customer 16				00:00	23:59	Must be visited	0:00	0

Una vez definidas las ubicaciones, el software generó una hoja donde detalló las distancias y el tiempo de recorrido que existía entre cada cliente.

**Figura 5**

*Distancias*

Método:				
Desde	A	Distancia	Duración	
EcoalChimborazo	EcoalChimborazo	0,00	0:00	
EcoalChimborazo	Cliente1	0,00	0:00	
EcoalChimborazo	Cliente2	0,00	0:00	
EcoalChimborazo	Cliente3	0,00	0:00	
EcoalChimborazo	Cliente4	0,00	0:00	
EcoalChimborazo	Cliente5	0,00	0:00	
EcoalChimborazo	Cliente6	0,00	0:00	
EcoalChimborazo	Cliente7	0,00	0:00	
EcoalChimborazo	Cliente8	0,00	0:00	
EcoalChimborazo	Cliente9	0,00	0:00	
EcoalChimborazo	Cliente10	0,00	0:00	
EcoalChimborazo	Cliente11	0,00	0:00	
EcoalChimborazo	Cliente12	0,00	0:00	
EcoalChimborazo	Cliente13	0,00	0:00	
EcoalChimborazo	Cliente14	0,00	0:00	
EcoalChimborazo	Cliente15	0,00	0:00	

El siguiente paso que nos mostró el programa fue las especificaciones de los vehículos, para continuar con el siguiente paso que fue la obtención de la hoja de trabajo de la solución.

**Figura 6**

*Vehículo*

Depósito inicial	Tipo de vehic	Capacida	Límite de distar	Hora de inicio del tra	Límite de tiempo de condu	Límite de tiempo de tra	Depósito de devolu	Numero de vehiculos
EcoalChimborazo	T1	2200	250,00	07:30	8:00	19:00	EcoalChimborazo	3

**Figura 7**

*Hoja de solución*

Vehículo:		V1	Paradas:		0				
Detener la cuenta	Nombre del lugar	Distancia recorrida	Tiempo de conducción	Hora de llegada	Hora de salida	Tiempo de trabajo	Beneficio recaudado	Carga	
0	EcoalChimborazo	0,00	0:00		07:30	0:00	0	0	
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									

El VRP SpreadSheet Solver empleó datos de Bing Maps para analizar las tendencias de flujo de tráfico y, con base en esa información, creó una solución óptima.

Para evaluar la factibilidad de la solución generada por el programa, se realizó una comparación con los resultados del rutero de un día específico, enfocándose en la cantidad de productos entregados a tiempo.

## CAPÍTULO IV

### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

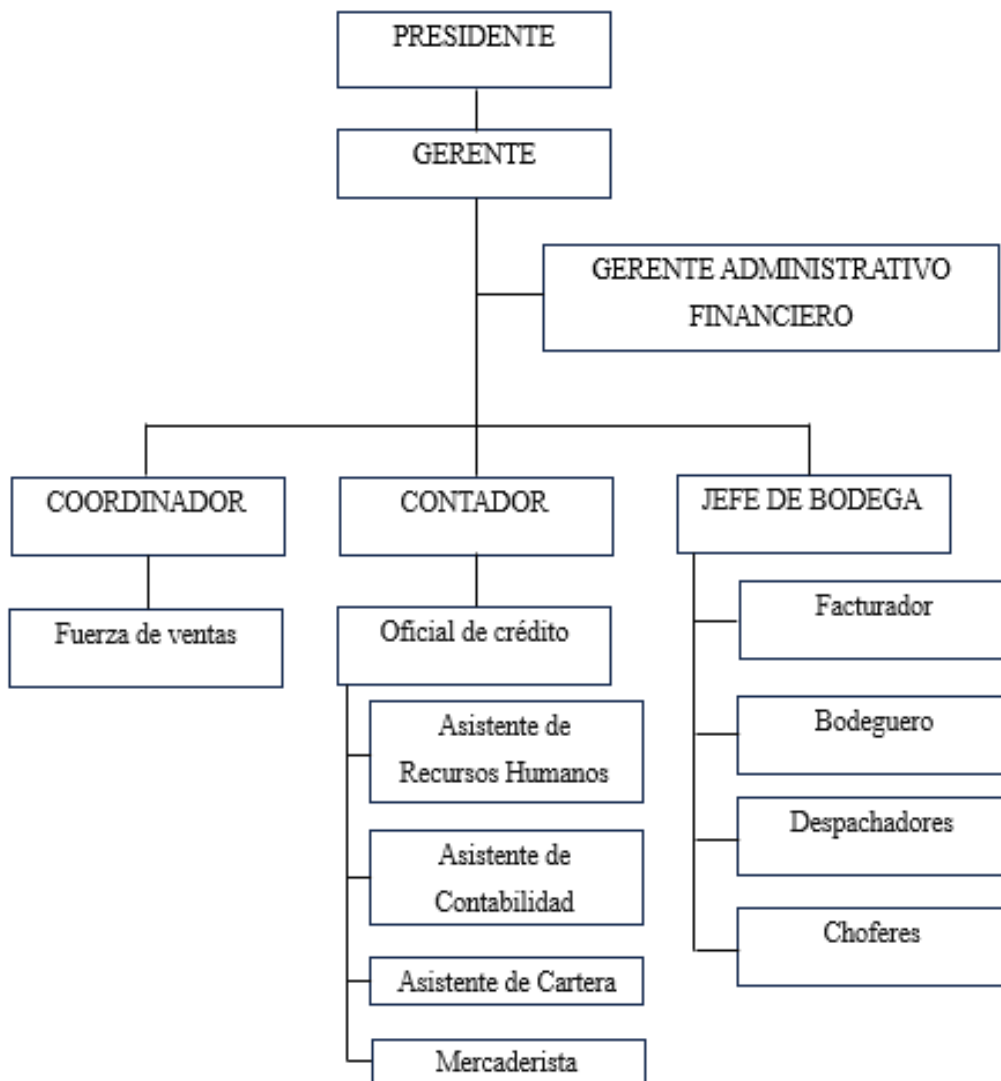
Para comprender la situación actual de la empresa y abordar el problema identificado, se llevó a cabo la recopilación de información a través de encuestas y el análisis de ruterros, así como también la aplicación del software especializado.

#### 4.1. Análisis del proceso de distribución y transporte de los productos de Ecoal Chimborazo S.A.

La estructura organizacional de la empresa fue adaptada del proyecto de investigación de Lema (2018), la cual se muestra a continuación:

**Figura 8**

*Organigrama de la empresa Ecoal Chimborazo S.A.*





La cantidad de trabajadores en la empresa Ecoal Chimborazo S.A. para el periodo en el que se realizó el estudio, se representan en la siguiente tabla:

**Tabla 4**

*Personal de la empresa Ecoal Chimborazo S.A*

<b>Personal</b>	<b>Puesto de trabajo</b>	<b>Trabajadores</b>
<b>Reparto</b>	Choferes	5
	Repartidores	5
<b>Bodega</b>	Jefe de Bodega	1
	Facturador	1
	Coordinador Logístico	1
	Bodegueros	4
<b>Ventas</b>	Coordinador de Ventas	1
	Mercaderista	1
	Vendedores	12
<b>Cartera</b>	Oficial Crédito	1
	Asistente de Crédito	1
<b>Administrativa</b>	Gerente	1
	Jefe Financiero	1
	Contador	1
	Asistente Contable	1
<b>Total</b>		<b>37</b>

Una vez obtenida la información de las encuestas realizadas a los 37 trabajadores de la empresa Ecoal Chimborazo, se procedió a la consolidación de los datos, mediante la tabulación y la representación gráfica que optimiza la presentación de los resultados.

**1. ¿Qué tan eficiente considera el proceso actual de distribución y transporte de la empresa?**

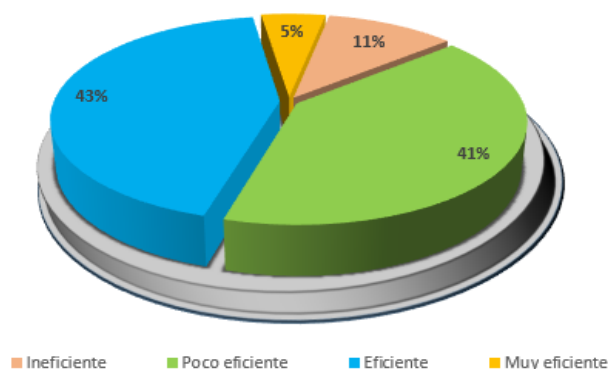
**Tabla 5**

*Respuesta a la pregunta Nro. 1*

<b>Respuesta</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>%</b>
Ineficiente	4	11%
Poco eficiente	15	41%
Eficiente	16	43%
Muy eficiente	2	5%
<b>TOTAL</b>	<b>37</b>	<b>100%</b>

**Figura 9**

*Respuesta a la pregunta Nro.*



**Interpretación y Análisis:**

Una minoría significativa, con el 11% de los empleados considera que el proceso es ineficiente, lo que indica problemas estructurales o de gestión que afectan negativamente el desempeño. El 41% manifiesta que es Poco eficiente, lo que sugiere que hay áreas importantes de mejora. La mitad siendo el 48% piensa que el proceso es eficiente o muy eficiente. Y la otra mitad cree que no. Es algo subjetivo, si el proceso es eficiente debe reflejarse en que las entregas siempre lleguen y a tiempo.

**2. ¿Considera que la empresa cuenta con los recursos necesarios (vehículos, personal, tecnología) para una distribución eficiente?**

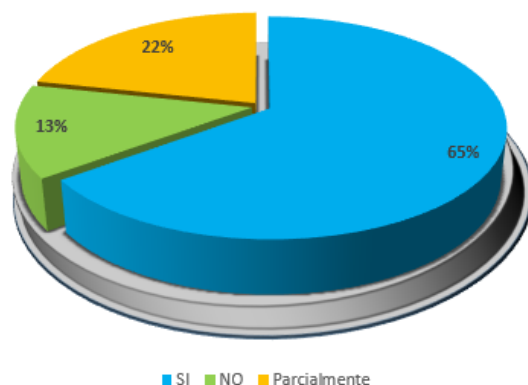
**Tabla 6**

*Respuesta a la pregunta Nro. 2*

Respuesta	Frecuencia	%
Si	24	65%
No	5	13%
Parcialmente	8	22%
<b>TOTAL</b>	<b>37</b>	<b>100%</b>

**Figura 10**

*Respuesta a la pregunta Nro. 2*



**Interpretación y Análisis:**

El 65 % de los empleados considera que la empresa cuenta con los recursos necesarios para llevar a cabo una distribución eficiente. Esto sugiere que la infraestructura básica para la distribución está bien establecida y es adecuada según la mayoría de los empleados. Mientras que un 13%, cree que la empresa no dispone de los recursos necesarios, lo que indica que hay percepciones de carencias o insuficiencias en algún aspecto crítico del proceso de distribución. Por otra parte, un 22% de los empleados opina que los recursos disponibles son solo parcialmente suficientes para una distribución eficiente. Esto sugiere que, aunque la empresa tiene algunos de los recursos necesarios, hay áreas que requieren mejoras o inversiones adicionales para optimizar completamente la distribución.

**3. ¿En el proceso actual de distribución y transporte cuales son los principales problemas que usted identifica?**

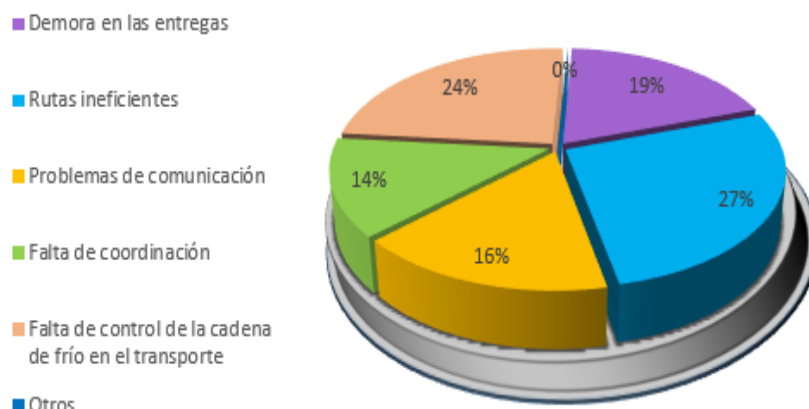
**Tabla 7**

*Respuesta a la pregunta Nro. 3*

<b>Respuesta</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>%</b>
Demora en las entregas	7	19%
Rutas ineficientes	10	27%
Problemas de comunicación	6	16%
Falta de coordinación	5	14%
Falta de control de la cadena de frío en el transporte	9	24%
Otros	0	0%
<b>TOTAL</b>	<b>37</b>	<b>100%</b>

**Figura 11**

*Respuesta a la pregunta Nro. 3*



**Interpretación y Análisis:**

La falta de control de la cadena de frío en el transporte es el problema mencionado por un 24%, lo que indica una preocupación significativa por mantener la calidad de los productos que requieren condiciones de temperatura específicas. La falta de control adecuado puede resultar en productos dañados o de calidad inferior. Los problemas de comunicación por un 16% y falta de coordinación en un 14%, ambas categorías, indican que los empleados perciben deficiencias en la transmisión de información y la sincronización entre los diferentes componentes del proceso de distribución. La demora en las entregas lo considera el 19%, reflejando que los clientes no reciben los productos a tiempo. Esto afecta negativamente la satisfacción del cliente y la reputación de la empresa. Por último, el 27% expresa que las rutas utilizadas para la distribución aumentan los tiempos de entrega y entonces optimizar las rutas genera una mejora significativa en la eficiencia.

**4. ¿Cómo calificaría la capacitación del personal respecto a la gestión logística?**

**Tabla 8**

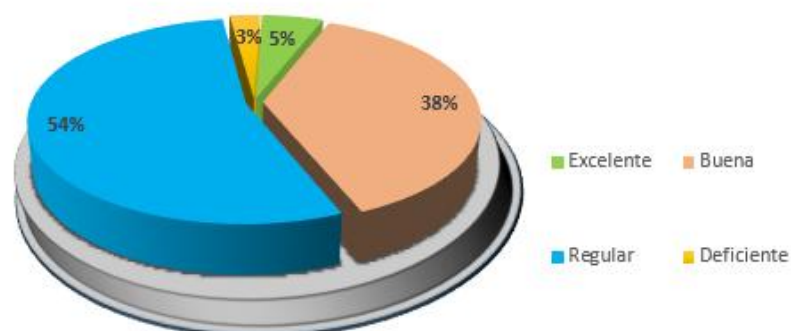
*Respuesta a la pregunta Nro. 4*

Respuesta	Frecuencia	%
Excelente	2	5%
Buena	14	38%
Regular	20	54%
Deficiente	1	3%

<b>TOTAL</b>	<b>37</b>	<b>100%</b>
--------------	-----------	-------------

**Figura 12**

*Respuesta a la pregunta Nro. 4*



**Interpretación y Análisis:**

La mayoría de los encuestados un 54%, considera que la capacitación del personal en gestión logística es Regular. Este resultado sugiere que, si bien existen algunos niveles de formación, no son suficientes para cumplir con las expectativas o las necesidades operativas. Un porcentaje significativo del 38%, de empleados califica la capacitación como Buena, lo que indica que hay elementos positivos en los programas de formación actuales. Solo una pequeña fracción del 5%, de los empleados percibe la capacitación como Excelente. Este resultado resalta la necesidad de evaluar y potencialmente rediseñar los programas de capacitación para que más empleados puedan calificarla positivamente. Por último, un 3%, considera que la capacitación es Deficiente. Aunque es una minoría, es crucial abordar las preocupaciones de estos empleados para evitar que las experiencias negativas impacten en la moral y el desempeño general.

**5. ¿Cuentan con rutas planificadas (ruteo) para la entrega de los productos?**

**Tabla 9**

*Respuesta a la pregunta Nro. 5*

<b>Respuesta</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>%</b>
SI	10	27%
NO	15	41%
Parcialmente	12	32%
<b>TOTAL</b>	<b>37</b>	<b>100%</b>

**Figura 13**

*Respuesta a la pregunta Nro. 5*



**Interpretación y Análisis:**

La mayor parte de los encuestados, en un 35%, indicó que la empresa no cuenta con rutas planificadas. Esto sugiere una posible falta de organización en el proceso de distribución que podría estar afectando la eficiencia y la puntualidad en las entregas. Un 38% de los empleados señala que la empresa cuenta con rutas planificadas solo parcialmente. Este resultado indica que, aunque existen esfuerzos por implementar un sistema de ruteo, estos no son consistentes ni completos en todas las áreas de operación. Un 27% de los encuestados afirma que la empresa tiene rutas planificadas. Esto sugiere que hay áreas o segmentos específicos dentro de la empresa que están implementando prácticas de ruteo efectivas. Sin embargo, este porcentaje relativamente bajo indica que estos sistemas aún no se han extendido a toda la operación logística.

**6. ¿Con que frecuencia se actualizan las rutas de distribución?**

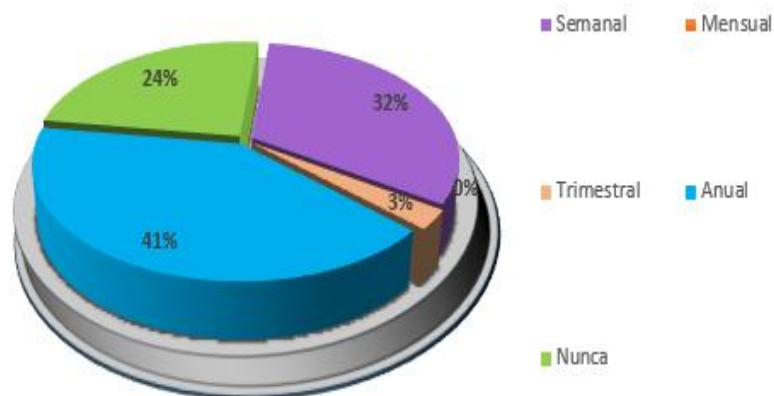
**Tabla 10**

*Respuesta a la pregunta Nro. 6*

Respuesta	Frecuencia	%
Semanal	12	32%
Mensual	0	0%
Trimestral	1	3%
Anual	15	41%
Nunca	9	24%
<b>TOTAL</b>	<b>37</b>	<b>100%</b>

**Figura 14**

*Respuesta a la pregunta Nro. 6*



**Interpretación y Análisis:**

Un 32% indicó que las rutas de distribución se actualizan semanalmente, esta frecuencia sugiere un enfoque dinámico y proactivo hacia la optimización de las rutas, permitiendo ajustes rápidos en función de las condiciones cambiantes del mercado, la demanda y otros factores operativos. El 41%, mencionó que las rutas se actualizan anualmente, lo que indica una planificación más estática y menos flexible en comparación con la actualización semanal. Un porcentaje significativo de 24% mencionó que las rutas nunca se actualizan, esto sugiere una falta de atención a la optimización continua de las rutas, lo que podría conducir a ineficiencias operativas y menor satisfacción del cliente debido a tiempos de entrega subóptimos. Y un 3% menciona que la actualización es trimestralmente.

**7. ¿Qué criterios consideran actualmente para planificar las rutas de entrega?**

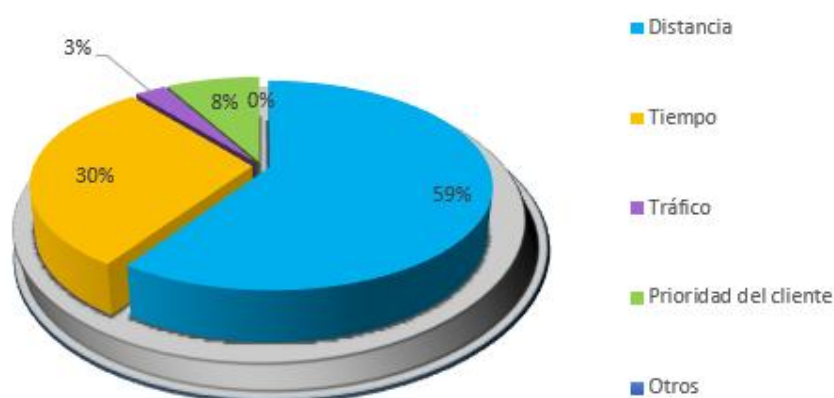
**Tabla 11**

*Respuesta a la pregunta Nro. 7*

Respuesta	Frecuencia	%
Distancia	22	59%
Tiempo	11	30%
Tráfico	1	3%
Prioridad del cliente	3	8%
Otros	0	0%
<b>TOTAL</b>	<b>37</b>	<b>100%</b>

**Figura 15**

*Respuesta a la pregunta Nro. 7*



**Interpretación y Análisis:**

Un 59%, de los encuestados consideran la distancia como el criterio principal para planificar las rutas de entrega. Esto sugiere una preocupación por la eficiencia en términos de kilometraje recorrido, lo cual es fundamental para minimizar los tiempos de entrega. Un 30%, también menciona el tiempo como un criterio importante, esto implica la optimización de las rutas para reducir los tiempos de viaje y cumplir con los horarios de entrega establecidos, lo cual es crucial para mantener la satisfacción del cliente y la eficiencia operativa. El 3%, hace referencia que el tráfico sigue siendo un factor considerado por algunos encuestados. Un 8%, menciona la prioridad del cliente como criterio para planificar las rutas. Esto sugiere que algunos aspectos como las necesidades específicas del cliente o la importancia de ciertos destinos pueden influir en la planificación logística.

**8. ¿Cuáles son los factores críticos que afectan la eficiencia de las rutas actuales?**

**Tabla 12**

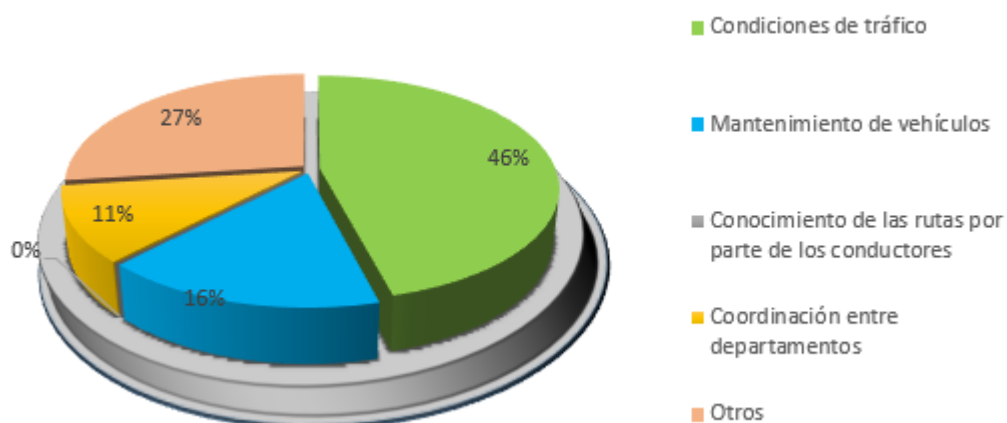
*Respuesta a la pregunta Nro. 8*

Respuesta	Frecuencia	%
Condiciones de tráfico	17	46%
Mantenimiento de vehículos	6	16%
Conocimiento de las rutas por parte de los conductores	0	0%
Coordinación entre departamentos	4	11%
Otros	10	27%
<b>TOTAL</b>	<b>37</b>	<b>100%</b>

**Figura 16**



*Respuesta a la pregunta Nro. 8*



**Interpretación y Análisis:**

La mayoría de los encuestados en un 46%, identifican las condiciones de tráfico como el factor crítico más importante que afecta la eficiencia de las rutas actuales. Las congestiones y los retrasos en las carreteras impactan negativamente los tiempos de entrega y la planificación de las rutas. Un 16%, menciona el mantenimiento de vehículos como un factor crítico. Ningún encuestado mencionó el conocimiento de las rutas por parte de los conductores como un factor crítico. Sin embargo, esto no significa que no sea relevante, pero podría indicar que la capacitación y el conocimiento del personal en cuanto a las rutas no se percibe como un problema significativo en este contexto. El 11%, mencionan la coordinación entre departamentos como un desafío crítico. Un 27%, considera que pueden influir una variedad de factores no especificados anteriormente, como: problemas climáticos, disponibilidad de recursos, cambios en la demanda del cliente, entre otros.

**9. ¿Considera que la implementación de nuevas tecnologías podría mejorar la eficiencia logística?**

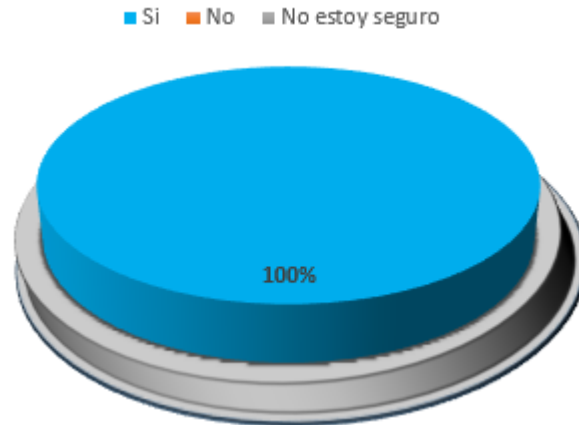
**Tabla 13**

*Respuesta a la pregunta Nro. 9*

Respuesta	Frecuencia	%
Si	37	100%
No	0	0%
No estoy seguro	0	0%
<b>TOTAL</b>	<b>37</b>	<b>100%</b>

**Figura 17**

*Respuesta a la pregunta Nro. 9*



**Interpretación y Análisis:**

Todos los encuestados consideran que la implementación de nuevas tecnologías podría mejorar la eficiencia logística. Este resultado sugiere un consenso claro entre los participantes en cuanto a la importancia y el impacto positivo que las tecnologías pueden tener en las operaciones logísticas de la empresa.

**10. ¿Utiliza alguna herramienta o software para la planificación de rutas?**

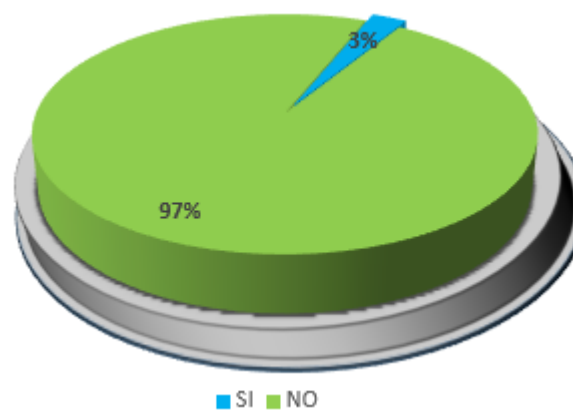
**Tabla 14**

*Respuesta a la pregunta Nro. 10*

Respuesta	Frecuencia	%
SI	1	3%
NO	36	97%
<b>TOTAL</b>	<b>37</b>	<b>100%</b>

**Figura 18**

*Respuesta a la pregunta Nro. 10*



**Interpretación y Análisis:**

Solo el 3% de los encuestados utiliza alguna herramienta o software para la planificación de rutas, esto sugiere que hay una baja adopción de este tipo de tecnología entre los encuestados. En contraste, el 97% de los encuestados no utiliza herramientas o software para la planificación de rutas. Esto indica que la mayoría depende de métodos tradicionales o manuales para planificar las rutas, lo cual puede incluir el uso de mapas físicos, conocimiento previo de las rutas, o quizás métodos más simples y no tecnológicos. Por otra parte, es importante resaltar que existe una oportunidad significativa para introducir y educar a las personas sobre los beneficios de utilizar herramientas y software de planificación de rutas. Estas herramientas pueden mejorar la eficiencia, ahorrar tiempo y potencialmente reducir la ejecución de rutas.

#### **11. ¿Qué actividades específicas sugeriría para mejorar el proceso de distribución y transporte?**

En líneas generales, los encuestados coinciden en la importancia de mejorar la comunicación y la coordinación dentro de la empresa. Consideran que estas mejoras contribuirían significativamente a la optimización de las rutas de distribución, haciendo el proceso más eficiente y ágil. Además, subrayan la necesidad de invertir en la capacitación y el desarrollo del personal, lo cual fortalecería las habilidades y competencias de los trabajadores, permitiéndoles desempeñar sus funciones de manera más efectiva.

#### **4.2. Recopilación de información a través de los ruterios proporcionados por la empresa para comprobar las hipótesis.**

La recopilación de información necesaria para comprobar las hipótesis se realizó mediante el análisis de los ruterios proporcionados por la empresa, de los cuales se calculó el número de entregas se realizadas a tiempo y el número de entregas perfectas, para evaluar el desempeño de estos indicadores se recabó información de un periodo de cinco días consecutivos.

##### **4.2.1. Aplicación del estadístico**

Se utilizó la prueba binomial ya que es una técnica estadística utilizada para analizar situaciones en las que hay dos posibles resultados mutuamente excluyentes, como éxito o fracaso, sí o no, a tiempo o tarde. Se emplea cuando queremos evaluar si la proporción observada de un cierto resultado en una muestra difiere de una proporción esperada o teórica.

##### **A. Entregas a tiempo.**

**Hipótesis:** El porcentaje de entregas a tiempo de la empresa Ecoal Chimborazo en la ciudad de Riobamba es del 80%.

##### **Análisis de datos:**

La tabla indica el porcentaje de las entregas que “sí” y que “no” fueron realizadas a tiempo.

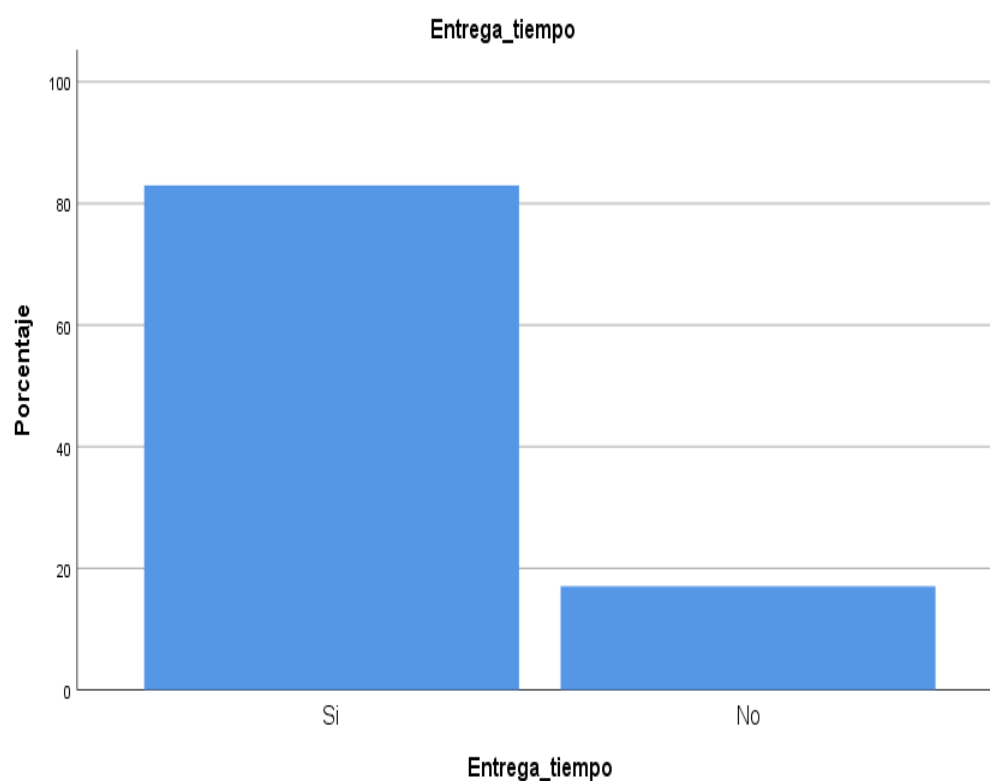
**Tabla 15**

*Entregas a tiempo*

		<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Porcentaje válido</b>	<b>Porcentaje acumulado</b>
Válido	Si	803	83,0	83,0	83,0
	No	165	17,0	17,0	100,0
	Total	968	100,0	100,0	

**Figura 19**

*Entregas a tiempo*



**Planteamiento de la hipótesis:**

**Hipótesis Nula ( $H_0$ ):** El porcentaje de entregas a tiempo es del 80%.

**Hipótesis Alternativa ( $H_1$ ):** El porcentaje de entregas a tiempo es diferente al 80%.

**Nivel de confianza:**

5%

**Sig bilateral:**

La tabla muestra el número total de entregas, así como el valor p de 0,011.

**Tabla 16***Prueba binomial*

	<b>Categoría</b>	<b>N</b>	<b>Prop. observada</b>	<b>Prop. de prueba</b>	<b>Significación exacta (unilateral)</b>
<b>Entrega tiempo Grupo 1</b>	Si	803	,8	,8	,011
<b>Grupo 2</b>	No	165	,2		
<b>Total</b>		968	1,0		

**Interpretación y Análisis:**

Siendo el sig del 0,011 menor al 0,05; se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se acepta la hipótesis alternativa ( $H_1$ ), lo cual quiere decir, que el porcentaje de entregas a tiempo es diferente al 80%.

Se observa que el 83% de las entregas se realiza a tiempo, lo cual indica un nivel adecuado de cumplimiento con los tiempos acordados. Sin embargo, aunque este valor puede considerarse satisfactorio en términos operativos, es importante enfatizar la necesidad de mejorar esta métrica. Aumentar la puntualidad de las entregas en al menos el 90% contribuirá a asegurar la competitividad y confiabilidad de la empresa a largo plazo.

**B. Entregas perfectas.**

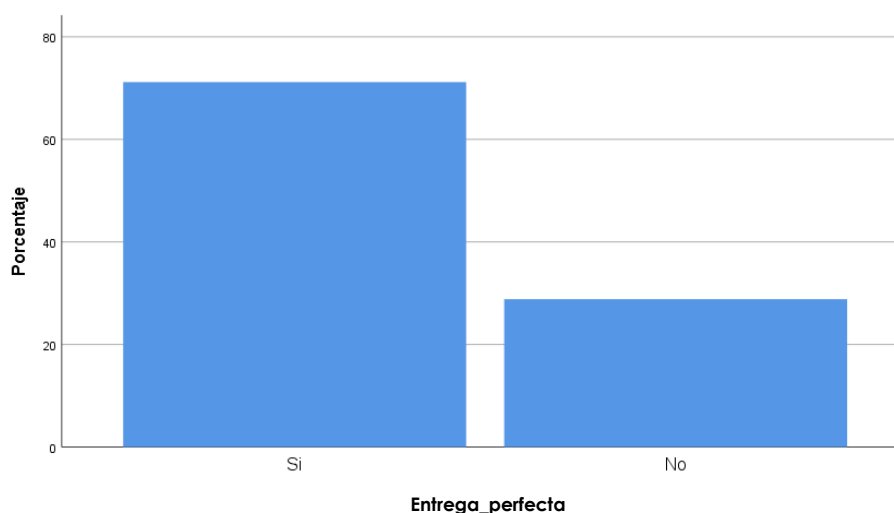
**Hipótesis:** El porcentaje de entregas perfectas de la empresa Ecoal Chimborazo en la ciudad de Riobamba es del 80%.

**Análisis de datos:****Tabla 17***Entregas perfectas*

		<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Porcentaje válido</b>	<b>Porcentaje acumulado</b>
Válido	Si	689	71,2	71,2	71,2
	No	279	28,8	28,8	100,0
	Total	968	100,0	100,0	

**Figura 20**

*Entrega perfecta*



**Planteamiento de la hipótesis:**

**Hipótesis Nula ( $H_0$ ):** El porcentaje de entregas perfectas es del 80%.

**Hipótesis Alterna ( $H_1$ ):** El porcentaje de entregas perfectas es diferente al 80%.

**Nivel de confianza:**

5%

**Sig bilateral:**

La hipótesis alternativa indica que la proporción de casos en el primer grupo  $< ,8$ .

**Tabla 18**

*Prueba binomial entregas perfectas*

		Categoría	N	Prop. observada	Prop. prueba	deSignificación exacta (unilateral)
Entrega perfecta	Grupo 1	Si	689	,7	,8	,000 <sup>a</sup>
	Grupo 2	No	279	,3		
	Total		968	1,0		

**Interpretación y Análisis:**

Siendo el sig menor al 0,05; se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se acepta la hipótesis alternativa ( $H_1$ ), lo cual quiere decir, que el porcentaje de entregas perfectas es diferente al 80%. Un porcentaje del 71.2%, evidencia que las entregas perfectas presentan un déficit de acuerdo con la tabla 1 de criterios de evaluación para indicadores logísticos.

### 4.3. Aplicación de la herramienta de código abierto VRP Spreadsheet Solver para la planificación de rutas óptimas

Los resultados registrados en la hoja de trabajo fueron las diferentes direcciones de los clientes, junto con las respectivas ventanas de tiempo, el peso de los productos y un tiempo de servicio de 5 min, este tiempo fue determinado con base en el análisis de Vermorel (2020), sobre las características del tiempo de entrega de productos.

Una vez completada esta información el programa procesó las ubicaciones y asignó automáticamente las coordenadas de latitud y longitud correspondientes a cada cliente, ya que el programa además de generar la solución propuesta mediante tablas también genera una visualización gráfica de las rutas.

**Figura 21**

*Ubicaciones*

ID de ubicación	Nombre	Habla a	Latitud (y)	Longitud (x)	Inicio de la ventana de tiempo	Fin de la ventana de tiempo	¿Debe ser visitado?	Tiempo de servicio	Importe de la entrega
0	EcoalChimb	Antonio	-1,679105	-78,6317633	04:30	19:00	Lugar de inicio	0:00	0
1	Cliente1	OSWALD	-1,6732765	-78,6482468	07:30	18:00	Debe ser visitado	0:05	7,23
2	Cliente2	ALEJANC	-1,6474370	-78,6638240	07:30	18:00	Debe ser visitado	0:05	5,23
3	Cliente3	DEMETR	-1,6534252	-78,6657216	07:30	18:00	Debe ser visitado	0:05	11,66
4	Cliente4	BARRIO	-1,6626640	-78,6334340	07:30	18:00	Debe ser visitado	0:05	8,71
5	Cliente5	medardc	-1,6732765	-78,6482468	07:30	18:00	Debe ser visitado	0:05	4,6
6	Cliente6	LIZARZA	-1,6506672	-78,6614200	07:30	18:00	Debe ser visitado	0:05	6,96
7	Cliente7	AV 11 DI	-1,6466829	-78,6620197	07:30	18:00	Debe ser visitado	0:05	4,89
8	Cliente8	Emilio cc	-1,6544679	-78,6681154	07:30	18:00	Debe ser visitado	0:05	4,09
9	Cliente9	OSWALD	-1,6732765	-78,6482468	07:30	18:00	Debe ser visitado	0:05	0,93
10	Cliente10	Lizarzab	-1,6732765	-78,6482468	07:30	18:00	Debe ser visitado	0:05	10,04
11	Cliente11	Say ama	-1,6732765	-78,6482468	07:30	18:00	Debe ser visitado	0:05	3,42
12	Cliente12	AV 11 Nc	-1,6563089	-78,6659905	07:30	18:00	Debe ser visitado	0:05	0,17
13	Cliente13	SABOYA	-1,6732765	-78,6482468	07:30	18:00	Debe ser visitado	0:05	42,09
14	Cliente14	LIZARZA	-1,6732765	-78,6482468	07:30	18:00	Debe ser visitado	0:05	5,52
15	Cliente15	LIZARZA	-1,6732765	-78,6482468	07:30	18:00	Debe ser visitado	0:05	2,58
16	Cliente16	PABLO P	-1,6538864	-78,6632194	07:30	18:00	Debe ser visitado	0:05	21,07

El siguiente resultado que arrojó el programa fue las distancias existentes entre los distintos destinos, además de estimar el tiempo de recorrido entre cada uno de ellos. En esta fase, el software analizó las ubicaciones más cercanas para diseñar rutas óptimas que aseguren la entrega a tiempo de los productos a los diferentes clientes.

**Figura 22**

*Distancias obtenidas*

Método:	Distancias de conducción de Bing Maps (km) / Duraciones de conducción de Bing Maps / Camión			
Desde	A	Distancia	Duración	
EcoalChimborazo	EcoalChimborazo	0,00	0:00	
EcoalChimborazo	Cliente1	1,41	0:04	
EcoalChimborazo	Cliente2	4,06	0:12	
EcoalChimborazo	Cliente3	3,44	0:10	
EcoalChimborazo	Cliente4	1,75	0:07	
EcoalChimborazo	Cliente5	1,41	0:04	
EcoalChimborazo	Cliente6	3,74	0:12	
EcoalChimborazo	Cliente7	4,07	0:12	
EcoalChimborazo	Cliente8	3,51	0:11	
EcoalChimborazo	Cliente9	1,41	0:04	
EcoalChimborazo	Cliente10	1,41	0:04	
EcoalChimborazo	Cliente11	1,41	0:04	
EcoalChimborazo	Cliente12	3,36	0:10	
EcoalChimborazo	Cliente13	1,41	0:04	
EcoalChimborazo	Cliente14	1,41	0:04	
EcoalChimborazo	Cliente15	1,41	0:04	

Para la solución generada el programa operó de la siguiente manera:

Para el procesamiento de la información el programa utilizó algoritmos para el análisis de las restricciones y optimización de las rutas. De esta forma calculó las distancias y tiempos de viaje entre los puntos de entrega, asignando a cada vehículo un conjunto específico de entregas para que cumpla con las restricciones establecidas.

Se generó un plan detallado para cada vehículo, especificando:

**Hora de salida:** Momento en que el vehículo inicia su recorrido.

**Hora de finalización:** Hora estimada en que el vehículo completa todas sus entregas.

**Itinerario completo:** Incluye las diferentes paradas que debe realizar el conductor en orden secuencial.

**Tiempo estimado entre paradas:** Considera tanto el tiempo de viaje como el tiempo de servicio en cada punto de entrega.

**Figura 23**

*Solución Vehículo 1*

Vehículo:	VI	Paradas:	105				
Detener la cues	Nombre del lugar	Distancia rec	Tiempo de condu	Hora de lleg	Hora de sa	Tiempo de tra	Carg
0	EcoalChimborazo	0,00	0:00		07:30	0:00	428
1	Cliente31	0,51	0:02	07:32	07:37	0:07	425
2	Cliente176	1,06	0:05	07:40	07:45	0:15	421
3	Cliente132	1,15	0:05	07:45	07:50	0:20	415
4	Cliente175	1,39	0:06	07:51	07:56	0:26	414
5	Cliente175	1,39	0:06	07:56	08:01	0:31	413
6	Cliente174	1,39	0:06	08:01	08:06	0:36	412
7	Cliente172	1,39	0:06	08:06	08:11	0:41	402
8	Cliente164	1,39	0:06	08:11	08:16	0:46	402
9	Cliente139	1,39	0:06	08:16	08:21	0:51	402
10	Cliente133	1,39	0:06	08:21	08:26	0:56	401
11	Cliente133	1,39	0:06	08:26	08:31	1:01	400
12	Cliente131	1,39	0:06	08:31	08:36	1:06	392
13	Cliente125	1,39	0:06	08:36	08:41	1:11	391
14	Cliente121	1,39	0:06	08:41	08:46	1:16	391
15	Cliente118	1,39	0:06	08:46	08:51	1:21	373
16	Cliente118	1,39	0:06	08:51	08:56	1:26	373
17	Cliente117	1,39	0:06	08:56	09:01	1:31	371
18	Cliente112	1,39	0:06	09:01	09:06	1:36	370
19	Cliente108	1,39	0:06	09:06	09:11	1:41	369
20	Cliente107	1,39	0:06	09:11	09:16	1:46	368
21	Cliente104	1,39	0:06	09:16	09:21	1:51	367
22	Cliente103	1,39	0:06	09:21	09:26	1:56	367
23	Cliente100	1,39	0:06	09:26	09:31	2:01	366
24	Cliente99	1,39	0:06	09:31	09:36	2:06	366
25	Cliente98	1,39	0:06	09:36	09:41	2:11	358
26	Cliente98	1,39	0:06	09:41	09:46	2:16	357
27	Cliente96	1,39	0:06	09:46	09:51	2:21	325
28	Cliente96	1,39	0:06	09:51	09:56	2:26	324
29	Cliente81	1,39	0:06	09:56	10:01	2:31	308
30	Cliente81	1,39	0:06	10:01	10:06	2:36	304
31	Cliente80	1,39	0:06	10:06	10:11	2:41	290
32	Cliente77	1,39	0:06	10:11	10:16	2:46	290
33	Cliente76	1,39	0:06	10:16	10:21	2:51	283
34	Cliente74	1,39	0:06	10:21	10:26	2:56	276
35	Cliente73	1,39	0:06	10:26	10:31	3:01	275
36	Cliente71	1,39	0:06	10:31	10:36	3:06	275
37	Cliente66	1,39	0:06	10:36	10:41	3:11	260
38	Cliente62	1,39	0:06	10:41	10:46	3:16	259
39	Cliente61	1,39	0:06	10:46	10:51	3:21	205
40	Cliente59	1,39	0:06	10:51	10:56	3:26	203
41	Cliente57	1,39	0:06	10:56	11:01	3:31	203
42	Cliente54	1,39	0:06	11:01	11:06	3:36	200
43	Cliente53	1,39	0:06	11:06	11:11	3:41	199
44	Cliente51	1,39	0:06	11:11	11:16	3:46	199
45	Cliente49	1,39	0:06	11:16	11:21	3:51	199
46	Cliente48	1,39	0:06	11:21	11:26	3:56	197
47	Cliente46	1,39	0:06	11:26	11:31	4:01	195
48	Cliente45	1,39	0:06	11:31	11:36	4:06	193
49	Cliente44	1,39	0:06	11:36	11:41	4:11	190
50	Cliente43	1,39	0:06	11:41	11:46	4:16	190
51	Cliente40	1,39	0:06	11:46	11:51	4:21	190
52	Cliente39	1,39	0:06	11:51	11:56	4:26	188
53	Cliente38	1,39	0:06	11:56	12:01	4:31	187
54	Cliente37	1,39	0:06	12:01	12:06	4:36	185
55	Cliente36	1,39	0:06	12:06	12:11	4:41	170
56	Cliente34	1,39	0:06	12:11	12:16	4:46	160
57	Cliente33	1,39	0:06	12:16	12:21	4:51	131
58	Cliente32	1,39	0:06	12:21	12:26	4:56	131
59	Cliente30	1,39	0:06	12:26	12:31	5:01	127
60	Cliente26	1,39	0:06	12:31	12:36	5:06	127
61	Cliente25	1,39	0:06	12:36	12:41	5:11	127



62	Cliente24	1,39	0,06	12:41	12:46	5:16	126
63	Cliente21	1,39	0,06	12:46	12:51	5:21	120
64	Cliente20	1,39	0,06	12:51	12:56	5:26	106
65	Cliente17	1,39	0,06	12:56	13:01	5:31	106
66	Cliente15	1,39	0,06	13:01	13:06	5:36	105
67	Cliente14	1,39	0,06	13:06	13:11	5:41	69,7
68	Cliente13	1,39	0,06	13:11	13:16	5:46	68,9
69	Cliente11	1,39	0,06	13:16	13:21	5:51	62,5
70	Cliente10	1,39	0,06	13:21	13:26	5:56	59,5
71	Cliente9	1,39	0,06	13:26	13:31	6:01	58,8
72	Cliente5	1,39	0,06	13:31	13:36	6:06	57,4
73	Cliente1	1,39	0,06	13:36	13:41	6:11	56,7
74	Cliente129	1,77	0,08	13:43	13:48	6:18	56,6
75	Cliente148	2,01	0,09	13:49	13:54	6:24	54,6
76	Cliente120	2,01	0,09	13:54	13:59	6:29	54,3
77	Cliente155	2,12	0,09	13:59	14:04	6:34	53,6
78	Cliente153	2,22	0,09	14:04	14:09	6:39	52,7
79	Cliente152	2,22	0,09	14:09	14:14	6:44	50,7
80	Cliente146	2,35	0,10	14:15	14:20	6:50	49,9
81	Cliente65	2,39	0,10	14:20	14:25	6:55	49,5
82	Cliente166	2,86	0,12	14:27	14:32	7:02	49,3
83	Cliente157	2,98	0,13	14:33	14:38	7:08	49,1
84	Cliente147	3,12	0,14	14:39	14:44	7:14	41
85	Cliente156	3,26	0,15	14:45	14:50	7:20	39,3
86	Cliente138	3,29	0,15	14:50	14:55	7:25	38,3
87	Cliente151	3,31	0,15	14:55	15:00	7:30	38,2
88	Cliente142	3,53	0,16	15:01	15:06	7:36	37,5
89	Cliente135	3,66	0,17	15:07	15:12	7:42	35,6
90	Cliente140	4,04	0,19	15:14	15:19	7:49	35,4
91	Cliente150	4,15	0,20	15:20	15:25	7:55	34,7
92	Cliente145	4,15	0,20	15:25	15:30	8:00	32,8
93	Cliente141	4,21	0,20	15:30	15:35	8:05	31,8
94	Cliente167	4,25	0,20	15:35	15:40	8:10	30,9
95	Cliente177	4,30	0,20	15:40	15:45	8:15	30,2
96	Cliente137	4,30	0,20	15:45	15:50	8:20	29,5
97	Cliente143	4,51	0,21	15:51	15:56	8:26	28,1
98	Cliente136	4,74	0,22	15:57	16:02	8:32	27,6
99	Cliente126	4,74	0,22	16:02	16:07	8:37	27,2
100	Cliente35	4,95	0,23	16:08	16:13	8:43	6,12
101	Cliente26	5,10	0,24	16:14	16:19	8:49	5,95
102	Cliente143	5,69	0,27	16:22	16:27	8:57	5,9
103	Cliente52	5,76	0,27	16:27	16:32	9:02	5,83
104	Cliente41	6,16	0,29	16:34	16:39	9:09	0
105	EcoalChimborazo	7,37	0,34	16:44		9:14	0

Figura 24

Solución Vehículo 2

Vehículo:	Y2	Paradas:	86			
Detener la cu	Nombre del lugar	Distancia rec	Tiempo de condu	Hora de lleg	Hora de sa	Tiempo de tra Car
0	EcoalChimborazo	0,00	0:00	07:30	07:30	0:00 315
1	Cliente130	0,85	0:03	07:33	07:38	0:08 314
2	Cliente56	3,29	0:10	07:45	07:50	0:20 314
3	Cliente159	4,96	0:16	07:56	08:01	0:31 314
4	Cliente158	5,30	0:18	08:03	08:08	0:38 278
5	Cliente89	7,45	0:27	08:17	08:22	0:52 269
6	Cliente4	7,61	0:28	08:23	08:28	0:58 268
7	Cliente42	7,75	0:29	08:29	08:34	1:04 260
8	Cliente184	7,97	0:30	08:35	08:40	1:10 260
9	Cliente178	8,39	0:32	08:42	08:47	1:17 259
10	Cliente161	8,64	0:33	08:48	08:53	1:23 256
11	Cliente173	8,71	0:33	08:53	08:58	1:28 254
12	Cliente183	8,80	0:33	08:58	09:03	1:33 254
13	Cliente183	8,80	0:33	09:03	09:08	1:38 252
14	Cliente109	8,87	0:33	09:08	09:13	1:43 252
15	Cliente165	9,09	0:34	09:14	09:19	1:49 246
16	Cliente116	9,17	0:34	09:19	09:24	1:54 240
17	Cliente111	9,47	0:36	09:26	09:31	2:01 239
18	Cliente110	9,50	0:36	09:31	09:36	2:06 239
19	Cliente16	9,52	0:36	09:36	09:41	2:11 239
20	Cliente18	10,06	0:39	09:44	09:49	2:19 236
21	Cliente6	10,62	0:42	09:52	09:57	2:27 200
22	Cliente2	10,73	0:42	09:57	10:02	2:32 200
23	Cliente7	11,36	0:45	10:05	10:10	2:40 198
24	Cliente19	12,46	0:47	10:12	10:17	2:47 197
25	Cliente23	12,95	0:49	10:19	10:24	2:54 196
26	Cliente3	13,04	0:49	10:24	10:29	2:59 196
27	Cliente27	13,45	0:51	10:31	10:36	3:06 189
28	Cliente12	13,55	0:51	10:36	10:41	3:11 186
29	Cliente8	13,60	0:51	10:41	10:46	3:16 183
30	Cliente168	13,75	0:52	10:47	10:52	3:22 182

31	Cliente102	13,93	0:53	10:53	10:58	3:28	174
32	Cliente94	13,93	0:53	10:58	11:03	3:33	172
33	Cliente114	14,09	0:54	11:04	11:09	3:39	172
34	Cliente122	14,25	0:55	11:10	11:15	3:45	167
35	Cliente92	14,25	0:55	11:15	11:20	3:50	141
36	Cliente101	14,79	0:58	11:23	11:28	3:58	139
37	Cliente86	15,62	1:01	11:31	11:36	4:06	121
38	Cliente72	15,64	1:01	11:36	11:41	4:11	119
39	Cliente70	16,04	1:02	11:42	11:47	4:17	114
40	Cliente67	16,15	1:02	11:47	11:52	4:22	114
41	Cliente106	16,63	1:04	11:54	11:59	4:29	113
42	Cliente63	16,80	1:05	12:00	12:05	4:35	111
43	Cliente29	16,94	1:06	12:06	12:11	4:41	111
44	Cliente68	17,44	1:08	12:13	12:18	4:48	111
45	Cliente64	17,69	1:09	12:19	12:24	4:54	110
46	Cliente47	17,82	1:10	12:25	12:30	5:00	110
47	Cliente50	17,93	1:10	12:30	12:35	5:05	109
48	Cliente55	18,03	1:10	12:35	12:40	5:10	108
49	Cliente91	18,33	1:11	12:41	12:46	5:16	107
50	Cliente75	18,55	1:12	12:47	12:52	5:22	106
51	Cliente105	18,66	1:13	12:53	12:58	5:28	106
52	Cliente97	19,20	1:15	13:00	13:05	5:35	106
53	Cliente83	19,32	1:15	13:05	13:10	5:40	97,2
54	Cliente78	19,74	1:16	13:11	13:16	5:46	97
55	Cliente84	19,75	1:16	13:16	13:21	5:51	94,7
56	Cliente95	19,75	1:16	13:21	13:26	5:56	85,6
57	Cliente79	20,00	1:17	13:27	13:32	6:02	85,1
58	Cliente69	20,20	1:18	13:33	13:38	6:08	64,7
59	Cliente115	20,45	1:20	13:40	13:45	6:15	60,8
60	Cliente113	20,51	1:20	13:45	13:50	6:20	59,9
61	Cliente60	20,51	1:20	13:50	13:55	6:25	59,1
62	Cliente22	20,80	1:22	13:57	14:02	6:32	58,6

63	Cliente123	21,00	1:23	14:03	14:08	6:38	49,5
64	Cliente171	21,32	1:25	14:10	14:15	6:45	48,7
65	Cliente186	21,32	1:25	14:15	14:20	6:50	36,8
66	Cliente162	21,63	1:27	14:22	14:27	6:57	36
67	Cliente188	21,80	1:28	14:28	14:33	7:03	28
68	Cliente179	22,58	1:31	14:36	14:41	7:11	27,6
69	Cliente169	22,89	1:32	14:42	14:47	7:17	24,2
70	Cliente185	23,16	1:33	14:48	14:53	7:23	23,6
71	Cliente163	23,16	1:33	14:53	14:58	7:28	22,9
72	Cliente180	23,33	1:34	14:59	15:04	7:34	21
73	Cliente134	23,52	1:35	15:05	15:10	7:40	19,4
74	Cliente160	23,57	1:35	15:10	15:15	7:45	17,5
75	Cliente119	23,65	1:35	15:15	15:20	7:50	16,2
76	Cliente181	24,07	1:37	15:22	15:27	7:57	16,1
77	Cliente182	24,33	1:38	15:28	15:33	8:03	16
78	Cliente167	24,43	1:39	15:34	15:39	8:09	13,5
79	Cliente170	24,46	1:39	15:39	15:44	8:14	13,4
80	Cliente124	24,60	1:40	15:45	15:50	8:20	12,7
81	Cliente127	25,97	1:47	15:57	16:02	8:32	10,9
82	Cliente126	28,18	1:55	16:10	16:15	8:45	10,4
83	Cliente144	28,73	1:57	16:17	16:22	8:52	10,3
84	Cliente154	30,44	2:06	16:31	16:36	9:06	1,65
85	Cliente58	30,79	2:08	16:38	16:43	9:13	0
86	EcoalChimborazo	31,97	2:12	16:47		9:17	0

### Interpretación y Análisis:

En los resultados obtenidos mediante la aplicación VRP Spreadsheet Solver se observa que el vehículo 1 con 105 paradas podría finalizar su recorrido de entregas a las 16:44, mientras que el vehículo 2 con 86 paradas finalizaría a las 16:47, esto se debe a que el programa asignó al primer vehículo una ruta en donde la distancia entre los puntos de entrega es más cercana en comparación con la ruta asignada al vehículo 2 que están más distantes. Este resultado demuestra que las 189 entregas se pueden realizar con la utilización de dos camiones de la empresa y no necesariamente con los tres camiones que normalmente utilizaron para esas entregas, ya que, los dos camiones pueden recorrer los diferentes puntos y llegar dentro de la hora límite de trabajo, siempre y cuando los conductores respeten el tiempo de servicio en cada parada.

## CAPÍTULO V

### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

En conclusión, a partir de las encuestas realizadas a los trabajadores, se identificó que uno de los factores críticos en la distribución y transporte de la empresa es la falta de una planificación de rutas, lo cual genera retrasos en las entregas. Este hallazgo es clave para comprender el problema planteado y establecer mejoras orientadas a estructurar una planificación que optimice el uso de los recursos y mejore los tiempos de entrega.

Los datos obtenidos de los ruterios permitieron analizar los indicadores de desempeño para determinar la situación actual en el que se encuentra la empresa, además, para evaluar las hipótesis propuestas.

Por otro lado, se desarrolló la propuesta ante el problema planteado de la empresa mediante la aplicación del VRP Spreadsheet Solver, en la simulación demostró su capacidad para calcular distancias y optimizar rutas entre distintos puntos, considerando las especificaciones proporcionadas. Dando como resultados que la empresa en un día de trabajo, con la simulación en el programa permitió cumplir con la totalidad de las entregas dentro del plazo establecido de los 294 pedidos con 2 vehículos y 2 rutas, en el que se visualizó por medio de resultados en texto y gráfico.

#### 5.2. Recomendaciones

Para facilitar el diseño de las rutas, se recomienda asignar una cierta cantidad de entregas diarias a cada conductor, las cuales sean ingresadas en el software VRP Spreadsheet Solver de manera individual, es decir, primero realizar la ruta para el vehículo 1, después la ruta para el vehículo 2 y así sucesivamente. Esta metodología permitirá trazar rutas más entendibles, simplificando el seguimiento para cada conductor.

Para mejorar el plan logístico de distribución y transporte de los productos alimenticios de EcoalChimborazo S.A, es crucial implementar un estricto control y monitoreo de la cadena de frío durante el transporte. Esto garantizará la integridad y seguridad de los productos alimenticios, cumpliendo con los estándares de calidad y normativas sanitarias vigentes. Un manejo efectivo de la cadena de frío no solo protege la calidad del producto, sino que también preserva la confianza del cliente, asegurando que los alimentos lleguen en óptimas condiciones a su destino final.

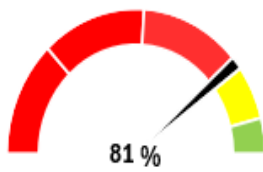
Además, se recomienda utilizar hojas de cálculo para monitorear manualmente los indicadores clave de desempeño (KPIs) en logística y asegurarse de que cada aspecto del servicio, como la puntualidad y la calidad, se cumplan.

**Figura 25**

*Entregas*

Nro de pedidos entregados a tiempo	Entregas a Tiempo		Entregas Completas			Entregas Perfectas		
	Nro de pedidos entregados	% de entregas a tiempo	Nro de pedidos completos	Nro de pedidos entregados	% de entregas conformes	Nro de pedidos entregados completos y en fecha	Nro de pedidos entregados	% OTIF
90	110	82%	85	110	77%	85	110	77%
37	44	84%	39	44	89%	37	44	84%
40	48	83%	40	48	83%	39	48	81%
167	202	83%	164	202	81%	161	202	80%

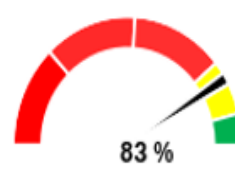
**% de entrega conforme**



**% OTIF (ON TIME IN FULL)**



**% ENTREGAS A TIEMPO**



## REFERENCIAS

- Arpi, A., y López, W. (2023). *Propuesta de planificación de rutas de transporte para la bodega central EL HIERRO, hacia el norte de la ciudad de Cuenca*. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/25602/1/UPS-CT010722.pdf>
- Balderrama, D., Chávez, M., García, J., & Hernández. (2021). *Las Rutas de Transporte*. <https://es.scribd.com/document/525931757/Que-son-las-rutas-de-transporte>
- Cachimuel, D., Monar, R., Garay, V., & Velásquez, P. (2022). Proceso de diseño y planificación de rutas de transporte para mejorar los tiempos de entrega. *Polo del Conocimiento: Revista científico - profesional*, 7(4 (ABRIL 2022)), 12.
- Carvajal, L. F. (2021). Gestión de la cadena de suministro en la comercialización de productos agrícolas en Ecuador. *SUMMA*, 3(2), Article 2. <https://doi.org/10.47666/summa.3.2.38>
- Castillo, S. (2023). *INNOVACIÓN Y EFICIENCIA EN LA CADENA DE SUMINISTRO*. [https://itq.edu.ec/wp-content/uploads/2023/10/2023-09-29\\_logistica\\_4.0\\_innovacion\\_y\\_eficiencia\\_en\\_la\\_cadena\\_de\\_suminstro.pdf](https://itq.edu.ec/wp-content/uploads/2023/10/2023-09-29_logistica_4.0_innovacion_y_eficiencia_en_la_cadena_de_suminstro.pdf)
- Coyle, J., Langley, C., Novack, R., & Gibson, B. (2017). *Administración de la cadena de suministro* (10e ed.). Cengage Learning. [https://www.academia.edu/84552541/Administraci%C3%B3n\\_de\\_la\\_cadena\\_de\\_s](https://www.academia.edu/84552541/Administraci%C3%B3n_de_la_cadena_de_s)
- Cubelli, J. (2023). *Optimización de distribución logística de primera milla para marketplace en retail*. <https://repositorio.uchile.cl/xmlui/bitstream/handle/2250/192896/Optimizacion-de-distribucion-logistica-de-primera-milla-para-Marketplace-en-retail.pdf?sequence=1>
- Delgado, J. (2020). *La logística como actividad empresarial*. <https://webquery.ujmd.edu.sv/siab/bvirtual/Fulltext/ADWD0000527/Capitulo%201.pdf>
- Duque, M., Patiño, E., & López, G. (2019). *Alimenticios Las Caseritas S.A.S*. <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/47779/dasanchezmore.pdf?sequence=3>
- El Telégrafo. (2022). *El Telégrafo—La impuntualidad es un hábito a corregir en los ecuatorianos*. <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/sociedad/6/la-impuntualidad-un-mal-habito-en-los-ecuatorianos>
- Erdoğan, G. (2017). *Solucionador de hojas de cálculo VRP*. <https://people.bath.ac.uk/ge277/vrp-spreadsheet-solver/>
- Fulfillment Hub USA. (2023, noviembre 22). La importancia del transporte en la logística de distribución. *Fulfillment Hub USA*. <https://fulfillmenthubusa.com/la-importancia-del-transporte-en-la-logistica-de-distribucion/>
- García, R. (2020). *GESTIÓN LOGÍSTICA EN LAS INSTITUCIONES UNIVERSITARIAS PÚBLICAS DE LA COSTA ORIENTAL DEL LAGO*. <https://repositorio.cidecuador.org/jspui/handle/123456789/1315>
- Herrera Ramos, D. P. (2022). *Logística en la empresa Casanova de la ciudad de Babahoyo* [bachelorThesis, Babahoyo: UTB-FAFI. 2022]. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/11760>
- Lema Pilamunga, J. A. (2018). *Auditoría financiera a la Empresa Ecoal Chimborazo S.A., de la ciudad de Riobamba, provincia de Chimborazo, periodo 2015* [bachelorThesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/8876>
- Moles, L. (2020). *Diseño y aplicación de un Algoritmo Memético basado en Sistema de Colonias de Hormigas para la resolución del problema VRP en Servicios de Control Metrológico*.

- <https://biblus.us.es/bibing/proyectos/use/abreproy//fichero/71836%252FTFM-1836+MOLES+REVERT%2C+LUIS.pdf>
- Morán, J. (2022). *ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS PARA EL REFORZAMIENTO DE LA ORTOGRAFÍA EN ENTORNOS VIRTUALES CON UN ENFOQUE COMUNICATIVO FUNCIONAL EN ESTUDIANTES DE BÁSICA MEDIA DE LA ESCUELA LICENCIADA MARY FRECIA RODRÍGUEZ ALVARADO DEL CANTÓN SAN JACINTO DE YAGUACHI* [Universidad Estatal de Milagro]. <https://repositorio.unemi.edu.ec/bitstream/123456789/6720/1/Mor%C3%A1n%20Igrero%20Johanna%20Elizabeth%20.pdf>
- Ortiz Buitrago, V., & Pardo López, H. F. (2021). *Importancia y ventajas de los KPI (Key Performance Indicators) en los proyectos: Enfoque de procesos en el sector petrolero*. <https://repository.upb.edu.co/handle/20.500.11912/9609>
- Ozual, J. (2023). *15 KPIs for Logistics Every Logistic Manager Should Measure*. <https://www.datapad.io/blog/kpis-for-logistics>
- Portugal, P. A. C., Álvarez, F. C., Tejedor, M. B. G., & Rodríguez, B. O. (2023). La administración de la cadena de suministro y su importancia en las empresas, como parte de la estrategia en los nuevos modelos de negocios. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(3), Article 3. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v7i3.6709](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i3.6709)
- Quispe, G., y Velasquez, C. (2022). *IMPLEMENTACIÓN DE INDICADORES EN LA GESTIÓN LOGÍSTICA PARA INCREMENTAR LA EFICIENCIA DEL AREA LOGÍSTICA EN UNA EMPRESA ACEITERA, 2021* [Universidad San Ignacio de Loyola]. <https://repositorio.usil.edu.pe/server/api/core/bitstreams/82604c99-3362-402f-a2d4-6ec2da16bed0/content>
- Ruíz Martínez, M. O., Veloza Huertas, S. A., & Fuentes Rojas, E. Á. (2021). Desarrollo de un plan de logística interna para la distribución y almacenamiento de mercancía en la bodega de Technology World Group S.A.S. *Revista Ingeniería, Matemáticas y Ciencias de la Información*, 8(16), 43-53.
- Rule, T. A. (2022). *Drones, Airspace, and the Sharing Economy* (SSRN Scholarly Paper No. 4159741). Social Science Research Network. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4159741>
- Toro Díaz, H. (2017). *Distribución y logística*. Bogotá: AREANDINA. Fundación Universitaria del Área Andina. <https://digitk.areandina.edu.co/handle/areandina/1501>
- Torres, A., Aguilar, J., Santoyo, V., & Martínez, E. (2021). Trayectoria del sistema de innovación del cultivo de girasol en México, 1965-2018. *Historia Agraria Revista de agricultura e historia rural*, 83, 191-224. <https://doi.org/10.26882/histagrar.083e06t>
- Torres, A., Calle, M., & Peralta, K. (2023). *Internacionalización de MIPYMES del Azuay, Plan de adaptación de la empresa Golosinas Dikaty para mercados Internacionales* [bachelorThesis, Universidad del Azuay]. <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/12595>
- Vermorel, J. (2020). *Tiempo de entrega*. LOKAD. <https://www.lokad.com/es/tiempo-de-entrega-lead-time/>
- Viu Roig, M., & Castillo, C. (2022). Evolución de la logística: Pasado, presente y futuro. *Oikonomics*, 17. <https://doi.org/10.7238/o.n17.2204>

## ANEXOS

**Anexo 1.** Encuesta aplicada a los 37 trabajadores de la empresa Ecoal Chimborazo para identificar su proceso de distribución y transporte con el que cuenta.




### Encuesta dirigida a los trabajadores de la empresa EcoalChimborazo S.A.

**Objetivo:** Esta encuesta está diseñada para obtener información detallada sobre los procesos actuales de distribución y transporte en EcoalChimborazo S.A., identificar los problemas y evaluar la viabilidad y posibilidad de la implementación de la herramienta VRP Spreadsheet Solver para la optimización de rutas.

La información obtenida no le compromete ni obliga de ninguna forma a las personas encuestadas, solo se necesita información con fines académicos.

<b>Indique su grado de acuerdo frente a las siguientes afirmaciones:</b> <small>(1 = No válido; 2 = Debe mejorarse; 3 = Válido)</small>	Grado de acuerdo		
	1	2	3
<b>ADECUACIÓN</b> (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a encuestar):			
<b>1. ¿Qué tan eficiente considera el proceso actual de distribución y transporte de la empresa?</b> Ineficiente ___ Poco eficiente ___ Eficiente ___ Muy eficiente ___			✓
• <b>2. ¿Considera que la empresa cuenta con los recursos necesarios (vehículos, personal, tecnología) para una distribución eficiente?</b> Si ___ No ___			✓
• <b>3. ¿En el proceso actual de distribución y transporte cuales son los principales problemas que usted identifica?</b> Demora en las entregas ___ Rutas ineficientes ___ Problemas de comunicación ___ Falta de coordinación ___ Falta de control de la cadena de frío en el transporte ___ Otros (Especifique): _____			/
• <b>4. ¿Cómo calificaría la capacitación del personal respecto a la gestión logística?</b> Excelente ___ Buena ___ Regular ___ Deficiente ___ No existe ___			✓
• <b>5. ¿Cuentan con rutas planificadas (ruteo) para la entrega de los productos?</b> Si ___ No ___ Parcialmente (Explique): _____			✓
• <b>6. ¿Con que frecuencia se actualizan las rutas de distribución?</b> Semanal ___ Mensual ___			✓



Trimestral ___			
Anual ___			
Nunca ___			
<ul style="list-style-type: none"> <li>7. ¿Qué criterios consideran actualmente para planificar las rutas de entrega?            Distancia ___            Tiempo ___            Tráfico ___            Prioridad del cliente ___            Otros (especifique): _____</li> </ul>			✓
<ul style="list-style-type: none"> <li>8. ¿Cuáles son los factores críticos que afectan la eficiencia de las rutas actuales?            Mantenimiento de vehículos ___            Conocimiento de las rutas por parte de los conductores ___            Coordinación entre departamentos ___            Otros (especifique): _____</li> </ul>			✓
<ul style="list-style-type: none"> <li>9. ¿Considera que la implementación de nuevas tecnologías podría mejorar la eficiencia logística?            Si ___            No ___            No estoy seguro ___</li> </ul>			✓
<ul style="list-style-type: none"> <li>10. ¿Utiliza alguna herramienta o software para la planificación de rutas?            Sí (especifique cuál): _____            No ___</li> </ul>			✓
<ul style="list-style-type: none"> <li>11. ¿Qué actividades específicas sugeriría para mejorar el proceso de distribución y transporte?            _____            _____</li> </ul>			✓
No válido		Debe mejorarse	Válido
<b>DATOS DEL EXPERTO EVALUADOR</b>			
NOMBRE:	Edmundo Cabezas		FIRMA
CÉDULA:	010219465-6		
FECHA:	18/ Julio / 2024		

**Anexo 2. Escala de respuestas.**

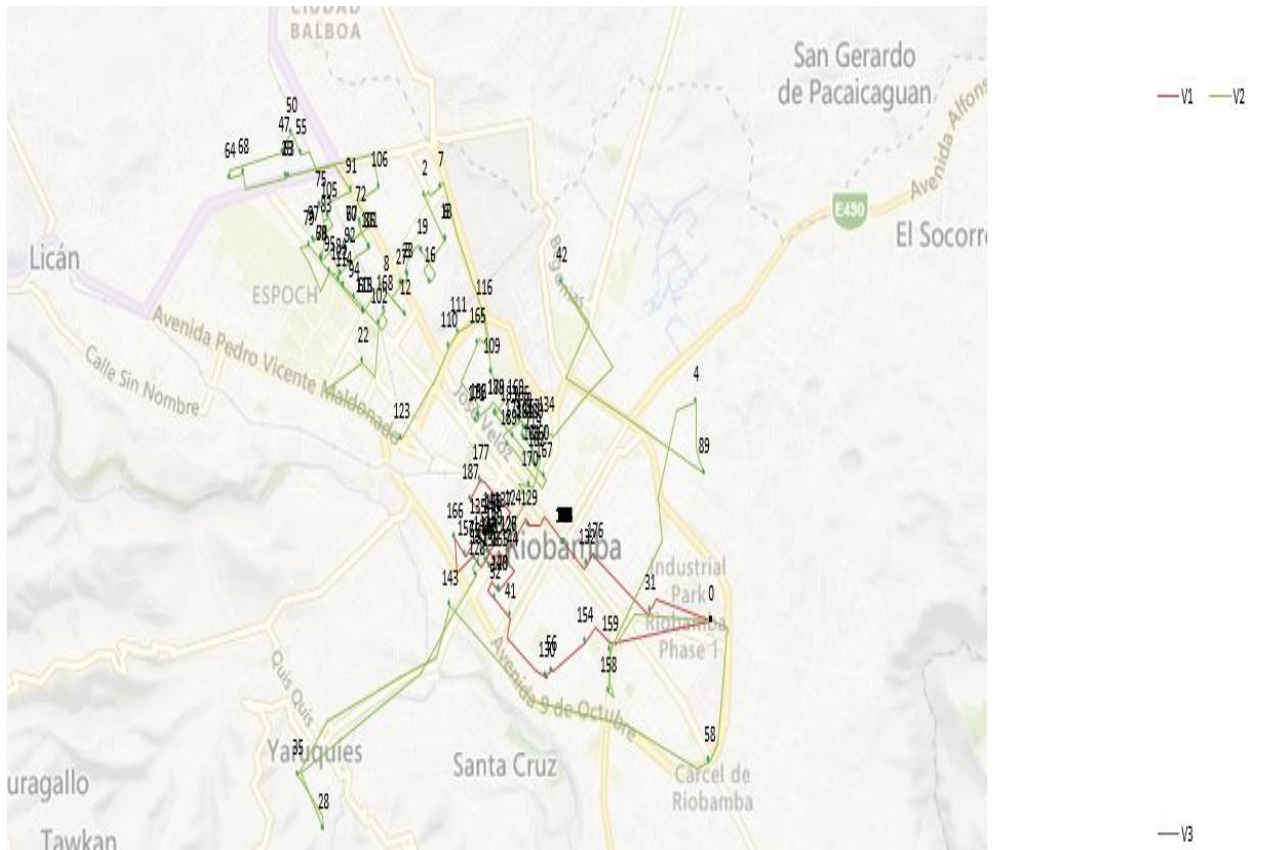
Codificación	Escala de respuestas									
	Pregunta 1	Pregunta 2	Pregunta 3	Pregunta 4	Pregunta 5	Pregunta 6	Pregunta 7	Pregunta 8	Pregunta 9	Pregunta 10
1	Ineficiente	SI	Demora en las entregas	Excelente	Si	Semanal	Distancia	Condiciones de tráfico	Si	SI
2	Poco eficiente	NO	Rutas ineficientes	Buena	No	Mensual	Tiempo	Mantenimiento de vehículos	No	NO
3	Eficiente	Parcialmente	Problemas de comunicación	Regular	Parcialmente	Trimestral	Tráfico	Conocimiento de las rutas por parte de los conductores	No estoy seguro	
4	Muy eficiente		Falta de coordinación	Deficiente		Anual	Prioridad del cliente	Coordinación entre departamentos		
5			Falta de control de la cadena de frío en el transporte	No existe		Nunca	Otros	Otros		
6			Otros							



**Anexo 3.** Fases de la simulación en software

<b>N°</b>	<b>Fase</b>	<b>Parámetro</b>
1	VRP Solver Console	Configuración del interfaz
2	Ubicaciones	ID de ubicación Cliente Dirección Coordenadas: Latitud (y) -Latitud (x) Ventana de tiempo Tiempo de servicio
3	Distancias	Clientes Distancias de conducción de BING MAPS Duración
4	Vehículos	Depósito inicial Tipo de vehículo Capacidad Límite de tiempo de conducción Hora de inicio del trabajo Limite de tiempo de trabajo Número de vehículos
4.1	Compatibilidad de vehículos	Ubicación Cliente Compatibilidad
5	Solución	Vehículo ID (Código del cliente) Cliente Distancia recorrida Tiempo de conducción Hora de entrada y salida Cantidad de paradas
6	Visualización	Routing (Mapeo de rutas)

**Anexo 4.** Visualización de las rutas propuestas



**Anexo 5.** Empresa Ecoal Chimborazo S.A.



## **Anexo 6.** Encuesta de Satisfacción del Cliente

---

**Objetivo:** Obtener opiniones de los clientes sobre la percepción que tienen acerca de la puntualidad y calidad de las entregas que brinda la empresa Ecoal Chimborazo, con el fin de recopilar información adicional que aporte al análisis del servicio de distribución y transporte.

**Instrucción:** Por favor, responda cada pregunta con un “SI”, “NO” o “A VECES” según su experiencia con el servicio de distribución que ofrece Ecoal Chimborazo.

---

- 1. ¿La entrega de los productos se han realizado según lo acordado?**
    - Sí
    - No
    - A veces
  - 2. ¿El estado de los productos entregados ha sido siempre adecuado (sin daños ni defectos)?**
    - Sí
    - No
    - A veces
  - 3. ¿Ha recibido su pedido completo en cada entrega realizada?**
    - Sí
    - No
    - A veces
  - 4. ¿La empresa le ha informado en caso de retrasos o problemas con la entrega?**
    - Sí
    - No
    - A veces
  - 5. ¿Está satisfecho con la frecuencia de las entregas de los productos?**
    - Sí
    - No
    - A veces
  - 6. ¿Recomendaría el servicio de distribución de Ecoal Chimborazo a otras personas?**
    - Sí
    - No
    - A veces
-