



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TEMA:**

“DISEÑO DE UN MODELO DE TRANSPORTE PARA LA MINIMIZACIÓN  
DE COSTOS DE DISTRIBUCIÓN DE LA EMPRESA LOS CHIFLADITOS,  
PROVINCIA DE SANTA ELENA, ECUADOR”

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

**AUTOR:**

PASTORIZA BELTRÁN NATHALY DENISSE

**TUTOR:**

Ing. HERRERA BRUNETT GERARDO ANTONIO, PhD

**LA LIBERTAD-ECUADOR**

**2023**



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TEMA:**

**“DISEÑO DE UN MODELO DE TRANSPORTE PARA LA  
MINIMIZACIÓN DE COSTOS DE DISTRIBUCIÓN DE LA EMPRESA  
LOS CHIFLADITOS, PROVINCIA DE SANTA ELENA, ECUADOR”**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR  
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO  
INDUSTRIAL**

**AUTOR:**

**PASTORIZA BELTRAN NATHALY DENISSE**

**TUTOR:**

**Ing. HERRERA BRUNETT GERARDO ANTONIO, PhD**


**LA LIBERTAD, ECUADOR**

**2023**

# CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación fue realizado en su totalidad por **PASTORIZA BELTRÁN NATHALY DENISSE**, como requerimiento para la obtención del título de **INGENIERO INDUSTRIAL**.

## TUTOR

f.  \_\_\_\_\_

**Ing. Herrera Brunett Gerardo Antonio, PhD.**

## DIRECTOR DE LA CARRERA

f.  \_\_\_\_\_

**Ing. Reyes Soriano Franklin Enrique, MSc.**

La Libertad, a los 22 días del mes de febrero del año 2023

## **APROBACIÓN DE TUTOR**

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación, modalidad Proyecto de Investigación “DISEÑO DE UN MODELO DE TRANSPORTE PARA LA MINIMIZACIÓN DE COSTOS DE DISTRIBUCIÓN DE LA EMPRESA LOS CHIFLADITOS, PROVINCIA DE SANTA ELENA, ECUADOR”, elaborado por la Srta. PASTORIZA BELTRÁN NATHALY DENISSE, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial, Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial, me permito declarar que luego de haberla dirigido, estudiado y revisado, la apruebo en su totalidad.

**TUTOR**

f. \_\_\_\_\_



**Ing. Herrera Brunett Gerardo Antonio, PhD.**

La Libertad a los 22 días del mes de febrero del año 2023

# DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Pastoriza Beltrán Nathaly Denisse**

## DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación, **Diseño de un modelo de transporte para la minimización de costos de distribución de la empresa los Chifladitos, provincia de Santa Elena, Ecuador** previo a la obtención del título de **Ingeniero Industrial**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi/nuestra total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizamos del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

La Libertad, a los 22 días del mes de febrero del año 2023

## AUTOR

f.



---

**Pastoriza Beltrán Nathaly Denisse**

# AUTORIZACIÓN

Yo, **Pastoriza Beltrán Nathaly Denisse**

Autorizo a la Universidad Península de Santa Elena la publicación en la biblioteca de la Institución del Trabajo de Titulación, **Diseño de un modelo de transporte para la minimización de costos de distribución de la empresa los Chifladitos, provincia de Santa Elena, Ecuador**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

La Libertad, a los 22 días del mes de febrero del año 2023

**AUTOR**

f.

A handwritten signature in blue ink that reads "Nathaly B". The signature is written over a horizontal line.

**Pastoriza Beltrán Nathaly Denisse**

# CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO

La Libertad, 24 de febrero del 2023

En calidad de tutor del trabajo de investigación por titulación denominado "**DISEÑO DE UN MODELO DE TRANSPORTE PARA LA MINIMIZACIÓN DE COSTOS DE DISTRIBUCIÓN DE LA EMPRESA LOS CHIFLADITOS, PROVINCIA DE SANTA ELENA, ECUADOR**", elaborado por **PASTORIZA BELTRÁN NATHALY DENISSE**, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial. Facultad de Ciencias de la ingeniería perteneciente a la Universidad Estatal Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial, me permito declarar que una vez analizado en el sistema antiplagio COMPILATIO, luego de haber cumplido los requerimientos exigidos de valoración, el presente trabajo de titulación se encuentra con el 1% de la valoración permitida, por consiguiente, se procede a emitir el presente informe.

Adjunto reporte de similitud

Atentamente,

**TUTOR**

f. \_\_\_\_\_



**Ing. Herrera Brunett Gerardo Antonio, PhD.**

**Cédula: 090925426-0**

## Reporte URKUND.



# Documento. Analisis urkund

**1%** Similitudes  
< 1% Texto entre comillas  
0% similitudes entre comillas  
< 1% Idioma no reconocido

Nombre del documento: Documento. Analisis urkund.docx  
ID del documento: d36aec65fde18daebab91204cf3862af1df573fa  
Tamaño del documento original: 7,32 Mo

Depositante: GERARDO ANTONIO HERRERA BRUNETT  
Fecha de depósito: 24/2/2023  
Tipo de carga: interface  
fecha de fin de análisis: 24/2/2023

Número de palabras: 18.779  
Número de caracteres: 124.642

Ubicación de las similitudes en el documento:



### Fuentes principales detectadas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	 Documento de otro usuario #68731d El documento proviene de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas : < 1% (21 palabras)
2	 <a href="https://www.cienciadigital.org">www.cienciadigital.org</a> <a href="https://www.cienciadigital.org/revistacienciadigital2/index.php/VisionarioDigital/article/download/394/...">https://www.cienciadigital.org/revistacienciadigital2/index.php/VisionarioDigital/article/download/394/...</a>	< 1%		Palabras idénticas : < 1% (42 palabras)



# CERTIFICADO DE GRAMATOLOGÍA

Salinas, 23 de febrero de 2022

Yo, MUÑOZ VERA NANCY TERESA, MAESTRA EN ADMINISTRACIÓN DE LA EDUCACIÓN, con registro de la SENESCYT No.6043147062, mediante el presente certifico la realización de revisión y corrección de la concordancia, sintaxis y ortografía del contenido del presente trabajo de integración curricular:

**“DISEÑO DE UN MODELO DE TRANSPORTE PARA LA MINIMIZACIÓN DE COSTOS DE DISTRIBUCIÓN DE LA EMPRESA LOS CHIFLADITOS, PROVINCIA DE SANTA ELENA, ECUADOR”**. Elaborado por PASTORIZA BELTRÁN NATHALY DENISSE con C.I.: 2450530783, previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Bajo lo antes mencionado, autorizo a la interesada hacer uso del presente como estime necesario a los veintitrés días del mes de agosto del dos mil veintitrés.

Sin otro particular.

Atentamente,

f. 

**Muñoz Vera Nancy Teresa**

**C.I. 0907260897**

**Correo: teremunoz\_123@hotmail.com**

## **AGRADECIMIENTOS**

Mi agradecimiento se dirige a quien ha conduce mi camino, Dios, por la fortaleza, salud y esperanza para la culminación de esta investigación.

A mis padres Carlos y Jenny por el amor, trabajo y esfuerzo que aportaron en mi formación profesional.

A mis hermanos Jhonn y Ginger por el direccionamiento y confianza que aportaron siempre en mí.

A mis docentes por las enseñanzas y ser guía hacer un mejor profesional.

*Nathaly Pastoriza Beltrán*

## **DEDICATORIA**

Por siempre aportar amor y confianza, por forjar mi camino hacia el bien, este trabajo se lo dedico a mi madre, porque a lo largo de la vida ha velado por mi bienestar y educación, siendo mi apoyo incondicional.

*Nathaly Pastoriza Beltrán*

# TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f.  \_\_\_\_\_


**Ing. Franklin Enrique Reyes Soriano, MSc.**

DIRECTOR DE LA CARRERA

f.  \_\_\_\_\_

**Ing. Salvatierra Barzola Miguel Antonio, MSc.**

DOCENTE ESPECIALISTA

f.  \_\_\_\_\_

**Ing. Gerardo Antonio Herrera Brunett, PhD.**

TUTOR

f.  \_\_\_\_\_

**Ing. Juan Carlos Muyulema Allaica, MEng.**

DOCENTE TUTOR

# ÍNDICE GENERAL

PORTADA.....	i
CERTIFICACIÓN .....	iii
APROBACIÓN DE TUTOR.....	iv
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD .....	v
AUTORIZACIÓN .....	vi
CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO .....	vii
CERTIFICADO DE GRAMATOLOGÍA .....	ix
AGRADECIMIENTOS .....	x
DEDICATORIA .....	xi
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN .....	xii
ÍNDICE GENERAL .....	xiii
ÍNDICE DE TABLAS .....	xvi
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xviii
ÍNDICE DE GRÁFICO .....	xix
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xix
LISTA DE ABREVIATURAS Y TABLA DE SÍMBOLOS .....	xx
RESUMEN.....	xxii
ABSTRACT .....	xxiii
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I .....	8
MARCO TEÓRICO .....	8

1.1.	Antecedentes investigativos .....	8
1.2.	Estado del arte.....	9
1.2.1.	Variable independiente: Modelos de transporte .....	18
1.2.2.	Variable dependiente: minimización de costos .....	27
1.2.2.1.	Costo de distribución en el sector manufacturero de Ecuador .....	30
1.2.2.2.	Costos de distribución en la industria de alimentos .....	32
1.3.	Fundamentos teóricos.....	34
1.4.	Recapitulación del capítulo I.....	34
<b>CAPÍTULO II .....</b>		<b>36</b>
<b>MARCO METODOLÓGICO .....</b>		<b>36</b>
2.1.	Marco metodológico.....	36
2.1.1.	Definición de modelo de redes de distribución .....	36
2.1.2.	Metodología de redes de distribución .....	37
2.1.1.1.	Modelo de transporte y su variación modelo de transbordo.....	39
2.1.1.2.	Aspectos estratégicos.....	42
2.1.3.	Enfoque de investigación.....	42
2.1.4.	Diseño de investigación .....	43
2.1.5.	Método de recopilación de información.....	43
2.1.6.	Técnica de recopilación de información .....	45
2.1.7.	Instrumento de recopilación de información .....	46
2.1.8.	Variables del estudio.....	47
2.1.9.	Operacionalización de las variables (modelo de transporte-costos de distribución) 47	
2.1.10.	Proceso de recopilación de información .....	48
2.2.	Recapitulación del capítulo II.....	49
<b>CAPÍTULO III.....</b>		<b>50</b>
<b>MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>		<b>50</b>
3.1.	Marco de resultados .....	50
3.1.1.	Resultados de la entrevista.....	50
3.1.2.	Resultado del censo .....	51
3.1.2.1.	Procedimiento de evaluación y validez de instrumento.....	51
3.1.2.2.	Análisis de resultados de censo .....	52

3.2.	Diagnostico actual del sistema de distribucion.....	66
3.2.1.	Descripción del sistema de distribución.....	66
3.2.2.	Análisis de ruta actual de la empresa.....	67
3.3.	Diseño de un sistema de distribución.....	72
3.3.1.	Formulación matemática .....	76
3.4.	Implementacion de red de distribución logística .....	79
3.5.	Análisis de recursos .....	84
3.6.	Marco de discusión .....	86
<b>CONCLUSIONES .....</b>		<b>88</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>		<b>89</b>
<b>REFERENCIAS (o BIBLIOGRAFÍA).....</b>		<b>90</b>
<b>ANEXOS.....</b>		<b>96</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Artículos para el análisis bibliométrico .....	11
<b>Tabla 2.</b> Productividad de artículos por revista .....	14
<b>Tabla 3.</b> Productividad de artículos por idiomática.....	15
<b>Tabla 4.</b> Productividad de artículos por año .....	16
<b>Tabla 5.</b> Productividad de artículo por país .....	16
<b>Tabla 6.</b> Ventas totales del sector manufacturero 2020-2021 .....	31
<b>Tabla 7.</b> Aproximación de los costos de transporte en el sector manufacturero .....	31
<b>Tabla 8.</b> Variación relativa de las ventas de los subsectores de la industria manufacturera .	32
<b>Tabla 9.</b> Censo al personal de áreas.....	45
<b>Tabla 10.</b> Operacionalización de variables .....	47
<b>Tabla 11.</b> Plan de análisis de resultados .....	48
<b>Tabla 12.</b> <i>Valoración de revisión por expertos</i> .....	51
<b>Tabla 13.</b> Análisis de frecuencia de las ronda de validación de instrumento .....	52
<b>Tabla 14.</b> Sistema de distribución optima.....	52
<b>Tabla 15.</b> Mejora de distribución mediante un modelo de transporte .....	53
<b>Tabla 16.</b> Tipo de transporte del snack .....	54
<b>Tabla 17.</b> Cantidad de vehículo de la empresa .....	55
<b>Tabla 18.</b> Frecuencia de salida de vehiculos .....	56
<b>Tabla 19.</b> Capacidad del vehículo .....	57
<b>Tabla 20.</b> Costo de transporte desde la planta a puntos de distribución .....	58
<b>Tabla 21.</b> Costo desde los puntos de distribución a clientes .....	59
<b>Tabla 22.</b> Precio de la unidad de snack .....	60
<b>Tabla 23.</b> Cantidad de producto que se vende en la provincia .....	61
<b>Tabla 24.</b> Necesita la empresa reducir los costos de distribución.....	62
<b>Tabla 25.</b> Rango de fiabilidad.....	63
<b>Tabla 26.</b> Procesamiento de casos.....	64
<b>Tabla 27.</b> Evaluación estadística método alfa de Cronbach .....	64
<b>Tabla 28.</b> Tabla de correlación de variables.....	66
<b>Tabla 29.</b> Distancia de los diferentes nodos.....	69
<b>Tabla 30.</b> Descripción de vehículo .....	70
<b>Tabla 31.</b> Consumo diario de combustible en dólares .....	71



<b>Tabla 32.</b> Costos extras en el sistema de distribución .....	71
<b>Tabla 33.</b> Puntos distribucion y de ventas de la empresa Chifladitos.....	72
<b>Tabla 34.</b> Costo unitario de transporte, entre origen-transbordo .....	75
<b>Tabla 35.</b> Costo unitario de transporte, entre transbordo-destino.....	75
<b>Tabla 36.</b> Cantidad ideal de unidades de snack a enviar del nodo origen-transbordo.....	81
<b>Tabla 37.</b> Cantidad y costo ideal de unidades de snack a enviar del nodo transbordo-destino .....	82
<b>Tabla 38.</b> Rubro de implementación de la investigación .....	84
<b>Tabla 39.</b> ROI .....	85

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Diagrama de flujo sobre la problemática de investigación .....	4
<b>Figura 2.</b> VOSviewer mapa de coautoría .....	13
<b>Figura 3.</b> Representación gráfica del modelo de transbordo.....	20
<b>Figura 4.</b> Representación gráfica de centros de consolidación .....	27
<b>Figura 5.</b> Procedimiento metodológico .....	36
<b>Figura 6.</b> Metodología de redes de distribución .....	37
<b>Figura 7.</b> Representación del modelo de transporte .....	39
<b>Figura 8.</b> Modelo de problema transporte con transbordo.....	40
<b>Figura 9.</b> Plan de recolección de datos.....	44
<b>Figura 10.</b> Fases de sistematización del procedimiento de realización del método Delphi ..	45
<b>Figura 11.</b> Sistema de distribución óptimo .....	53
<b>Figura 12.</b> Mejora de distribución mediante un modelo de transporte .....	54
<b>Figura 13.</b> Tipo de transporte del snack .....	55
<b>Figura 14.</b> Cantidad de vehículos de la empresa .....	55
<b>Figura 15.</b> Frecuencia de salida de vehículos.....	56
<b>Figura 16.</b> Capacidad del vehículo .....	57
<b>Figura 17.</b> Costo de transporte desde planta a puntos de distribución.....	58
<b>Figura 18.</b> Costo de distribución desde los puntos de distribución a clientes.....	60
<b>Figura 19.</b> Precio de la unidad de snack.....	60
<b>Figura 20.</b> Cantidad de producto que se vende en la provincia.....	61
<b>Figura 21.</b> Necesita la empresa reducir los costos de distribución .....	62
<b>Figura 22.</b> Ruta de los puntos destinos - Santa Elena.....	67
<b>Figura 23.</b> Ruta de los puntos destinos - La Libertad.....	68
<b>Figura 24.</b> Ruta de los puntos destinos Salinas .....	69
<b>Figura 25.</b> Esquema de redes de distribución con transbordo.....	73
<b>Figura 26.</b> Programa tecnológico lingo 20.0.....	79
<b>Figura 27.</b> Evaluación de variables (oferta, capacidad y demanda) .....	80
<b>Figura 28.</b> Evaluación de variable (costos y cantidad de unidades a enviar) .....	80
<b>Figura 29.</b> Esquema de redes de distribución propuesto .....	82
<b>Figura 30.</b> Tabla de costo mínimo del sistema de distribución .....	84

## ÍNDICE DE GRÁFICO

<b>Gráfico 1.</b> Tabla de dispersión de productividad por año .....	16
<b>Gráfico 2.</b> Productividad de artículos por país .....	17

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Cuestionario de entrevista .....	96
<b>Anexo 2.</b> Cuestionario de censo .....	97
<b>Anexo 3.</b> Solicitud de apertura de realizar investigación en la empresa .....	99
<b>Anexo 4.</b> Datos tabulación SPSS 25 .....	100
<b>Anexo 5.</b> Producto.....	101
<b>Anexo 6.</b> Entrevista y censo a trabajadores .....	102
<b>Anexo 7.</b> Planta de procesamiento de snack de chifles .....	102
<b>Anexo 8.</b> Sucursales de la empresa Chifladitos .....	103
<b>Anexo 9.</b> Proceso productivo .....	103

## **LISTA DE ABREVIATURAS Y TABLA DE SÍMBOLOS**

Se deberá elaborar una lista en la que aparecen las abreviaturas en orden alfabético y luego el significado. También se deberá elaborar una lista con los símbolos, indicando su significado y las unidades de medición.

Anfab. - Asociación Nacional de Fabricantes de alimentos y Bebidas

BCE. - Banco Central del Ecuador

CHVRP. - Problemática de ruteo capacitado con flota heterogénea

DPL. -Modelo de diseño de red determinístico

INEC. - Instituto Nacional de Estadística y Censos

MLP. - Modelo Matemático Determinístico

MLP. - Modelo de programación lineal entero mixto

ONU. - Organización de las Naciones Unidas

PIB. - Producto interno bruto

RS. - Revisión sistema

## **Formulaciones**

*m: cantidad de orígenes*

*n: cantidad de destinos*

*$C_{ij}$ : costo de transporte por unidad de producto desde el origen  $i$  a destino  $j$*

*$X_{ij}$ : cantidad de unidades a enviar desde el origen  $i$  a destino  $j$*

*$S_i$ : oferta del origen  $i$*

*$d_j$ : demanda del destino  $j$*

# “DISEÑO DE UN MODELO DE TRANSPORTE PARA LA MINIMIZACIÓN DE COSTOS DE DISTRIBUCIÓN DE LA EMPRESA LOS CHIFLADITOS, PROVINCIA DE SANTA ELENA, ECUADOR”

**Autor:** Pastoriza Beltrán Nathaly Denisse

**Tutor:** Herrera Brunett Gerardo Antonio

## RESUMEN

Los modelos de transporte en el sistema de distribución tienen la utilidad principal de gestionar las óptimas rutas para la reducción de costos. Mediante este sistema de planeación logística las diferentes áreas económicas en las organizaciones pueden ofrecer un producto en cantidades y tiempos adecuados, abasteciendo al cliente en perfectas condiciones. El objetivo de la investigación es modelar mediante métodos de transporte con planificación de transbordo y exponer su aplicabilidad debido a la incidencia en la minimización de costos de distribución para la empresa Chifladitos ubicada en la provincia de Santa Elena, Ecuador. La metodología de investigación de tipo descriptiva y correlacional con enfoque cuantitativo ayudó al cumplimiento de los objetivos propuestos. Como técnicas de recolección de datos en la investigación se utilizó la entrevista y censo dirigidas al gerente y los empleados de la empresa de snack, este instrumento ayudó a identificar las variables y restricciones para el modelamiento matemático. Los resultados analizados mediante la utilización del software Lingo 20.0 demostraron que los costos de distribución disminuyen y la gestión de entrega es óptima. Concluyendo que el modelado para su perfecta ejecución y para cumplir con la satisfacción del cliente debe ser modificado de acuerdo a las condiciones reales que la empresa maneja.

**Palabras Claves:** (*método de transporte; minimización de costos; logística; transbordo; sistema de distribución*)

“DESIGN OF A TRANSPORTATION MODEL FOR THE MINIMIZATION OF DISTRIBUTION COSTS OF THE COMPANY THE CHIFLADITOS, PROVINCE OF SANTA ELENA, ECUADOR.”

**Author:** Pastoriza Beltrán Nathaly Denisse

**Tutor:** Herrera Brunett Gerardo Antonio

## **ABSTRACT**

*Transportation models in the distribution system have the main utility of managing the optimal routes for cost reduction. By means of this logistic planning system, the different economic areas in the organizations can offer a product in adequate quantities and times, supplying the customer in perfect conditions. The objective of the research is to model by means of transportation methods with transshipment planning and to expose its applicability due to the incidence in the minimization of distribution costs for the company Chifladitos located in the province of Santa Elena, Ecuador. The descriptive and correlational research methodology with a quantitative approach helped to achieve the proposed objectives. As data collection techniques in the research, the interview and census directed to the manager and employees of the snack company were used, this instrument helped to identify the variables and restrictions for the mathematical modeling. The results analyzed through the use of Lingo 20.0 software showed that distribution costs decrease and delivery management is optimal. Concluding that the modeling for its perfect execution and to meet customer satisfaction must be modified according to the real conditions that the company manages.*

***Keywords: (transportation method; cost minimization; logistics; transshipment; distribution system)***

# INTRODUCCIÓN

Los modelos de transporte a nivel global tienen la utilidad principal de monitorear eficientemente los costos de entrega, dentro de ella ha escoger la ruta más adecuada desde la localización actual hasta el punto final donde se generó la demanda. El sistema de distribución dentro de las compañías tiene gran relevancia debido que de éste depende el aumento de ventas, reducción de inventario y la satisfacción del cliente. (Cárdenas-Escobar et al., 2021). La actividad de transporte en la logística es definida una función clave para el desempeño competitivo de las empresas, ya que representa alrededor del 50% de los costos logísticos de las mismas. A nivel mundial la logística no es una simple actividad de apoyo, está ha convertido que las organizaciones busquen lograr grandes niveles de competitividad y posicionamiento en la economía internacional (Zapata-Cortes et al., 2020). La aplicación de un modelo de transporte caso especial del método de Programación Lineal, es una herramienta que busca calcular el costo mínimo, particularmente utilizado por organizaciones empresariales (Flores-Tapia & Flores-Cevallos, 2021). Bajo este contexto, el modelo de transporte se presentó en 1947 por T.C. Koopmans mediante su obra “Optimum utilization of the transportation system”. Sin embargo, William R. Vogel aportó modelos de solución y optimización para el problema de transporte (Girón-G et al., 2021).

En América Latina los modelados de transporte en el sistema de distribución es un reglón reconocido esencial en las actividades económicas mediante las diferentes aplicaciones en las áreas como: transporte de materiales, salud, banca, sector público, servicios, industrias, educación, defensa, transporte, entre otros (Montes-Orozco et al., 2020).

En Ecuador, el sistema de transporte representa un porcentaje significativo de Producto Interno Bruto del país, convirtiéndose en un sector imprescindible de la matriz productiva, donde garantiza la importancia de eficiencia de la actividad de distribución de mercancías para mejorar el rango competitivo del mercado internacional (Flores-Torres, Flores-Torres, & Romero-Fernández, 2019).

El sector manufacturero a su vez juega un papel importante en la aportación, pues tiene como base la fabricación, procesamiento y transformación del producto primario en productos finales para otras industrias o el cliente. Este tipo de sector tiene el segundo rubro más importante de la economía al generar gran cantidad de ventas convirtiendo en un pilar fundamental al proporcionar grandes puestos de empleo, valor añadido y crecimiento



económico (Ruiz-Guajala et al., 2022). De acuerdo a la ONU, el sector manufacturero a nivel mundial ha ido decreciendo, incluso antes de la crisis sanitaria del Covid-19, provocando alteraciones en la cadena de valor y suministro. Feraud & Ponce, (2020) detalla que existen gran impacto en las exportaciones e importaciones a nivel mundial en la industria manufacturera provocando que la mayoría de los países tengan menos participación que años posteriores, en gran parte de ellos debido al cambio de aranceles aduaneros.

Dentro del sector manufacturero la industria alimentaria abarca el conjunto de actividades industriales dirigidas a la transformación, conservación y envasado de productos de origen vegetal o animal (Malagié et al., 2012). La industria alimenticia en Ecuador debe desarrollarse mediante un apoyo tecnológico con enfoque en la cadena de valor y cadena de suministro alimentario, tratando de involucrar la logística desde el abastecimiento de materias primas para la distribución a estas empresas y buscar con un valor agregado para los consumidores (Fuentes-Pérez, 2020).

De acuerdo al Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC, 2018) existen 73.474 industrias manufactureras. Este tipo de industria representó en el 2020 un promedio del 11,97% de participación en el total del PIB (Banco Central del Ecuador, 2020b), destacando el sector de alimentos y bebidas por aporte al desarrollo económico y social evidenciándose con una participación del 6,6% del PIB en el Ecuador. (Banco Central del Ecuador, 2020a). En el 2021 el Instituto de Promoción de Explotaciones e Inversiones (PROECUADOR) realizó un estudio dentro del sector de alimentos procesados en perfil sectorial de snack que permitió el crecimiento promedio anual en las exportaciones mediante estrategias saludables abarcando el 25% dentro de los productos registrados.

### **Planteamiento del problema**

Las empresas a nivel mundial están tratando de minimizar el costo unitario determinado por la distribución de un producto con la implementación estratégica de la planeación logística. La planeación logística en una organización nos permite ofrecer productos, cantidades, condiciones, tiempos y costos correctos mediante el proceso de mantener un inventario adecuado, el plan permite proveer ante las necesidades del cliente un producto determinado en perfectas condiciones, debido al proceso de transporte y almacenamiento que maneja hasta su destino final. El buen manejo de la planificación logística empresarial nos ayuda obtener ventajas a nivel de costo sin renunciar a la calidad y condiciones del producto. La logística dentro del proceso de distribución se ocupa de diferentes funciones, dentro de ellas busca

recursos logísticos adecuados para satisfacer las necesidades en la fase de distribución, mediante la integración de modelos de distribución que son adaptados a la conveniencia de la empresa (Hidalgo-Torres et al., 2018).

En Latinoamérica, las organizaciones buscan optimizar todo tipo de proceso para reducir el costo unitario generado por la asignación del producto a diferentes destinos propuestos. Las actividades de la planificación logística empresarial en el proceso de distribución permiten establecer y planificar rutas de transporte más adecuadas y eficientes al momento de distribuir los productos (Hidalgo-Torres et al., 2018), donde se han utilizado varios modelos de redes de distribución logística, las cuales como se ha mencionado se ajustan antes las necesidades y capacidades de las organizaciones, permitiendo aportar eficiencia y eficacia al sector empresarial, algunos de los modelos son: Modelo matemático de programación lineal entera mixta, Modelo Matemático Determinístico (MILP), Modelo SCOR, Modelo matemático para la optimización de la red de distribución, Método PAJ, Modelo de optimización considerando agotados, Modelo de diseño de red determinístico (DPL), Metodología Base Cero, Modelo multiobjetivo, Modelo de programación lineal entero mixto (MILP). Sin embargo, no se ha llegado al entorno latinoamericano un modelo ideal. Las problemáticas pueden asociarse a la selección de un modelo inadecuado para el tipo de empresa generando conflictos y pérdidas en los procesos de distribución. Además, si un modelo no está en constante actualización puede perder vigencia, teniendo en cuenta los cambios de los mercados, si no se actualiza queda obsoleto, haciendo perder la ventaja competitiva a la empresa (Cavada-Escobar & Montes-Jiménez, 2022).

La implementación adecuada de un modelo de redes o rutas de distribución provocará la reducción de costos de provisión de las empresas ecuatorianas, ayudando alcanzar su meta de ser más productivos, obligándose a sí mismos a identificar e implementar mejoras en la cadena logística y repotenciar su gestión interna con la finalidad de mantener su posicionamiento y lograr ventajas competitivas (Cepeda-Espín, 2022) En Ecuador según datos de la Federación Ecuatoriana de Explotaciones (Fedexpor), en promedio, el costo del transporte se ha elevado 25% entre el primer trimestre de 2022 y el mismo periodo de año anterior, debido a la crisis logística que vive el comercio exterior mundial tras la pandemia de Covid-19.

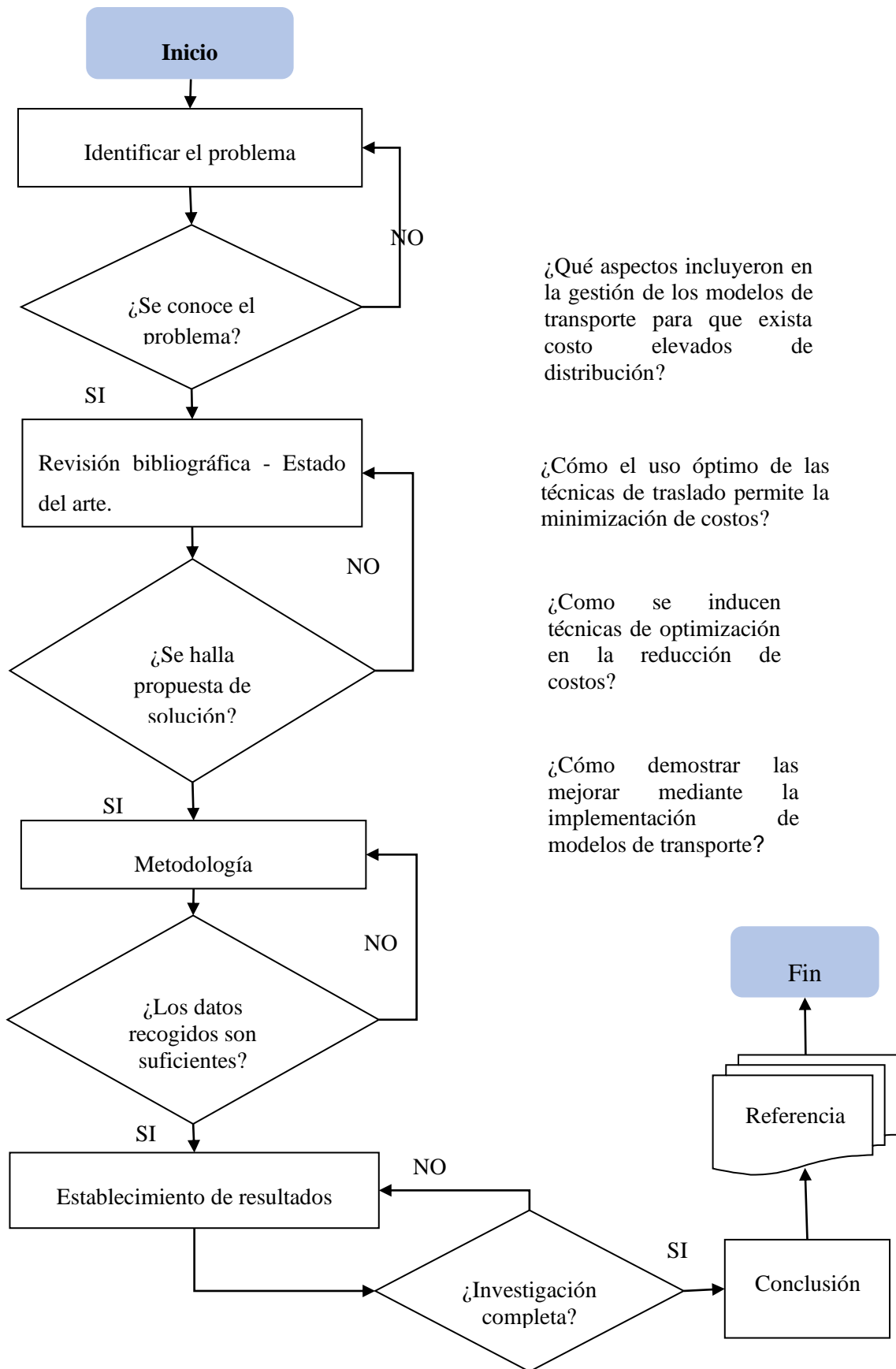
Tomando en consideración que el transporte representa uno de los importantes costos dentro de la logística de distribución se debe determinar el ruteo de entregas ideal, por lo contrario,

existirá grandes pérdidas por costo extras debido al contratiempo de entregas por la generación de cambios de rutas inesperadas (Hidalgo-Torres et al., 2018).

La empresa Chifladitos, dedicada a la producción y distribución de snack fritos salados, ubicada en el sector las Colinas del cantón La Libertad, debido a su inadecuada planificación no cuenta con una ruta óptima de distribución, la organización en el trayecto no ha realizado ningún tipo de estudio en el proceso de distribución que favorezcan a la disminución de sus costos. La falta de un diseño de un modelo de transporte con transbordo a la empresa Chifladitos ha provocado incurrir en la insatisfacción de todos los requerimientos establecidos por los destinos, además del aumento de costos de distribución. Dichos costos se han reflejado en la disminución de ingresos y utilidades resultantes en los últimos años, evidenciándose en la interrumpida evolución de la planta productora de snacks. La problemática dentro de la empresa Chifladitos radica en que todos los costos que incurren para llevar las mercancías a su destino final toman un valor global de todo aquello que perteneció al proceso, y no están identificados como costos logísticos por separado, ocasionando tomar decisiones a la ligera y sin argumentos, lo cual conlleva a la situación actual que presenta la empresa de estudio.

Para promover un informe claro de la problemática de estudio se estructuró el siguiente diagrama de flujo, el cual dirige el procedimiento de la investigación desde la identificación de problema al análisis de resultado (Figura 1).

*Figura 1. Diagrama de flujo sobre la problemática de investigación*



¿Qué aspectos incluyeron en la gestión de los modelos de transporte para que exista costo elevados de distribución?

¿Cómo el uso óptimo de las técnicas de traslado permite la minimización de costos?

¿Como se inducen técnicas de optimización en la reducción de costos?

¿Cómo demostrar las mejorar mediante la implementación de modelos de transporte?

**Nota:** Elaborado por autor

Las consecuencias al no atender la problemática de distribución en la empresa Chifladitos ocasiona actualmente grandes dilemas como: costos adicionales, retrasos, cambios de ruta no planeada, congestión vehicular, acumulación de inventario, pérdida de calidad, fallas de entrega, devoluciones, productos con fallas, entre otros.

El sistema de distribución es entendido el factor capaz de entregar el producto demandado en la cantidad, calidad y tiempo requerido por el consumidor (Quintana-Cruz et al., 2019), que puede progresivamente mejorarse mediante la aplicación de planes estratégicos, tácticos, y operativos para el adecuado uso de infraestructura, equipos, personas y tecnología con la aplicación de algoritmos de ruteo como: modelo de transporte clásico; con planificación de transbordo y modelo de redes (Cárdenas-Escobar et al., 2021a). Dentro del sector manufacturero específicamente en la industria de alimentos y bebidas en la provincia de Santa Elena se ha dejado de lado la investigación desde el punto de vista sistemática que argumente la importancia en el proceso logístico la reducción de costos de distribución.

Bajo este contexto, el objetivo del trabajo de titulación se centra en fomentar la aplicabilidad de un diseñar un modelo de transporte y su incidencia en la minimización de costos para la empresa Chifladitos de la provincia de Santa Elena, para su cumplimiento se siguieron los siguientes objetivos:

### ***Objetivo General***

Modelar mediante métodos de transporte con planificación de transbordo para la reducción de costos de distribución.

### ***Objetivos específicos***

- Realizar un estudio sistemático mediante revisión bibliográfica por medio del análisis Bibliométrico para el sustento de variables del modelo de transporte y minimización de costos.
- Establecer la metodología mediante las actividades y técnicas utilizadas en procedimiento de investigación.
- Proponer un modelo de distribución mediante el estudio de redes de distribución óptimas para la reducción del costo de reparto.

El trabajo de titulación se realiza ante la necesidad ofrecer a la empresa una herramienta eficiente de la planificación de rutas, que pueda prevenir el aumento de costos de distribución diagnosticando recorridos más cortos y el ahorro de recursos esenciales en la distribución. La

constante actualización de información permitirá que herramienta de optimización mejore la capacidad de reacción, ayudando mejorar, contribuir y fortalecer la industria alimenticia de la provincia en el crecimiento competitivo. Los beneficios directos será la empresa en estudio, mientras indirectamente los clientes y empleados de la organización.

Como resultando, los apartados del proyecto son los siguientes:

**Capítulo I**, basada en el estado de arte mediante revisión sistemática de revistas científicas, tesis, casos de estudios, entre otros. Información referente a estudios relacionados a los modelos de transporte y su repercusión en la reducción de costos.

**Capítulo II**, compuesta por el marco metodológico, donde se establece: métodos y técnicas de estudios, población y muestra de análisis, área y tipo de estudio, y respectivamente el plan de tabulación y análisis de datos obtenidos.

**Capítulo III**, esta sección abarca los resultados y discusiones que se han obtenido mediante la aplicación de modelado de ruteo.

# CAPÍTULO I

## MARCO TEÓRICO

### 1.1. Antecedentes investigativos

En Ecuador la industria manufacturera cuenta con grandes excedentes económicos, siendo considerado el sector de mayor participación en PIB, convirtiéndolo en uno de los sectores con mayor participación para la generación de ingresos tributarios del país. En el año 2000 tras una crisis económica se restablece una recuperación traducida en la industria manufacturera de 3,63%. La industria manufacturera ha enfrentado en los últimos años grandes cambios de industrialización debido a condiciones adversas de los mercados, por ellos se han visto obligados a la articulación de realizar estudios que engloben los procesos logísticos en la cadena de suministro, que otorguen la toma oportuna de decisiones eficientes, que enfrenten al cumplimiento de sus beneficios como la generación de utilidad y la reducción de costos (Coello-Montecel, 2017).

(Guédez-Fernández, 2011) mediante su estudio presentan una aproximación del modelado matemático de la programación lineal, planteando una documentación a partir de una revisión literaria para los ámbitos del ingeniero industrial como: programación de la producción, programación de requerimientos de materiales, programación de transporte, programación de selección, entre otros. Los autores concluyen declarando a los modelos matemático mediante la programación lineal como óptimas herramientas para la toma de decisiones individuales y conjuntas en la gestión empresarial con la finalidad del uso eficiente de los recursos y el aumento de beneficios económicos y no económicos.

Fundamentado la robustez que permite emplear la modelación matemática en la problemática de transporte se citan los siguientes antecedentes:

(Ayllon-Benítez et al., 2015) presenta su estudio un modelo de transporte en una industria manufacturera dedicada a la producción de tuna en fresco, teniendo como objetivo desarrollar un modelo de distribución que le permita distribuir óptimamente a zonas deficitarias, minimizando los costos totales de transporte de origen a destino. Mediante su metodología se utilizó la programación lineal, a través del método costo mínimo, escrito con lenguaje de programación lindo, donde se toma en consideración variables, función objetivo, restricciones lineales y restricciones de no negatividad. Como conclusión se comprobó que los costos de distribución mediante la programación lineal son proporcionales a las

distancias, la ejecución del estudio proporcione que entre más alejado los destinos de los centros productores provocará que su consumo sea bajo debido alto costo de transporte.

Mediante la misma metodología (Machuca De Pina et al., 2018) presenta su artículo un modelo de transporte con el objetivo de evaluar la viabilidad de llevar a cabo soluciones basadas en programación lineal, utilizando un diseño experimental con la intención de medir los tiempos relativos mediante el uso de tres escenarios de dispersión de puntos de entrega, complementando la utilización del software Lingo 17 para su evaluación. Dentro de sus conclusiones los autores declaran los modelos matemáticos con programación lineal una herramienta óptima para obtener la satisfacción de cliente, cumplimiento de calidad, reducción de costos y mayor productividad. Sin embargo, al momento de aplicar los modelos de optimización matemática es necesario tomar en cuenta el tamaño de sus datos, es decir, no es práctico utilizar un procesamiento informático si los recursos disponibles no son suficientes pues no se encontraba una solución en un tiempo razonable.

Girón-G et al., (2021) mediante un artículo del problema de transporte, encabezaron su trabajo de investigación mediante revisión bibliográfica del origen del modelo de transporte, donde mencionan la obra “Optimum utilization of the transportation system” por Koopmans como el pilar fundamental para el desarrollo de los modelos de transporte con la ayuda de William R. Vogel, su objeto de estudio fue la aplicación de la programación lineal para determinar el esquema óptimo que minimice el costo de transporte mediante la resolución de métodos de aproximación de Vogel, esquina noroeste, y costo mínimo. Dentro de los métodos en uso se sostuvo que los envíos de origen a destino es la misma, la disponibilidad de cada fabrica es ajustable a los requisitos de cliente y los volúmenes demandados se ajustan a las cantidades recibidas. Concluyendo así, que sea el método de análisis, el costo transporte será siempre el mismo.

## **1.2. Estado del arte**

Dentro del estudio se ha llevado a cabo una revisión sistemática de los modelos transporte en relación con la disminución de costos de distribución. Para su realización se toma en cuenta el análisis bibliométrico, en las métricas de indicador autorial, revista, idiomática, año y país. Para Buitrago-Pulido (2019) el análisis bibliométrico es un método de evaluación que permite



valorar la actividad científica de un autor, país o revista, además de su determinada evolución.

La búsqueda de las variables se llevó a cabo mediante la combinación (“Modelo de transporte” AND “reducción de costos”) OR (“Modelo de ruteo” AND reducción de costos). La investigación sistemática se realizó en bases de datos Scielo, Dialnet, Google Académico y Redalyc. Mediante su búsqueda inicial la cantidad de estudios son: 476 Scielo, 3.137 Dialnet, 2700.000 Google Académico y 15.014 Redalyc. Teniendo un total de 2718.627 artículos.

Para su posterior selección de artículos se definieron los siguientes criterios de inclusión y exclusión:

#### Criterios de inclusión

- Tratarse de investigaciones de artículos científicos. No libros, manuales o tesis.
- La publicación de artículo de estar limitada entre los años 2018-2022.
- Enfatizar los modelos de transporte y sus modelos de optimización de costos de distribución.
- Enfatizar técnicas del proceso de optimización.
- Artículos con lenguajes de inglés y español.
- Artículos con áreas temáticas de ingeniería, economía, matemática y transporte.

#### Criterios de exclusión

- Se excluyen estudios no relacionados con el tema de investigación.
- Estudios sin disponibilidad de acceso.
- Estudios fraudulentos.
- Estudios con carencia investigativa.
- Estudios repetidos.

Tras el proceso de exclusión, se obtuvo como muestra final 30 artículos que cumplieron los criterios inclusión para la revisión sistemática, al tratarse de estudios específicamente de artículos científicos relacionados con la problemática de los modelos de transporte y ruteo. En los estudios destacan los modelos de optimización y sus técnicas de resolución, en su mayoría para su complementó se utilizó la implementación de software entre los más destacados GAMS y Lingo. Además de cumplir con las limitaciones del periodo de publicación de los últimos 5 años y la figuración de idiomas de inglés y español.

*Tabla 1. Artículos para el análisis bibliométrico*

N°	Autor	Base de datos	Metodología	Resultados
1	Serrano-Cervantes & Montero-García, (2019)	Dialnet	Modelos matemáticos	Permitieron diagnosticar las ventajas y desventajas de programar diferentes rutas como la disminución de los costos de transporte.
2	Villamarín-Padilla et al., (2019)	Google Académico	Modelos matemáticos	Los resultados obtenidos fue la obtención de un modelo matemático de transporte óptimo basado en la programación lineal, donde se propone despachos y abastecimientos a un costo mínimo.
3	Flores-Tapia & Flores-Cevallos, (2021)	Google Académico	Programación Lineal	Se logro la minimización de costos de envío entre las plantas productoras y centros de distribución de la empresa Holcim S.A.
4	Cárdenas-Escobar et al., (2021)	Google Académico	Modelos matemáticos	Se logro una cobertura de demanda del 37% y una reducción del 86% en los costos de transporte y 92% en tiempo de ahorro.
5	Flores-Torres et al., (2019)	Dialnet	Programación Lineal	Se obtuvo la disminución de los costos de transportación y elevar la eficiencia de traslado de mercancía.
6	Zapata-Cortes et al., 2020b)	Redalyc	Modelo de optimización	Reducción de 53% de costos de distribución y la disminución de impactos negativos del transporte en la sociedad y el ambiente.
7	Rodríguez-Vásquez Willian C. (2020)	Scielo	Metodología híbrida	Desarrollo de nuevos modelos del Problema de Ruteo de Vehículos (VRP), algoritmo híbrido entre la optimización por colonia de hormigas y el algoritmo de barrido
8	Montes-Orozco et al., (2020)	Scielo	Metodología híbrida	DS-AS-PDA y DS-MMC-AS presentaron un comportamiento robusto, estable y estadísticamente diferente
9	Arcos-Domínguez et al., (2021)	Google Académico	Programación lineal entera mixta	diseño de un sistema de ruteo estratégicos que permitan seleccionar la mejor ruta con el mínimo de costo.

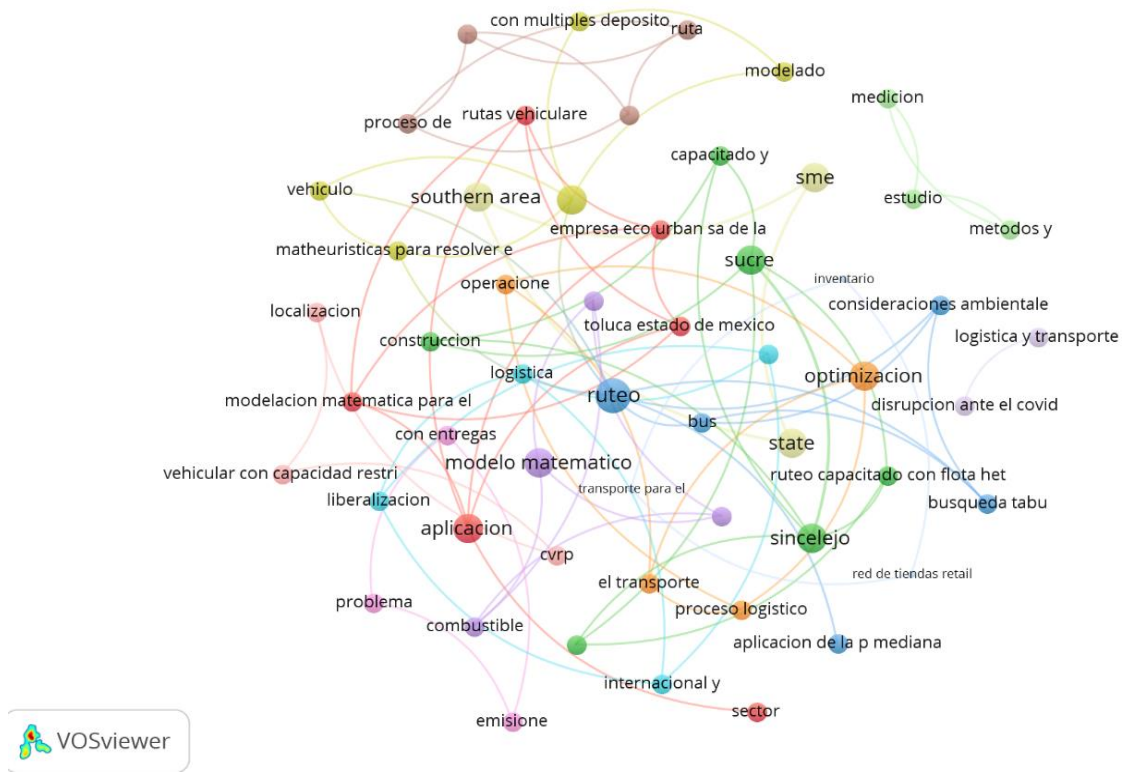
10	Granillo-Macias et al., (2019)	Scielo	Programación lineal entera mixta	diseñar un modelo para una red de distribución que seleccione las rutas óptimas a partir de los costos de transporte y los precios de venta en los mercados demandantes.
11	Ruiz-Meza et al., (2021)	Google Académico	Modelos matemáticos	Reducción de costos del 15,86% en su escenario 1 de acuerdo a la demanda y 1,28% en la reducción de costos de escenario 2 para centro de acopio de capacidad mínima.
12	García-Salguero & Merino-Gavilanes, (2020)	Google Académico	Programación lineal	Reducción de costos de traslado y se determinó una ruta correcta de distribución. Determinando la solución con un costo mínimo de transporte de \$3256 y la satisfacción de la demanda del cliente de la ciudad de Guayaquil.
13	(Herrera-Ochoa et al., 2020)	Google Académico	Programación lineal entera mixta	Presenta un costo total de \$15314,2 y un ahorro de \$37080 por año además de valorar los costos fijos y variables se logró evaluar de forma integral el sistema de distribución para lograr la toma de decisiones enfocadas al uso de recursos disponibles.
14	(Solarte et al., 2019)	Scielo	Modelo matemático	Reducción de tiempo y costos de recorriendo de caminos de basura.
15	(Parejo et al., 2020)	Google Académico	Modelos matemáticos	Mejora de logística de la empresa de acuerdo a los tiempos y costos de distribución.
16	(Paz-Orozco et al., 2020)	Google Académico	Modelos matemáticos	Obtención de un mejor sistema de recolección de PET con generación de un mínimo costo.
17	(Morales-Botero et al., 2021)	Google Académico	Programación lineal entera mixta	Obtención de mejoras en el proceso de asignación de rutas, mejorando la eficiencia mediante el aprovechamiento de la capacidad de envío y una nueva estructura de tiempo de pedido. Logrando el aumento del 8.22% de beneficio en el proceso de distribución.
18	(Campoverde et al., 2019)	Google Académico	Programación lineal entera mixta	Obtención de un modelo matemático que identificó la mejor red logística con análisis de diferentes escenarios segmentados en la industria.
19	Vargas-Sánchez & Baeza-Serrato, (2022)	Google Académico	Modelos matemáticos	Obtención de rutas óptimas a la pyme la cual genero ahorro en cuenta distancias, tiempo y costos de combustible.

20	Cachimuel-Iza et al., (2022)	Google Académico	Modelos matemáticos	Obtención del trazado de rutas obteniendo la reducción del recorrido en kilómetros, tiempo y costos.
21	(Arias-Osorio et al., 2019)	Dialnet	Modelos matemáticos	Se obtuvieron la minimización de costos y distancias recorridas respecto a la minimización de combustible.
22	(Sánchez & Gutiérrez, 2022)	Scielo	Modelos matemáticos	Obtención de reducción de distancias, tiempos y costos.
23	(Enciso-Caicedo et al., 2018)	Redalyc	Modelos matemáticos	Obtención de un proceso eficiente, maximizando los beneficios, eliminando dificultades y agregación de valor a los servicios de transporte.
24	(Henríquez-Fuentes et al., 2018)	Scielo	Basado en métodos cuantitativos	Propuesta de diseño gráfico para la distribución de productos METDE
25	(Gómez-Ortiz, 2018)	Google Académico	Revisión documental	Análisis a la gestión estrategias de costos y competitividad en Colombia
26	(Ferrer et al., 2019)	Google Académico	Investigación con enfoque inductivo	Disminución de sobrecostos en el transporte de carga terrestre mediante un modelo colaborativo planteado.
27	(Oleas-Lara et al., 2020)	Google Académico	Diseño transversal con observación directa	Diagnóstico de los porcentajes de las áreas inmersas en sistema de transporte y operaciones en el proceso de exportación.
28	(Sanaú-Villarroya, 2022)	Dialnet	Revisión documental	Establecimiento la importancia de la logística empresarial para la reducir de costos en el sistema de producción.
29	(Angulo-Reyes et al., 2018)	Google Académico	Revisión documental	Confirmación de que el transporte de Colombia necesita un cambio para el logro eficiente de metas competitivas.
30	(Marinucci, 2021)	Google Académico	Revisión documental	Análisis de los costos logísticos debido a las interrupciones de la pandemia COVID-19.

**Nota:** Elaborado por el autor

Mediante la herramienta software VOSviewer se permite visualizar redes bibliométricas entre las variables independiente como el modelo de transporte y la variable dependiente como los costos de distribución (Figura 2).

**Figura 2.** VOSviewer mapa de coautoría



**Nota:** Elaborado por el autor

Bajo este contexto, una vez obtenida la muestra se examinó cada artículo la contribución por productividad de artículos por revista, idiomática, año y país.

La tabla 2, permite reflejar la participación destacada de la revista Información tecnológica con 3 artículos correspondientes al 10% en Colombia, Chile y México, 3 artículos correspondiente al 10% publicados por la revista Espacios en Colombia y Ecuador, 2 artículos correspondiente al 7% por la revista CECAR en Colombia. Posteriormente 28 artículos correspondiente al 74% pertenecen a publicaciones de 1 artículos y un porcentaje de participación de 3%.

**Tabla 2.** Productividad de artículos por revista

Productividad de artículos por revista								
Revista	N° de artículos	% de participación	Revista	N° de artículos	% de participación	Revista	N° de artículos	% de participación
RICEA	1	3%	Espacios	3	10%	Tecnura	1	3%

Visionario digital	1	3%	Publicaciones de investigaciones	1	3%	Aristas	1	3%
FAREM-Estelí	1	3%	MESS	1	3%	Ing. Industrial	1	3%
LACCEL	1	3%	Polo del conocimiento	1	3%	DII	1	3%
Unidades episteme	1	3%	Scientia et Technica Año XXIV	1	3%	Politécnica	1	3%
Inv. Informática	1	3%	I+D	1	3%	RMCA	1	3%
Info. Tecnológica	3	10%	Dominio de las ciencias	1	3%	ICI	1	3%
Matemática: teoría y aplicaciones	1	3%	Cuaderno de estrategia	1	3%			
CECAR	2	7%	Raximhai	1	3%			

**Nota:** Elaborado por el autor

La Tabla 3, demuestra con 90% que el idioma con mayor participación con 27 artículos es español y respectivamente con un 10% representando 3 artículos en inglés de acuerdo a las investigaciones seleccionadas.

**Tabla 3.** Productividad de artículos por idiomática

Productividad idiomática		
Idioma	N° artículos	% de participación
Español	27	90%
Inglés	3	10%

30

**Nota:** Elaborado por el autor

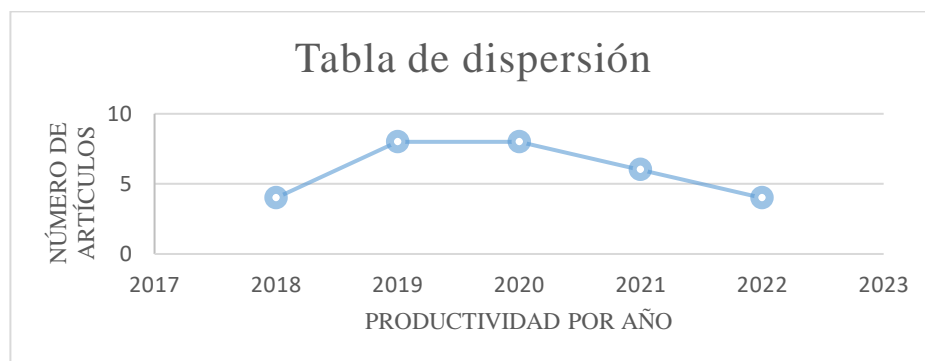
De acuerdo a la tabla 4 productividad por año se evidencia que en el 2019 y 2020 correspondiente al 27% tuvieron mayor número de artículos publicados al tema de estudio, continuando en el año 2021 con 6 artículos y 4 hasta el año 2022.

**Tabla 4.** Productividad de artículos por año

Productividad año		
Años	N° artículos	% de participación
2018	4	13%
2019	8	27%
2020	8	27%
2021	6	20%
2022	4	13%

**Nota:** Elaborado por el autor

**Gráfico 1.** Tabla de dispersión de productividad por año



**Nota:** Elaborado por el autor

Basándonos en la contribución por país Colombia con 37%, Ecuador y México con 27% responder a la mayor influencia de publicaciones de modelos de transporte con la incidencia de la minimización de costos de distribución. España, Argentina y Chile correspondientemente con 3% suman el 100% de los 30 artículos identificados.

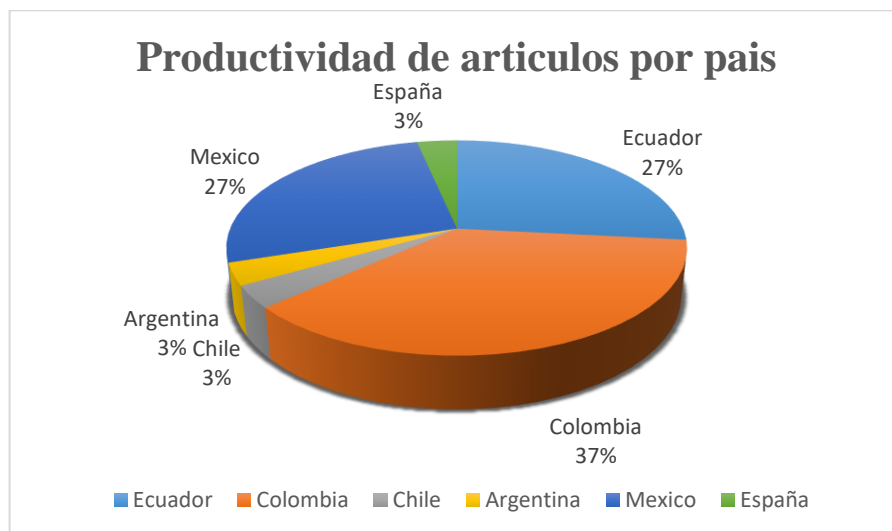
**Tabla 5.** Productividad de artículo por país

Productividad país
--------------------

Años	N° artículos	% de participación
Ecuador	8	27%
Colombia	11	37%
Chile	1	3%
Argentina	1	3%
México	8	27%
España	1	3%

**Nota:** Elaborado por el autor

**Gráfico 2.** Productividad de artículos por país



**Nota:** Elaborado por el autor

Posteriormente bajo esta profundización se sintetiza los estudios escogidos, considerando un orden pertinente para la comprensión del contexto y resultados, señalando en su mayoría que, el sesgo de modelo de transporte estaría relacionada con el inadecuado manejo de la logística en la distribución.



### 1.2.1. Variable independiente: Modelos de transporte

Serrano-Cervantes & Montero-García, (2019) define al modelo de transporte como el diseño de ruteo de productos desde varias fuentes a varios destinos, tomando en consideración los niveles de oferta y demanda, de la misma forma el costo de traslado hacia el destino final. El autor añade que para la definición de unidades de transporte es necesario saber el número de productos a trasladar, desde  $m$  fuentes y  $n$  destinos, enlazados a arcos de rutas  $(i,j)$  los cuales contiene información del costos de ruta  $c_{ij}$  por unidad y cantidad transportada  $x_{ij}$ . La investigación plantea metodologías con el uso de modelados matemáticos a través de técnicas de optimización de redes y modelos de transporte como ruta más corta, modelos de transporte y árbol de expansión mínimo y en ella para su complemento el software Win QSB.

Dentro de estudio se consideró el consumo y su respectivo costo de combustible, estableciendo las siguientes ecuaciones:

*Ecuación 1*

$$\text{consumo de combustible} = \frac{km}{\text{rendimiento de la unidad}}$$

*Ecuación 2*

$$\begin{aligned} &\text{costo de consumo de combustible} \\ &= \frac{km}{\text{rendimiento de la unidad}} (\text{costo unitario del combustible}) \end{aligned}$$

Los resultados obtenidos mediante estas herramientas permitieron identificar las ventajas y desventajas del diseño de diferentes rutas de distribución. El autor detalla que para escoger unidad de traslado y disminuir los costos dependen de la cantidad y volumen demandado por el cliente, el tiempo y la distancia que se recorre.

Villamarín-Padilla et al., (2019) utilizó los modelos matemáticos en la programación de distribución de una empresa a un corto plazo con características como disponibilidad de vehículos, transportación directa y distribución entre varios orígenes a varios destinos, considerando distancias, transporte terminales-almacenaje-estación de servicio. En su

metodología el autor destaca a la programación lineal con la implementación de Microsoft Excel y expone que para considerar un problema de transporte este debe cumplir con supuestos de requerimiento y de costo, donde se detalla la siguiente ecuación:

$$\sum_{i=1}^m S_i = \sum_{j=1}^n d_j$$

Supuestos:

Cada destino tiene una demanda y esta debe satisfacerse de los orígenes

Donde:

*m*: cantidad de orígenes

*n*: de destinos

*s*: cantidad de unidades que oferta el origen *i* para  $i=1,2,\dots,m$

*d*: cantidad de unidades demandadas por el destino *j*, para  $j=1,2,\dots,n$

Flores-Tapia & Flores-Cevallos, (2021) detalla que en un problema de transporte mediante la programación lineal la función objetivo será el costo total de distribución, es decir:

$$Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij} X_{ij}$$

Mediante las restricciones:

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} = a_i \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{i=1}^m X_{ij} = b_j \quad j = 1, 2, \dots, n$$

$$x_{ij} > 0 \quad i = 1, 2, \dots, m \quad j = 1, 2, \dots, n$$

Existen tres condiciones para que un problema sea solucionado mediante el modelo de transporte

- Las restricciones y la función objetivo por minimizar deben ser lineales
- Los coeficientes de las variables en la ecuación consisten de 0 a 1
- La suma de sus capacidades de fuente debe resultar igual a los requerimientos de destinos (si existe una desigualdad una holgura se añadirá)

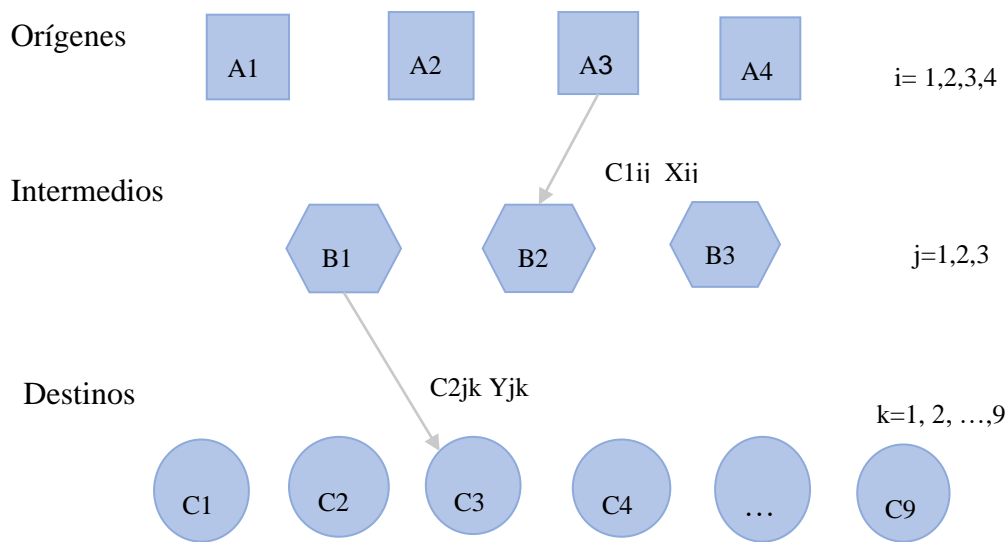
Dentro de la metodología la investigación se declaró cuantitativa debido al uso de métodos de optimización, simulaciones con software y herramientas estadística. De la misma forma la investigación concluye en la optimización de costos y en la verificación que el modelo puede ser modificado en restricciones de acuerdo a la información de la empresa.

Cárdenas-Escobar et al., (2021) cuando no se cumplen las restricciones del problema de transporte este tiende a estar desbalanceado debido a los siguientes escenarios:

- Si la oferta es superior a la demanda ( $\sum ai > \sum bj$ ), se añade un destino irreal  $bn + 1$  para su balance.
- Si la demanda es superior a la oferta ( $\sum bj > \sum ai$ ), se añade un origen irreal  $am + 1$  para su balance.

Los autores describen al problema de transporte como un método sencillo en los problemas de distribución, sin embargo, debido a la complejidad de la situación real del mundo ha demandado el desarrollo de variaciones del modelo clásico. El modelo de transbordo difiere del método clásico de transporte por tener nodos intermedios adicionales a los origen y destino. Dicha variación es usualmente aplicada a empresas que poseen plantas procesadoras, centro de almacenamientos y espacios de ventas.

**Figura 3.** Representación gráfica del modelo de transbordo



**Nota:** Elaborado por el autor basado en Cárdenas-Escobar et al., (2021)

Su desarrollo se basa mediante la siguiente ecuación:

$$z = \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^3 c_{1ij} x_{ij} + \sum_{j=1}^3 \sum_{k=1}^9 c_{2jk} y_{jk}$$

Restricción de oferta:

$$\sum_{j=1}^3 x_{ij} \leq A_i; i = 1, \dots, 4$$

Restricción de capacidad:

$$\sum_{i=1}^4 x_{ij} \leq B_j; j = 1, \dots, 3$$

Restricción de demanda

$$\sum_{j=1}^3 y_{jk} = C_k; k = 1, \dots, 9$$

Restricción de equilibrio de flujo

$$\sum_{i=1}^4 x_{ij} \geq \sum_{k=1}^0 y_{jk}; j = 1, \dots, 3$$

Restricción de no negatividad

$$x_{ij} \geq 0, y_{jk} \geq 0; \forall_{ijk}$$

Donde:

$x_{ij}$ : cantidad a enviar desde el nodo origen – nodo intermedio

$y_{jk}$ : cantidad a enviar desde el nodo intermedio – nodo destino

$c1_{ij}$ : costo de enviar una unidad desde nodo origen – nodo intermedio

$c2_{jk}$ : costo de enviar una unidad nodo intermedio – nodo destino

Flores-Torres, Flores-Torres, & Romero Fernández, (2019) toman una metodología cuantitativa, la combinación cualitativa por los aspectos de caracterización en el sector de transporte y cuantitativos debido a las alternativas de reducción de costos de transportación. Los autores detallan que existen tres modelos de transporte reconocidos por la literatura que son:

- Modelo de aproximación de Vogel: Su resolución se basa en el cálculo de la diferencia entre el costo por unidad más bajo y el costo menor que le procese en la columna.
- Método costo mínimo: Como su nombre lo indica su asignación se realiza según el mínimo costos de la unidad que se desea distribuir, donde se pretende asignar en este la mayor cantidad de unidad.
- Método esquina noroeste: Se fundamenta por algoritmos heurísticos, que garantiza una solución mediante la compresión de restricciones, pero dejando a un lado el costo mínimo. Su resolución comienza por su asignación de esquina superior a izquierda de la tabla.

Sin embargo, Villamarín-Padilla et al., (2019b) añade además a los métodos de optimización:

- Método mutuamente preferente: La solución del método se basa en seleccionar las casillas de menor costo teniendo como criterio que sea esta la más baja del reglón y la columna, para asignar la cantidad máxima para satisfacer la oferta o demanda. Posteriormente se repite los pasos.
- Método Russel: En un método que requiere mayor cantidad de trabajo respecto a otros métodos. Su procedimiento consiste en calcular el coeficiente de la casilla del reglón y columna para el total de las casillas vacías de la matriz, para así asignar el máximo a la casilla con mayor coeficiente, esto provocara agotar la oferta y la demanda, si en el caso de haber casillas empatadas con el valor máximo de coeficiente se selecciona arbitrariamente. Posteriormente se elimina la línea que se haya satisfecho y se repite hasta terminar las asignaciones de la matriz completa.
- Método del cruce del arroyo: Consiste en asignar cierta cantidad de artículos desde varios orígenes como fabricas a un conjunto de destinos como los clientes hasta la optimización de la función objetivo que son la disminución de costos. El proceso consiste en asignar unidades a las casillas vacías y que estas suplan las igualdades de la suma de asignaciones de la oferta a la suma de las casillas de columnas de demanda.
- Método MODI: Consiste en añadir dentro de la matriz una fila y una columna de costos ficticios (números MODI), para calcular los índices de mejora para las casillas no utilizadas.

Zapata-Cortes et al., (2020) describe al transporte como el responsable del 50% de los costos logísticos y como un elemento crítico en la competitividad de las empresas. Los autores detallan que existen otros enfoques para resolución de los procesos de transportación, desde procedimientos simples heurísticos hasta complejos que requieren las técnicas metaheurísticas y la integración de tecnologías. Su aplicación depende de las variaciones como los siguientes aspectos:

- Vehículos con capacidades diferentes
- Varios proveedores y almacenes
- Periodos de tiempos

- Sistema de reparto de dos escalones
- Varios puntos de orígenes de mercancías
- Recolección y descarga

De acuerdo a dichos aspectos se utilizan técnicas simples heurísticas como algoritmos de barrido y Clarke y Wright, donde se propone la implementación de la programación entera mixta.

Rodríguez-Vásquez, (2020) detalla los diferentes tipos de métodos y algoritmo para la solución de modelos de distribución.

- Método metaheurístico: metodología robusta que combina procesos de mejoramiento local y estrategia de niveles superiores.
  - Búsqueda tabú.
  - Optimización por colonia de hormigas.
  - Algoritmos genéticos.
  - Búsqueda de vecindad variable.
  - Búsqueda local iterativa.
- Método heurístico: modelo adaptable a las nuevas limitaciones del mundo real.
  - Heurísticas de dos fases.
  - Heurísticas constructivas.
  - Heurística de mejoramiento.
- Métodos exactos: agrupa algoritmos con técnicas analíticas o matemáticas.
  - Programación lineal entera mixta.
  - Programación dinámica.
  - Búsqueda directa de árbol.

Bajo este contexto, el estudio propone el uso de un algoritmo híbrido, considerando vehículos heterogéneos  $\{T = T_{11}, \dots, T_{lk}, \dots, T_{LK}\}$ , capacidades diferentes  $Q_k^l$ , costos de viajes  $C_k^l$  y los vehículos pertenecen a varios depósitos disponible  $V_d = \{1, 2, \dots, DP\}$ . El algoritmo híbrido es una heurística basada en dos fases, donde se primero se agrupan y posteriormente se diseñan rutas óptimas.

Montes-Orozco et al., (2020) planteo en su estudio la implementación de dos técnicas matheurísticas que se basan en dos técnicas heurísticas, específicamente el sistema de hormigas, método de descomposición musical y como métodos exactos el algoritmo primal-dual y algoritmo simplex dual.

Las técnicas matheurísticas se basa en la interoperación de la metaheurística y los métodos de programación matemática, siendo así un método híbrido que combina ideas, información y procesos de métodos exactos con técnicas heurístico.

- Sistema de hormigas: esta técnica se basa en encontrar caminos más cortos desde la residencia a fuentes de alimento, basadas en el siguiente proceso:
  - 1) Iniciación de feromona
  - 2) Modificación de feromona
  - 3) Posibilidad de selección
  - 4) Construcción de resolución
- Modelo de composición musical: esta técnica crea una sociedad de compositores para definir una red de relación entre ellos.

Las técnicas heurísticas es un método de optimización mediante la aproximación intuitiva.

- Algoritmo primal-dual: técnica resueltos en tiempo polinomial.

Programa lineal:

$$\begin{aligned} & \min c^T x, \\ & \text{sujeto a } Ax \geq b, \end{aligned}$$



$$x \geq 0,$$

Y su dual:

$$\max b^T y,$$

$$\text{sujeto a } A^T y \leq c,$$

$$y \geq 0,$$

Arcos-Domínguez et al., (2021) con una problemática de ruteo capacitado con flota heterogénea (CHVRP), toma en consideración para el diseño de un modelo los siguientes datos: demandas, costos de transporte, cantidad de camiones, tipo de camiones, tipos de productos. Traduciendo así la formulación del modelo en los siguientes conjuntos:

*i: depositos*

*j: clientes*

*k: flota – vehiculos*

*m: mercancías*

Mediante los siguientes parámetros:

*v<sub>k</sub> = costo fijo por utilización del vehiculo k*

*c<sub>ij</sub> = costo de traslado de nodo i al nodo j*

*mo<sub>m</sub> = masa del producto m*

*q<sub>k</sub> = capacidad de carga de la flota k*

*d<sub>jm</sub> = demanda de cliente j de la mercancía m*

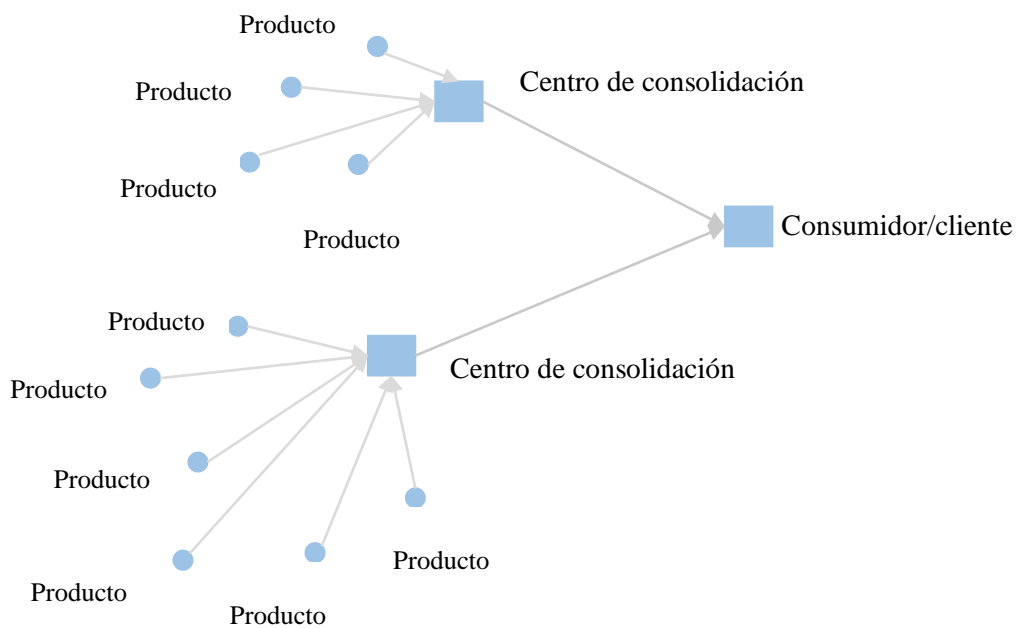
Y sus restricciones:

- 1) Las diferentes rutas establecidas deben iniciar y finalizar en el depósito.
- 2) Obligatoriamente la visita al cliente debe ser una sola vez por ruta asignada a una flota.

- 3) Las demandas del cliente visitado por el vehículo no deben exceder a su capacidad.
- 4) El flujo entre el acopio no es admitido.

Granillo-Macias et al., (2019) para el diseño de redes los autores proponen como estrategia de mejora de distribución la integración de un centro de consolidación, el cual se utiliza en los sistemas logísticos de distribución cuando los flujos de productos provienen de diversos proveedores, con el objetivo de reducir tiempo de traslado y su costo de mantenimiento de inventario.

**Figura 4.** Representación gráfica de centros de consolidación



**Nota:** Elaborado por el autor basado en Granillo-Macias et al., (2019)

Dentro de su metodología se aplicó técnicas de optimización como ramificación, el cual se basa en dividir la solución factible en y acotamiento en pequeños subconjuntos para su evaluar la mejor solución.

### 1.2.2. Variable dependiente: minimización de costos

Henríquez-Fuentes et al., (2018) verbalizan a los costos de distribución como el

valor que se cubre para trasladar las mercancías desde la empresa hasta los puntos de ventas. Los sobrecostos en la distribución son generados por la baja eficiencia del sistema, como, por ejemplo, la visita reiterada de un mismo cliente en un día para la entrega.

Gómez-Ortiz, (2018) en su estudio muestra como la gestión estratégica de costos puede tornar a las empresas ser más competitivas, planteando que lo que no se costea no se podrá evaluar, controlar y mejorar. Dentro las estrategias exponen que el adecuado análisis de las causas de aumento de costos permite el accionar en su reducción que van desde el diseño y su distribución de mercancías.

Ferrer et al., (2019) detalla que la minimización o aumento de los costos de distribución dependen del valor total de transporte, el cual se construye de los costos fijos y costos variables. Dentro del sistema los costos fijos tienen poca prioridad, mencionando a seguros, salarios, amortizaciones y depreciación. Mientras que los costos variables resultan elevar los costos de distribución debido al pago de peajes, combustible y los impuestos de peso/kilometraje.

Oleas-Lara et al., (2020) implementa una propuesta de optimización en proceso logístico de transporte para promover un marco de efectividad, eficacia y eficiencia en los procesos mediante los siguientes los indicadores:

- Porcentaje del costo de transporte sobre ventas

$$CTV = \frac{\text{Costo total de transporte}}{\text{Ventas}} * 100$$

- Costo por kilometro

$$C/Km = \frac{\text{Costo total de transporte}}{\text{Total de kilometros recorridos}}$$

- Utilización de transporta

$$UT = \frac{\text{Capacidad real utilizada (kg)}}{\text{Capacidad real del camión (kg)}} * 100$$

- Entregas a tiempo

$$ET = \frac{\text{Cantidad de entregas a tiempo}}{\text{Cantidad de entregas totales}} * 100$$

- Entregas perfectas

$$EP = \frac{\text{Entregas perfectas}}{\text{Total de entregas}}$$

- Costo de unidad importada/exportada

$$CUE = \frac{\text{Costo de mercancía exportada}}{\text{total de unidades exportadas}}$$

El desarrollo del análisis de los indicadores permite conocer el índice de rendimiento y nivel técnico en que se encuentran los factores de costo, calidad y tiempo.

Sanaú-Villarroya, (2022) colocar bienes en el momento y condición demandadas como el costo y calidad de un producto, permiten la minimización de costos en la cadena de distribución. La ejecución de este objetivo puede realizarse mediante medios de transporte terrestre, aéreo y marítimo y el costo dependerá de los diferentes motivos que pueden afectar a los costos fijos y variables en la situación de traslado.

Angulo-Reyes et al., (2018) Menciona los tipos de transporte y los factores que influyen en los costos de distribución:

- Transporte terrestre: Es el medio principal en el transporte internacional para el tráfico de importación y exportación debido a menos costos fijos, este medio se adapta al traslado de productos pequeños.
- Transporte aéreo: Debido al factor de rapidez de traslado este medio presenta ventajas como el ahorro de costos financieros, reducción de costos de seguro, reducción de demora, entre otros. Sin embargo, presenta elevados costos variables en relación al traslado por carreta.
- Transporte marítimo: La ventaja de este medio de transporte es la posibilidad de trasladar grandes cantidades de volumen de mercancías. Bajo este contexto, los costos de transporte tienden ser reducidos, sin embargo, por la distancia de recorrido tiende ser más lentos a los otros medios.

Zapata-Cortes et al., (2020) describen que para reducir los costos y generar mayor eficiencia en el proceso de distribución es necesario proponer esquemas que ayuden a la utilización de los recursos del proceso de traslado, entre ellas se puede mencionar:

- Estrategias de transporte y distribución.
- Tipo y modo de transporte a utilizar.
- Secuencia de ruta a usar.
- Uso de tecnologías de información.

Los costos de transporte mediante las actividades de carga, descarga y manipulación de productos representan del 15% al 20% de los costos de un producto terminado, representando así casi la mitad de los costos logísticos de una organización. Este porcentaje se debe a las siguientes dificultades que se encuentran en la distribución:

- Repartos erróneos.
- Visita de entrega de dos a tres veces el mismo lugar de destino.
- Generación de franjas de tiempo de atención por los clientes.
- Envíos a zonas lejanas.
- Generación de traumatismo en el tráfico debido a la carga y descarga de producto.
- Poca coordinación de agentes de distribución.

#### **1.2.2.1. Costo de distribución en el sector manufacturero de Ecuador**

El sector manufacturero en el país representa más del 20% de todo el sector societario, presentando niveles de rentabilidad altos. La industria manufacturera se basa en el procesamiento y transformación de materia primas a productos finales, de acuerdo a cifras del Banco Central del Ecuador (BCE) el sector manufacturero en el periodo 2013-2018 obtuvo la mayor contribución promedio al PIB de un promedio del 14.09% anual. Empresas pertenecientes al sector manufacturero enfrentan nuevos escenarios y retos

debido al aumento de competitividad, Provocando imprescindiblemente la mejora de eficiencia en el sistema operativo de la organización mediante el uso de diversas técnicas y estrategias para la mayor rentabilidad (Superintendencia de Compañías, 2020).

El sector manufacturero cumple un rol sustancial e imprescindible en el país reflejado en el ingreso por ventas en los periodos 2020-2021 de las principales ramas de la economía del país de la siguiente tabla:

**Tabla 6.** Ventas totales del sector manufacturero 2020-2021

	Principales actividades económicas	Ventas totales (USD millones)		Variación Absoluta (USD millones)	Variación relativa
		2020	2021		
1	Comercio	32.967	40.495	7.528	22,8%
2	Industria Manufacturera	16.239	20.108	3.869	23,8%
3	Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca	7.199	9.066	1.867	25,9%

**Fuente:** (Cámara de Industrias y Producción, 2021) – Elaborado por el autor

Para (Zapata-Cortes et al., 2020b) en promedio el 10% de ventas se gasta en la logística, entre las actividades de almacenamiento, inventario, transporte, entre otros. El transporte tiende a representar aproximadamente el 50% de los costos logísticos. Describiendo los costos de distribución en la siguiente tabla:

**Tabla 7.** Aproximación de los costos de transporte en el sector manufacturero

Actividad	2020		2021	
	El 10% de las ventas se gasta en logística	Los costos de transporte representan 50% del costo logístico	El 10% de las ventas se gasta en logística	Los costos de transporte representan 50% del costo logístico
Industria manufacturera	1623,9	811,95	2010,8	1005,4

**Nota:** Elaborado por el autor

Para el año 2022 de acuerdo Banco Central del Ecuador (BCE) las ventas nacionales totales de la industria manufacturera decrecieron a \$2.886 millones representando una tasa de variación 16,5%, entre un total de 149.866 empresas.

### 1.2.2.2. Costos de distribución en la industria de alimentos

Existen 24 subsectores del sector manufacturero según la Clasificación Industrial de Clasificación Uniforme (CIIU) Rev. 4 en el periodo 2013-2018.

*Tabla 8. Variación relativa de las ventas de los subsectores de la industria manufacturera*

<b>Variación relativa de Industrias manufactureras</b>	<b>2021- 2020</b>
Procesamiento y conservación de pescado y otros productos acuáticos	16,2%
Fabricación de productos del caucho y plástico	14,6%
Elaboración de bebidas	7,70%
Fabricación de metales comunes y de productos derivados del metal	5,90%
Elaboración de otros productos alimenticios	5,70%
Procesamiento y conservación de camarón	3,30%
Fabricación de papel productos de papel	2,10%
Procesamiento y conservación de carne	1,50%
Industrias manufactureras ncp	0,60%
Fabricación de muebles	0,20%
Fabricación de sustancias y productos químicos	-0,20%
Elaboración de aceites y grasas origen vegetal y animal	-0,40%
Fabricación de maquinaria y equipo	-0,50%
Fabricación de otros productos minerales no metálicos	-0,80%
Elaboración de productos de la molinería, panadería fideos	-0,90%
Elaboración de productos lácteos	-3,40%
Elaboración de tabaco	-4,80%
Fabricación de productos textiles, prendas de vestir; fabricación de cuero y artículos de cuero	-5,10%
Elaboración de azúcar	-5,80%
Elaboración de cacao, chocolate y productos de confitería	-6,20%
Producción de madera y de productos de madera	-12,50%
Fabricación de equipo de transporte	-19,30%

Fuente: Banco central de Ecuador-Elaborado por el autor

La industria alimentaria representa el conjunto de actividades enfocadas al tratamiento, transformación, conservación de alimento de origen vegetal o animal (Malagié et al.,

2012). Debido a generación de variedad de alimentos, la industria alimenticia y bebidas representa el 38% del sector manufacturero, esta representación se traduce a la demanda interna y externa de los productos. Sin embargo, debido a la inflación actual a nivel global la producción nacional de productos de bienes como trigo y maíz han bajado. La ponderación de inflación interanual de la industria de alimentos y bebidas corresponde 22,45% (Banco Central del Ecuador, 2022).

Repercutir el manejo adecuado dentro del sistema productivo como sus recursos mantienen los beneficios de la empresa, por lo contrario, si existe el manejo inadecuado de cualquier factor que influye en los costos de producción provocará un elevado aumento de costos. Dentro de los costos que pueden optimizarse en la empresa de estudio debido al modelado propuesto, resalta el costo de transporte. El costo de transporte se relaciona con el manejo de insumos que incluye la actividad de transporte, distribución, recolección y entrega de snack fritos.

De acuerdo a la Asociación Nacional de Fabricantes de alimentos y Bebidas (Anfab) en Ecuador las ventas de snacks en el 2022 subieron un 37,3% respecto al anterior año debido a reingreso de clases presenciales, llegando alcanzar ventas totales de 34,75 millones de dólares. De acuerdo Agrocalidad, los snacks representan el 25% de 1.261 productos procesados.

En Ecuador la producción de snacks fritos de productos vegetales resulta conveniente debido a los diferentes productos agrícolas que cuenta el país como el plátano, papa, yuca y camote. Convirtiendo a las industrias de producción de estos snacks en fuentes significantes de empleo e ingreso a la población. El manejo de la cadena agroproductiva de este tipo empresa está constituida por diferentes eslabones en la que se destaca la producción, cosecha, comercialización (transporte y almacenamiento), industrialización (conservación y transformación), distribución y consumo final. Para la obtención de buenas prácticas manufactureras este proceso debe tener un seguimiento efectivo en relación a la calidad debido al aporte actual al mercado interno e internacional (Piloso-Chávez et al., 2020).



### **1.3. Fundamentos teóricos**

Modelos matemáticos: Conjunto de ecuaciones de un sistema, que puede adoptar diferentes formas dependiendo de las circunstancias del sistema. Para el uso eficaz de un modelo matemático puede realizarse mediante diversos recursos analíticos con la tecnología (Ogata Katsuhiko, 2003).

Programación lineal: técnica de optimización en que se disputa la obtención de mejor rendimiento de una cantidad de productos por un conjunto de recursos que presentan limitaciones. Su aplicación se puede ver reflejada en estructuras industriales, financieros, mercadeo, entre otros (Guerrero-Salas, 2022).

Transporte: Movimiento de al menos un metro de una persona, herramienta o equipo, además se identifica con sinónimos de traslado, cambio, movilizar, desplazar, entre otros (Gómez-Gómez & Brito-Agilar, 2020).

Costos de distribución: Es el costo definido por las actividades específicas de traslado de producción al sector consumo, esta acción es común de empresas distribuidoras sea minorista o de escala mayor, sin embargo, empresas industriales la operan de manera adicional (Reveles-López, 2019).

Programación de distribución: encargada de la optimización de la asignación de tareas a realizar con los recursos disponibles, teniendo como objetivo optimizar el flujo de productos de centro-usuarios (Villamarín-Padilla et al., 2019).

### **1.4. Recapitulación del capítulo I**

Dentro del capítulo los modelos de transporte son considerados como el conjunto de herramientas y técnicas de optimización para el movimiento de mercancías. La finalidad del modelo se basa diagnosticar un plan estratégico para la influencia de la reducción de los costos de envío con la programación de un modelo matemático se identifican las variables y restricciones para cada situación de una institución. La revisión sistemática mediante la metodología análisis bibliométrico demuestra la importancia en el entorno empresarial la trascendencia de la investigación mediante las preguntas ¿Como los modelados de transporte permiten la minimización de costos de distribución? Bajo este contexto, se exterioriza la influencia de los diseños de rutas para la eficacia del sistema productivo

específicamente en su distribución mediante la modelación matemática y herramientas software se exteriorizo la optimización de recursos conllevando la reducción de costos finales. De acuerdo a las variables de estudio se toma en consideración el inadecuado manejo de programación de rutas dentro de la empresa de estudio.

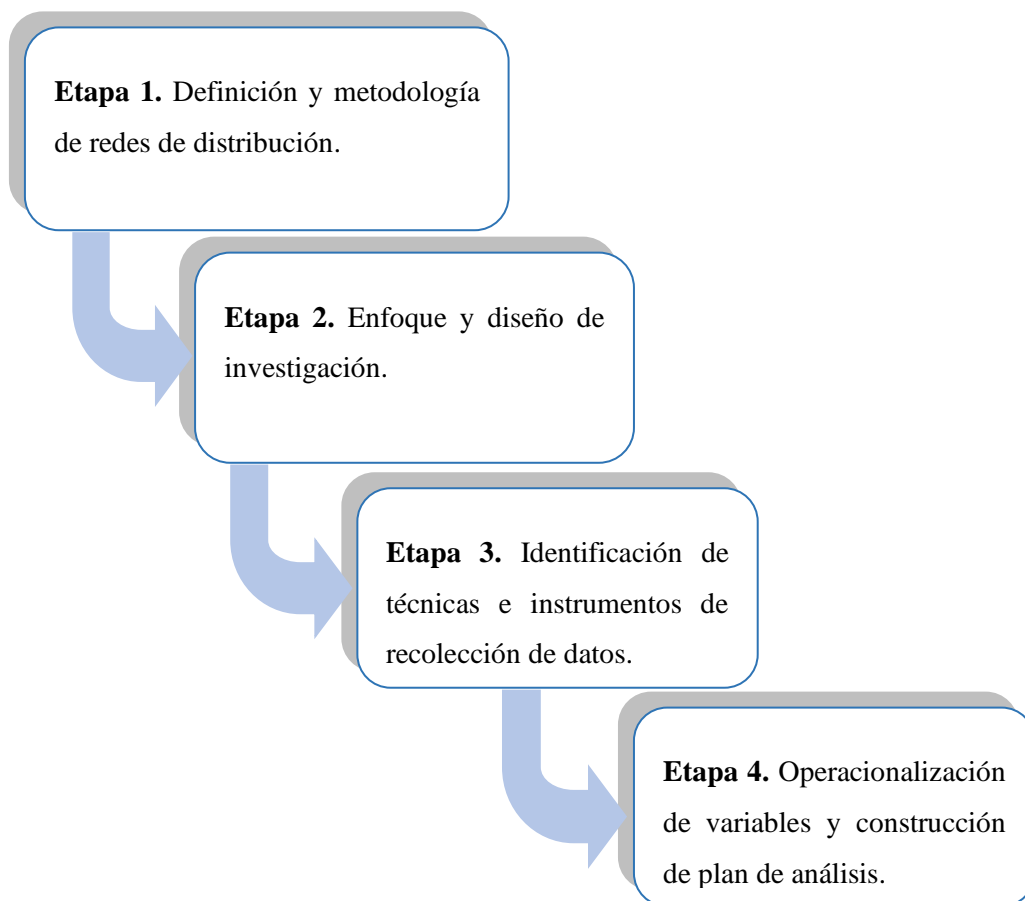
## CAPÍTULO II

### MARCO METODOLÓGICO

#### 2.1. Marco metodológico

Para la metodología el presente trabajo toma en consideración artículos científicos ya antes revisado, que tienen concordancia al modelamiento de transporte referente a los costos de distribución en la empresa Chifladitos provincia de Santa Elena, llevando a cabo el siguiente procedimiento.

*Figura 5. Procedimiento metodológico*



**Nota:** Elaborado por el autor

#### 2.1.1. Definición de modelo de redes de distribución

Un sistema de redes de distribución surge ante la necesidad de enlazar puntos de producción (localización de planta productora) hasta punto destino (cliente). La distribución puede ser

traslada mediante diferentes modos de transporte (transporte terrestre, aéreo, marítimo, fluvial o ferrocarril), mediante este proceso pueden existir varias paradas o nodos antes de llegar a la asignación final. El modelo está asociado al modelo de transporte y modelo de asignación (Estrada-Romeu, 2007).

Una red de distribución logística está compuesta por un conjunto de proveedores, plantas productivas, intermediario (almacén), centros de distribución y puntos de ventas. Debido al problema de redes de distribución se plantea un modelo que ayude a estimar la cantidad correcta que se debe trasladar, debido a que tiene como principales objetivos: minimizar el costo de la red de distribución y maximizar la satisfacción del consumidor mediante su satisfacción demandada (Gámez-Albán et al., 2017).

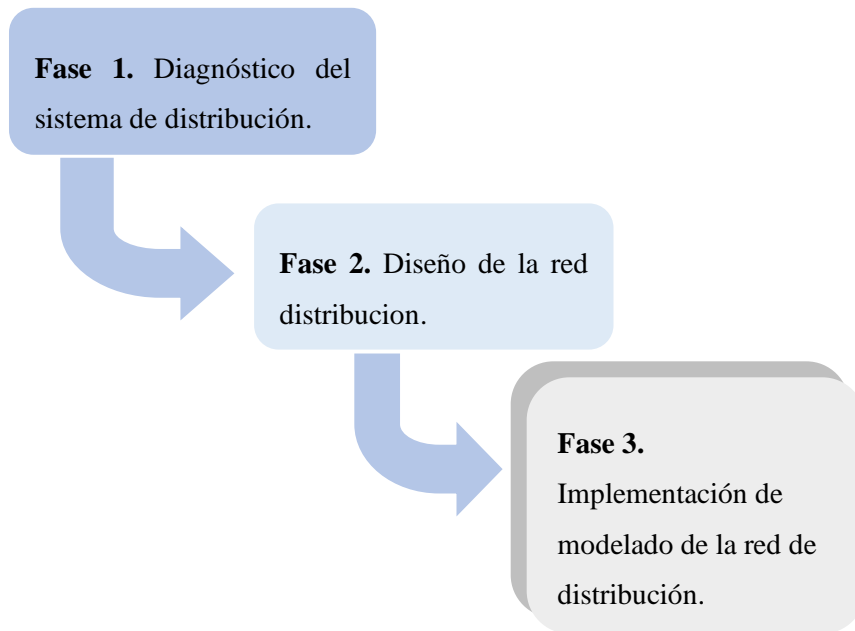
### **2.1.2. Metodología de redes de distribución**

La metodología es un conjunto de métodos, mecanismo o procedimientos racionales para el logro de un objetivo mediante la toma de decisiones (Pardinas, 1989). Mediante el análisis de estudios que permiten la modelación se basan en abarcar las siguientes fases: 1) Caracterización de la variable o tema de estudio 2) Recolección de datos 3) Formulación del modelo matemático 4) Evaluación del modelo y análisis de resultados.

Regularmente dentro de la cadena de suministro para en el diseño de una red de distribución logística se consideran aspectos de localización, utilización de vehículos y frecuencia de flujo de productos. De la misma forma aspectos como la demanda, capacidad de almacenamiento y a su vez los costos que incurren en la red de traslado (Gámez-Albán et al., 2017).

Bajo este contexto la metodología a implementar para resolver el problema de costos de distribución en la empresa dedicada a la producción de snack se muestra en la siguiente figura:

*Figura 6. Metodología de redes de distribución*



**Nota:** Elaborado por el autor basado en revisión bibliográfica

**Fase 1:** En el proceso de diagnóstico del sistema de distribución se consideró los siguientes apartados:

- Obtención de información de procedimiento actual del sistema de distribución.
- Análisis de ruta actual del sistema de distribución (conocimiento de clientes, ubicación de los clientes, rutas y costos de la ruta actual).
- Establecimiento de costos de distribución de ruteo actual de la empresa.

**Fase 2:** Para el diseño del modelo propuesto se considera las variables y parámetros, además de identificar la función objetivo y restricciones mediante los siguientes apartados:

- Análisis de factibilidad del diseño y su respectivo desarrollo informático.

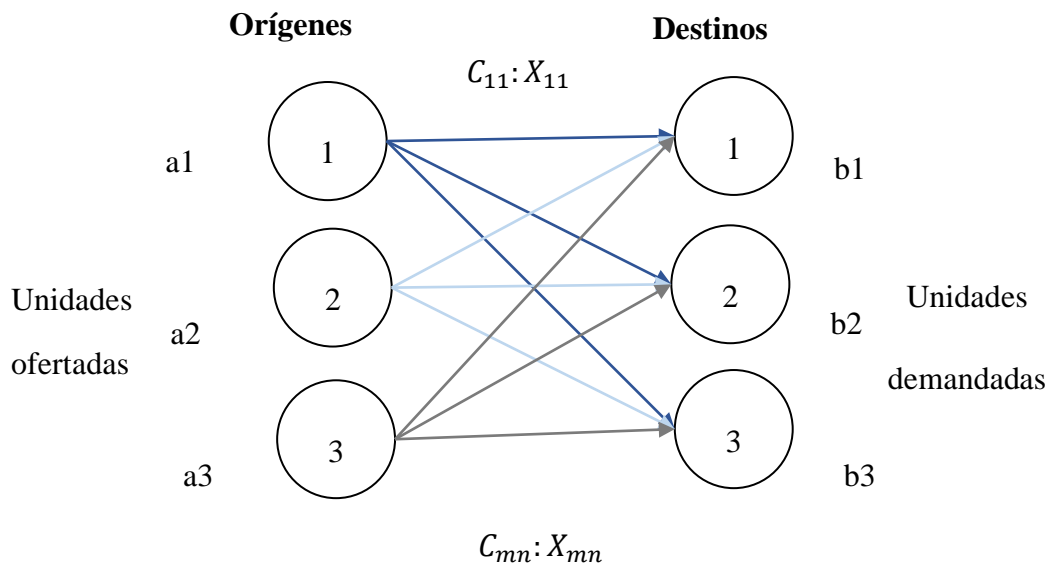
**Fase 3:** Ya realizado el modelo matemático se implementa y se analiza además los resultados con el uso de la técnica informática Lingo 20.0 mostrando los resultados y las recomendaciones de la implementación.

- Implementación de nueva red de distribución logística.

### 2.1.1.1. Modelo de transporte y su variación modelo de transbordo

El propósito del modelo de transporte es determinar un plan para satisfacer la demanda desde varias fuentes a varios destinos a un costo mínimo. El modelo de transporte señala solución cuando la oferta (O) sea igual a la demanda (D) como en la siguiente representación (Cárdenas-Escobar et al., 2021a).

**Figura 7.** Representación del modelo de transporte



**Nota:** Elaborado por el autor en base a revisión bibliográfica.

$$\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j$$

Definición matemática:

$$Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij} X_{ij}$$

Sujeto:

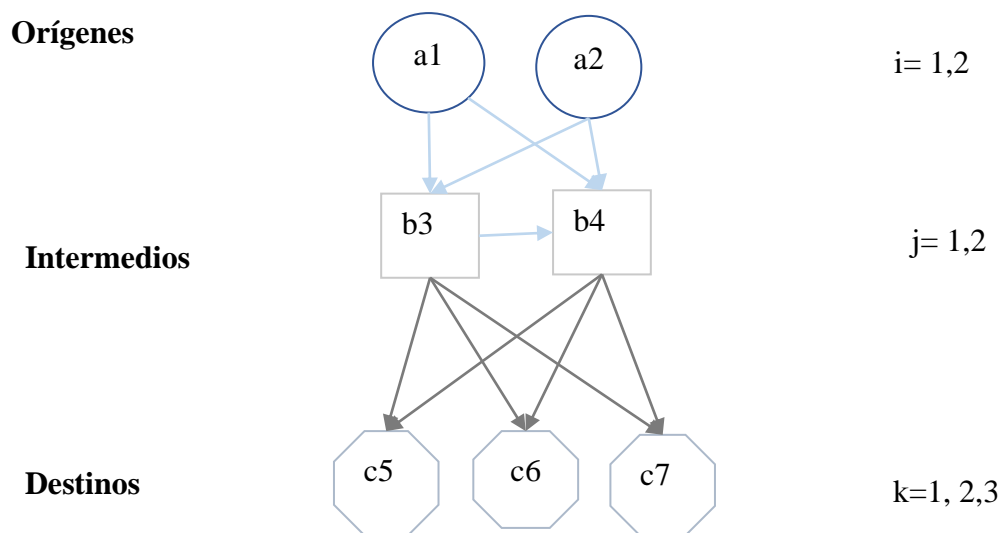
$$\sum_{j=1}^n X_{ij} = a_i; i = 1, \dots, m$$

$$\sum_{i=1}^m X_{ij} = b_j; j = 1, \dots, n$$

$$X_{ij} \geq 0; \forall_{ij}$$

Debido a la complejidad en los procesos de distribución ha demandado el desarrollo de variaciones de modelo clásico de transporte, como el modelo de transbordo, el cual difiere de tradicional por tener nosotros intermedios o transistores, representado mediante la siguiente figura:

**Figura 8.** Modelo de problema transporte con transbordo



**Nota:** Elaborado por el autor en base a revisión bibliográfica.

Definiéndose a continuación:

Variables:

$X_{ij}$  = Cantidad a enviar desde el nodo origen  $a_i$  hasta el nodo transbordo  $b_j$

$Y_{jk}$  = Cantidad a enviar desde el nodo transbordo  $b_j$  hasta el nodo destino  $v_k$

Las variables del modelado en figura 8 se representa de la siguiente manera:

$X_{13}$  = Cantidades de unidades enviadas desde O1 a T1

$X_{14}$  = Cantidades de unidades enviadas desde O1 a T2

$X_{23} =$  Cantidades de unidades enviadas desde O2 a T1

$X_{24} =$  Cantidades de unidades enviadas desde O2 a T2

$X_{34} =$  Cantidades de unidades enviadas desde T1 a T2

$X_{35} =$  Cantidades de unidades enviadas desde T1 a D1

$X_{36} =$  Cantidades de unidades enviadas desde T1 a D2

$X_{46} =$  Cantidades de unidades enviadas desde T2 a D2

$X_{47} =$  Cantidades de unidades enviadas desde T2 a D3

$X_{56} =$  Cantidades de unidades enviadas desde D1 a D2

$X_{67} =$  Cantidades de unidades enviadas desde D2 a D3

Costos asociados:

$C1_{ij} =$  Costo a enviar desde el nodo origen  $a_i$  hasta el nodo transbordo  $b_j$

$C2_{jk} =$  Costo a enviar desde el nodo transbordo  $b_j$  hasta el nodo destino  $c_k$

Función objetivo:

$$Z = \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^2 C1_{ij} X_{ij} + \sum_{j=1}^2 \sum_{k=1}^3 C2_{jk} Y_{jk}$$

Restricción oferta:

$$\sum_{j=1}^2 X_{ij} \leq a_i; i = 1, \dots, 2$$

$$V1 = X_{13} + X_{14}$$

$$V2 = X_{23} + X_{24}$$

Restricción capacidad:

$$\sum_{i=1}^2 X_{ij} \leq b_j; j = 1, \dots, 2$$



Restricción demanda:

$$\sum_{j=1}^2 Y_{jk} = c_k; k = 1, \dots, 3$$

$$Y_3 = X_{47} + X_{67}$$

Restricción de equilibrio del flujo:

$$\sum_{i=1}^2 X_{ij} \geq \sum_{k=1}^3 Y_{jk}; j = 1, \dots, 2$$

Restricción de no negatividad:

$$X_{ij} \geq 0, Y_{jk} \geq 0; \forall_{ijk}$$

### **2.1.1.2. Aspectos estratégicos**

La planificación estratégica en la distribución se relaciona con las localizaciones y la estructura del sistema de transporte, planteando así preguntas como: ¿Cuántos centros de acopio existen?, ¿Son centros de acopio propios?, ¿La operación de transporte se realiza con vehículos propios? ¿Cuántos y que tipo de vehículos cuenta la empresa?, considerando que dichos aspectos generan costos como el pago de servicios básicos, sueldo de personal, impuestos y alquiler existen varias estrategias de distribución entre ellas se mencionan repartos intensiva, selectivas, exclusivas, directa e indirecta. Las estrategias de distribución responden a las condiciones que la organización maneje y le resulte en el reflejo de la minimización de costos de distribución.

### **2.1.3. Enfoque de investigación**

Para el desarrollo de la metodología de la investigación se empleó el estado de arte (Capítulo 1), donde se constató que existe una influencia en la distribución aplicando modelos de optimización de costos de transporte, mediante el aporte de estrategias, técnicas y herramientas metodológicas se determinó que el estudio tiene enfoque cuantitativo con la finalidad de obtener un estudio con alcance descriptivo y correlacional. Por lo tanto, se aplicó

con orientación numérica, el cual permite cuantificar y transmitir de mejor forma un reporte de estudio.

De acuerdo a Hernández-Sampieri et al., (2014) el método cuantitativo busca especificar las cualidades de un fenómeno o en el caso de estudio de un proceso, con la intención de medir o recoger información de forma independiente sobre las variables. En la investigación el método nos permite recoger información mediante técnicas como la encuesta, para facilitar la obtención de datos necesarios para el modelamiento matemático y su vez en la aplicación del software, para posteriormente analizar mediante la estadística los resultados de la ruta optima de distribución.

#### **2.1.4. Diseño de investigación**

El trabajo de investigación tiene un enfoque cuantitativo, mediante el cual según Hernández-Sampieri et al., (2014) utiliza diseños para analizar autenticidad de la hipótesis formulada en un contexto individual. De acuerdo a la literatura sobre la investigación cuantitativa se clasifica el diseño de investigación en dos obras: investigación experimental e investigación no experimental. El diseño no experimental asocia el proceso de esta investigación el cual se basa en el análisis de datos recolectados, evaluación de fenómeno en un tiempo determinado y la determinación de la relación de las variables de estudio.

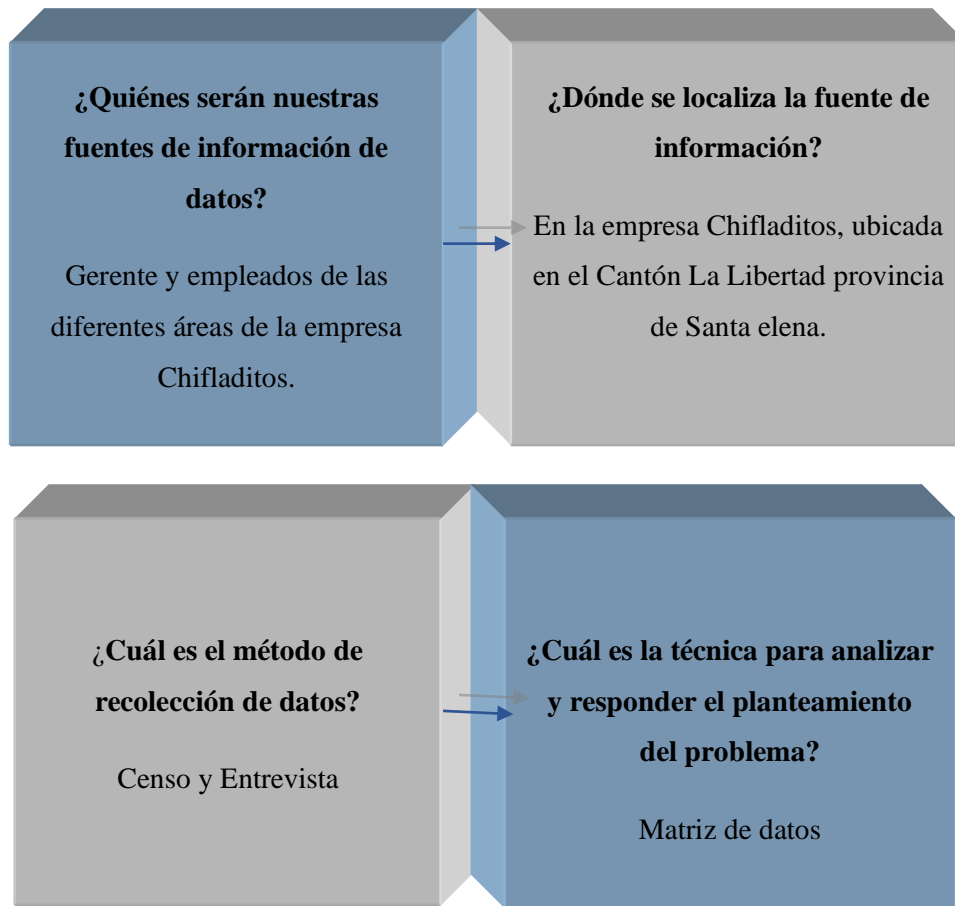
Bajo este contexto, el estudio orienta a un diseño retrospectivo debido a que enfatizan el vínculo de anteriores estudios y las mejoras que se suscitaron mediante el proceso.

- Investigación descriptiva: Tiene como objetivo en el estudio indagar la incidencia de las variables independiente y dependientes, es decir (los modelos de transporte y la minimización de costos de distribución), para proporcionar una descripción de actividades, procesos o herramientas que tiene el alcance de la investigación.
- Investigación correlacional: Su finalidad es describir la relación de la variables independiente y dependiente en un momento determinado sin establecer una explicación completa, solo aporta indicios de probables causas de un suceso.

#### **2.1.5. Método de recopilación de información**

Hernández-Sampieri et al., (2014) detalla un plan de procedimiento para la recolección de basándose en el siguiente diagrama:

*Figura 9. Plan de recolección de datos*



**Nota:** Elaborado por el autor basado en (Hernández-Sampieri et al., 2014)

- Entrevista

La entrevista fue dirigida al Sr. Carlos Saúl Romero propietario de la empresa Chifladitos, las preguntas fueron abiertas, debido a la necesidad de información sobre la producción y costos de traslado de productos desde la planta productora a sucursales y posteriormente clientes.

- Censo

El censo es dirigido a los empleados de las diferentes áreas de aplicación de la empresa Chifladitos, se realizaron preguntas cerradas para el diagnóstico del sistema de distribución que maneja para el conocimiento de su problemática.

Un censo en una organización suele abarcar en su totalidad a todos sus empleados con la intención de tomar en consideración su opinión sin su exclusión (Hernández-Sampieri et al., 2014). El criterio estadístico por conveniencia según en la investigación (Scribano, 2007) , nos da apertura a la selección arbitraria de acuerdo a la disponibilidad de personal.

El censo que se determinó en el estudio fue focalizado al gerente y todos los trabajadores de las diferentes áreas de la empresa Chifladitos, debido que ellos cuentan con la información necesaria de los procesos, referente a los datos que requiere el modelo matemático.

**Tabla 9.** Censo al personal de áreas

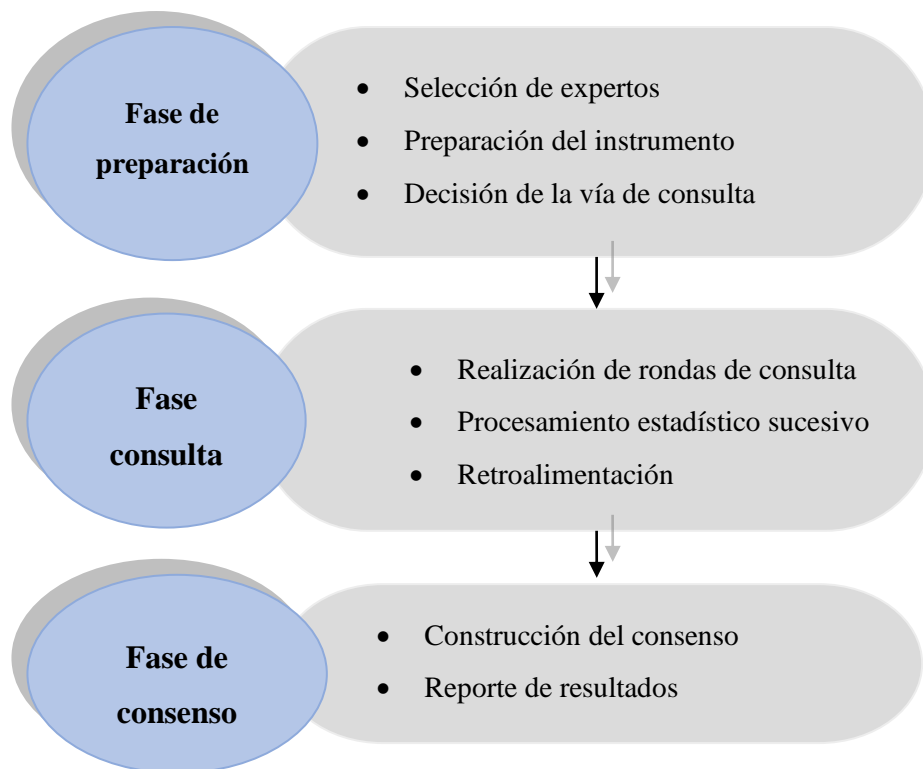
Áreas de la empresa Chifladitos	Personal de áreas	Porcentaje de contribución
Administrativa	2	11%
Almacén	3	16%
Ventas	1	5%
Despacho	4	21%
Producción	9	47%
Total	19	100%

*Nota:* Elaborado por el autor

### 2.1.6. Técnica de recopilación de información

Basándonos en los métodos de recolección de datos el estudio implementa como técnica la encuesta y la entrevista mediante preguntas abiertas y cerradas, dependiendo del tipo de información que se requiera. El proceso de cuestionario se llevó a cabo mediante el diagnóstico por el método Delphi, el cual, según García et al., (2013) es una metodología utilizada para la recolección sistemáticamente de juicios de especialistas sobre un problema con la finalidad de obtener información fiable y mediante recursos estadísticos construir un acuerdo común. El objetivo es obtener datos reales que ayuden al modelado matemático y que este se verifique mediante herramientas tecnológicas como el software Lingo 20.0.

**Figura 10.** Fases de sistematización del procedimiento de realización del método Delphi



**Nota:** Elaborado por el autor con base (García et al., 2013)

### 2.1.7. Instrumento de recopilación de información

Hernández-Sampieri et al., (2014) detalla los diferentes instrumentos de recolección de datos como: tipos de observación, entrevistas, casos de estudio, historial de vida, entre otros. Sin embargo, debido a las técnicas de recolección de datos se utilizó el siguiente instrumento:

- Entrevista:
  - Guía de entrevista: Tiene la finalidad que recabar información sobre el sistema de transporte empleado para responder la problemática de los costos de distribución en la empresa Chifladitos.
- Censo:
  - Cuestionario: La construcción de preguntas fueron dirigidas para la obtención de respuestas cerradas, para conseguir información concreta y claras del proceso de distribución de la empresa Chifladitos. Debido a los grandes conjuntos de datos el software IBM Statistics SPSS 25 nos ayudara analizar y comprender de mejor forma los datos. Además, para medir la confiabilidad el

coeficiente alfa de Cronbach evaluará la magnitud en que los ítems están relacionados.

### 2.1.8. Variables del estudio

De acuerdo Kimble et al., (2002) la variable independiente es un factor experimental que no depende de la otra variable, posteriormente la variable dependiente aquella que se mide y depende de las variaciones de la variable independiente.

- Variable Independiente: Modelo de transporte.
- Variable Dependiente: Minimización de costos.

### 2.1.9. Operacionalización de las variables (modelo de transporte-costos de distribución)

*Tabla 10. Operacionalización de variables*

Variable independiente	Concepto	Categoría	Indicadores	Técnica e instrumentación
Modelo de transporte	Modelo que determina el mejor patrón envío desde varios puntos de orígenes a varios puntos de destinos, con la finalidad de minimizar los costos de producción y transporte (Heizer & Render, 2004)	Estrategia	Número de vehículos disponibles  Cantidad de mercancías por cada unidad de vehículo Pedidos entregados en forma completa Pedidos entregados a tiempo Distribución Transporte	Encuesta y entrevista
Costos de distribución	EL costo de distribución es el valor que se genera mediante el traslado de productos terminados como traslado de inventario de productos terminados. Siendo así el costo más	Distribución	Nivel de viaje por vehículo Nivel de operación por unidad Nivel de inactividad por unidad	Encuesta y entrevista

representativo de los costos logísticos (Estrada-Mejía et al., 2010).

Kilómetros por ruta predeterminada

**Nota:** Elaborado por el autor.

### 2.1.10. Proceso de recopilación de información

El plan de análisis nos ayuda a considerar mediante los objetivos propuesto la revisión de los resultados esperados, planteándose correspondientemente de la siguiente manera:

*Tabla 11. Plan de análisis de resultados*

Nº	Objetivo	Acciones	Herramientas de apoyo	Resultados esperados
1	<b>Objetivo 1:</b> Realizar un estudio sistemático mediante revisión bibliográfica por medio del análisis bibliométrico para el sustento de variables modelos de transporte y minimización de costos.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Revisión sistemática de la literatura.</li> <li>2. Examinar los modelos de transporte aplicados a diferentes autores.</li> <li>3. Asociar los casos de revisión literaria con la problemática de estudio.</li> </ol>	Revisión sistemática de la literatura.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Comprensión de los diferentes conceptos bases al tema de estudio.</li> <li>2. Relación de las metodologías aplicadas en las variables.</li> <li>3. Comprensión de las diferentes eventualidades de la problemática</li> </ol>
2	<b>Objetivo 2:</b> Establecer la metodología mediante actividades y técnicas utilizadas en procedimiento de investigación.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Estudiar metodología en base a los problemas de redes de distribución de la producción de snack.</li> <li>2. Entrevista para percibir la situación actual del manejo del sistema de distribución.</li> <li>3. Emplear la encuesta para la recolección de datos a los diferentes encargados de la empresa.</li> </ol>	Fiabilidad de los datos obtenidos en la recolección de datos Modelos de transporte en la distribución.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Obtención de fórmulas aplicar en el modelo matemático.</li> <li>2. Estratificación de la población a investigar.</li> <li>3. Identificación de los instrumentos y técnicas de recolección de datos.</li> </ol>

3	<p><b>Objetivo 3.</b> Proponer un modelo de transporte mediante el estudio de redes de distribución óptima para la reducción del costo de reparto.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Emplear las técnicas de recolección de datos por su fiabilidad.</li> <li>2. Software para la autenticidad de resultados</li> <li>3. Análisis de resultados y fiabilidad.</li> </ol>	<p style="text-align: center;">Software estadístico SPSS 25 aplicación método alfa de Cronbach</p> <p style="text-align: center;">Software Lingo 20.0</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Aplicación de un modelo de transporte que cumpla con las restricciones de cada variable.</li> <li>2. Obtención de rutas óptimas que minimice los costos de distribución de la empresa de snack.</li> </ol>
---	--	---	---	--

**Nota:** Elaborado por el autor.

## 2.2. Recapitulación del capítulo II

El capítulo II, respecta al análisis de la metodología de solución para los problemas de transporte debido a los altos costos de distribución. La metodología se basó en especificar el modelo de optimización a emplear, sus enfoques, técnicas e instrumentos para la validación de la investigación. Además, la especificación la población en la que se dirigirá el método de recolección de datos.

La metodología de investigación cumple un rol fundamental para estructuración de un marco metodológico para dar solución a la problemática de transporte que se distingue por (origen, intermedio y destino) por la programación lineal. Pues resulta ser un complemento para la obtención de resultados.



# **CAPÍTULO III**

## **MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **3.1. Marco de resultados**

Dentro de la sección se expone los datos obtenidos mediante la aplicación de la entrevista y encuesta realizada en la empresa Chifladitos de la Provincia de Santa Elena, demostrando a su vez la validez y fiabilidad de los instrumentos mediante el método Alfa de Cronbach en el programa IBM SPSS Statistics 25.

Dentro de la sección se menciona la hipótesis y se ejecuta el tercer objetivo planteado mediante la modelación matemática de un sistema de distribución, El proceso de modelado se basó mediante la metodología de redes de distribución que se describe en las siguientes actividades: i) Diagnostico del sistema de distribución, ii) Diseño de la red logística y iii) Implementación de modelado de la red de distribución.

Para el diseño de red de logística es necesario establecer un diagrama y tablas que represente el costo y cantidad de acuerdo a los nodos de origen a nodos transbordo y del nodo transbordos a nodo destinos, dichos datos formularan el modelamiento matemático estableciendo la función objetivo y las restricciones. Posteriormente mediante el software Lingo 20.0 establece el modelo de red de distribución óptimo para la empresa Chifladitos.

#### **3.1.1. Resultados de la entrevista**

La entrevista fue dirigida al Sr. Romero Moreno Carlos Saul, gerente de la empresa productora de snack Chifladitos en la provincia de Santa Elena. El cuestionario tuvo la intención de obtener información sobre el proceso productivo, priorizando el sistema de distribución de la empresa.

El cuestionario conto con respuestas abiertas para remarcar el punto de vista del entrevistado. De acuerdo a la información la empresa se dedica a la producción y distribución de productos fritos naturales, actualmente cuenta con la planta procesadora de snack, localizada en el sector las Colinas del cantón La Libertad, además con dos centros de distribución, ubicada en el cantón Santa Elena y La Libertad. Debido a aceptación de la empresa en el mercado se cuenta con veinte puntos de destino en la provincia, siete localizados en Santa Elena, ocho en

La Libertad y cinco en Salinas. Teniendo un comportamiento de demanda en aumento, las cuales se reflejan en la cantidad de unidades que vende dentro de la provincia, la cual se aproxima a 5.000 unidades semanales.

Los costos de transporte varían entre \$50,00 y \$60,00 diarios entre los centros de distribución y destinos, contando con el manejo de ruteo aleatorio al no disponer de un sistema de distribución establecido.

### **3.1.2. Resultado del censo**

#### **3.1.2.1. Procedimiento de evaluación y validez de instrumento**

La evaluación del instrumento de recolección de datos se realizó mediante el proceso de consenso prospectivo método Delphi, basado en las siguientes fases:

##### **Fase 1. Criterios de selección de expertos**

De acuerdo a la presente investigación los criterios de selección constituyeron en un aspecto clave para el establecimiento de candidatos que conformarían al grupo de experto de evaluación.

##### **Fase 2. Selección de expertos e invitación.**

De acuerdo a la utilización de criterios de exclusión se incluyeron a evaluadores a profesiones con conocimiento al tema de estudio. Contando con un grupo de validadores de 6 magísteres especialista en materia.

##### **Fase 3. Desarrollo del proceso de evaluación**

La valoración para un óptimo conceso para la construcción de un modelamiento de distribución se realizó mediante la revisión de dos rondas.

*Tabla 12. Valoración de revisión por expertos*

<b>Valoración para la construcción de un modelo de distribución</b>		
	<b>Validez</b>	
<b>Expertos</b>	<b>Ronda I</b>	<b>Ronda II</b>
<b>1</b>		X
<b>2</b>	X	

3		X
4		X
5	X	
6		X
Total	2	4

**Nota:** Elaborado por el autor

Además, se considera el análisis de frecuencia de las rondas de validación de instrumento por expertos.

**Tabla 13.** Análisis de frecuencia de las ronda de validación de instrumento

Rondas	Frecuencia	F. Acumulada	F. Relativa	%
I	2	2	0,333	33%
II	4	6	0,667	67%
Total	6		1	100%

**Nota:** Elaborado por el autor

### 3.1.2.2. Análisis de resultados de censo

**Pregunta 1** ¿Cree usted que se realiza en el sistema de distribución una óptima ejecución en la entrega de snack?

La Tabla 14, detalla que de un total de 19 trabajadores censados 13 señalaron que no se está realizando un sistema de distribución adecuado en la entrega del snack, posteriormente 6 indicaron que tal vez existe una realización óptima de distribución en la empresa.

**Tabla 14.** Sistema de distribución optima

**1.- ¿Cree usted que se realiza en el sistema de distribución una óptima ejecución en la entrega de snack?**

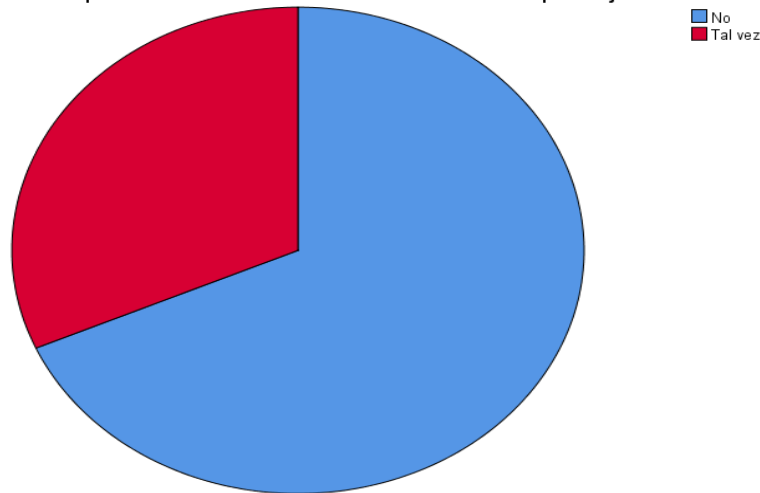
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	No	13	68,4	68,4	68,4
	Tal vez	6	31,6	31,6	100,0
	Total	19	100,0	100,0	

**Nota:** Datos resultantes del uso de software IBM SPSS Statistics 25

La Figura 11, representa un diagrama circular de un sistema de distribución donde el área con color azul con porcentaje del 68,4% indica que no se está realizando una distribución adecuada y el área con color rojo con porcentaje del 31,6% señala que tal vez se realiza un sistema óptimo en la entrega del snack.

**Figura 11. Sistema de distribución óptimo**

1.- ¿Cree usted que se realiza en el sistema de distribución una óptima ejecución en la entrega de snack?



**Nota:** Datos resultantes del uso de software IBM SPSS Statistics 25

**Pregunta 2** ¿Conoce como se puede mejorar el sistema de distribución mediante un modelo de transporte?

La Tabla 15, representa si existe el conocimiento de cómo mejorar un sistema de distribución mediante el método de transporte. Presentando así, 16 resultados de trabajadores que no tiene el conocimiento y 3 trabajadores que tal vez conocen de como modelar un sistema de distribución con los parámetros de la organización.

**Tabla 15. Mejora de distribución mediante un modelo de transporte**

**2.- ¿Conoce como se puede mejorar el sistema de distribución mediante un modelo de transporte?**

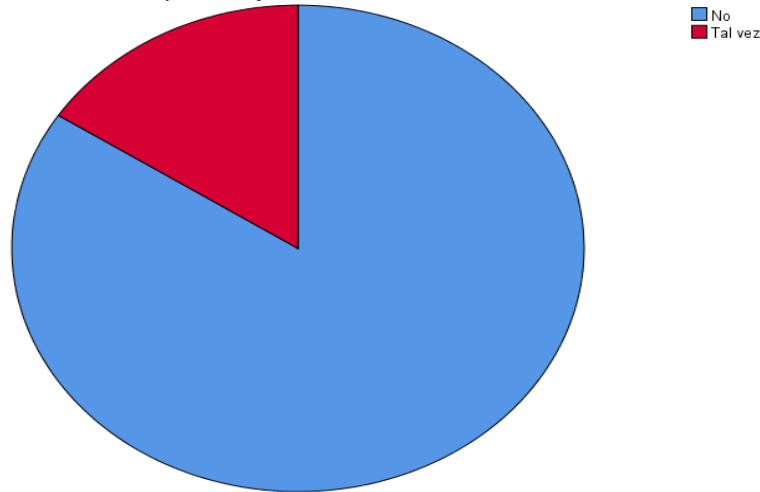
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	No	16	84,2	84,2	84,2
	Tal vez	3	15,8	15,8	100,0
	Total	19	100,0	100,0	

**Nota:** Datos resultantes del uso de software IBM SPSS Statistics 25

La Figura 12, representa los porcentajes de conocimiento en trabajadores sobre el método de transporte. De acuerdo al diagrama circular el área de color azul representado con el 84,2% se indica que los trabajadores no tienen conocimiento de mejorar el sistema de reparto mediante el método de transporte, sin embargo, el 15,8% tal vez tiene conocimiento del modelamiento de transporte.

**Figura 12.** Mejora de distribución mediante un modelo de transporte

2.- ¿Conoce como se puede mejorar el sistema de distribución mediante un modelo de transporte?



**Nota:** Datos resultantes del uso de software IBM SPSS Statistics 25

**Pregunta 3** ¿Cuál es el transporte del snack?

El transporte del snack puede realizarse mediante diferentes modos, considerando la forma de transporte por vehículo propio y por flete. La Tabla 16, indica el tipo de vehículo que la empresa utiliza para transporte del producto, señalando en su totalidad por los trabajadores que los vehículos en uso son propios de la empresa.

**Tabla 16.** Tipo de transporte del snack

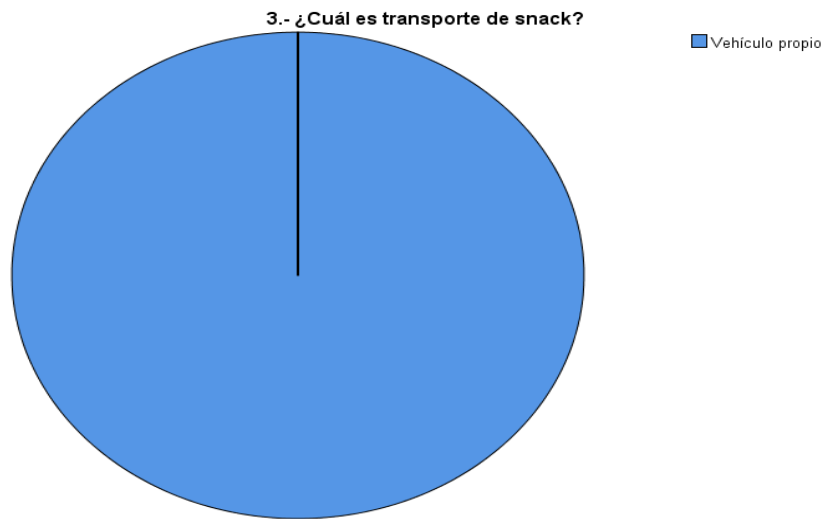
**3.- ¿Cuál es el transporte del snack?**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Vehículo propio	19	100,0	100,0	100,0

**Nota:** Datos resultantes del uso de software IBM SPSS Statistics 25

La Figura 13, representa el diagrama circular respecto al tipo de vehículo que se utiliza en el transporte del producto, presentando resultados unánimes en un porcentaje del 100% de los censados respecto a que los vehículos utilizados son propiedades de la empresa Chifladitos.

**Figura 13.** Tipo de transporte del snack



**Nota:** Datos resultantes del uso de software IBM SPSS Statistics 25

**Pregunta 4** ¿Con cuántos vehículos cuenta la empresa?

Las organizaciones debido a estimaciones actuales o proyección futura cuentan con diferentes cantidades de propiedades de bienes. La Tabla 17, detalla la cantidad de vehículos que la empresa Chifladitos utiliza en la distribución del producto. Los 19 trabajadores censados indicaron que se cuenta con dos vehículos para el transporte del snack.

**Tabla 17.** Cantidad de vehículo de la empresa

**4.- ¿Con cuántos vehículos cuenta la empresa?**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido dos vehículos	19	100,0	100,0	100,0

**Nota:** Datos resultantes del uso de software IBM SPSS Statistics 25

La Figura 14, mediante un diagrama circular detalla la cantidad de vehículos de propiedad de la empresa Chifladitos, indicando mediante un porcentaje del 100% que la empresa cuenta con la cantidad de dos vehículos para la distribución.

**Figura 14.** Cantidad de vehículos de la empresa



Nota: Datos resultantes del uso de software IBM SPSS Statistics 25

**Pregunta 5** ¿Frecuencia de salida de vehículos diarios?

De acuerdo a la demanda en la localización y la preferencia del producto provoca que la empresa tenga diferentes frecuencias de salidas. La Tabla 18, indica la frecuencia de salidas diarias que tiene los vehículos para la distribución del snack. Del total de 19 trabajadores censados, 14 detallaron que la frecuencia se estima aproximadamente entre 3-6 salidas días, consecutivamente 3 indicaron que existen 1-3 salidas y 2 que existen de 6-9 salidas diarias.

**Tabla 18.** Frecuencia de salida de vehiculos

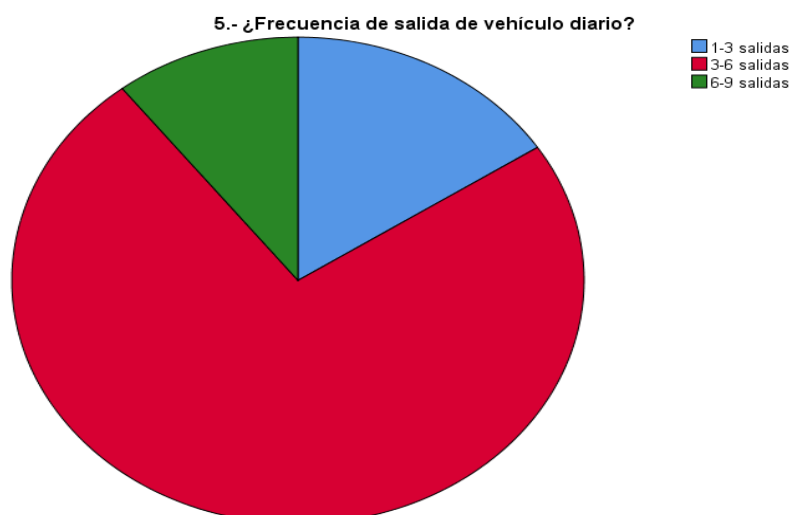
**5.- ¿Frecuencia de salidas de vehículos diario?**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido 1-3 salidas	3	15,8	15,8	15,8
3-6 salidas	14	73,7	73,7	89,5
6-9 salidas	2	10,5	10,5	100,0
Total	19	100,0	100,0	

Nota: Datos resultantes del uso de software IBM SPSS Statistics 25

La Figura 15, representa mediante un diagrama circular las frecuencias de salidas de vehículos en la empresa Chifladitos. Los trabajadores del establecimiento indican con mayores indicaciones y representado con el 73,7% al área roja a frecuencia de 3-6 salidas, posteriormente con el 15,8% al área azul de 1-3 salidas y con 10,5% al área verde a la frecuencia de 6-9 salidas de la planta productora.

**Figura 15.** Frecuencia de salida de vehículos



Nota: Datos resultantes del uso de software IBM SPSS Statistics 25

**Pregunta 6** ¿Cuál es la capacidad del vehículo?

La Tabla 19, representa la capacidad del vehículo respecto a las fundas de snack. De los 19 trabajadores censados, 13 indicaron que la disponibilidad del vehículo es 3.000 fundas, posteriormente 5 señalan que la capacidad llega a las 4.000 fundas y 1 trabajador indico que el vehiculo solo puede contender 2.000 fundas de snack.

*Tabla 19. Capacidad del vehículo*

**6.- ¿Cuál es la capacidad del vehículo con respecto a las fundas de snack?**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	2.000 fundas de snack	1	5,3	5,3	5,3
	3.000 fundas de snack	13	68,4	68,4	73,7
	4.000 fundas de snack	5	26,3	26,3	100,0
	Total	19	100,0	100,0	

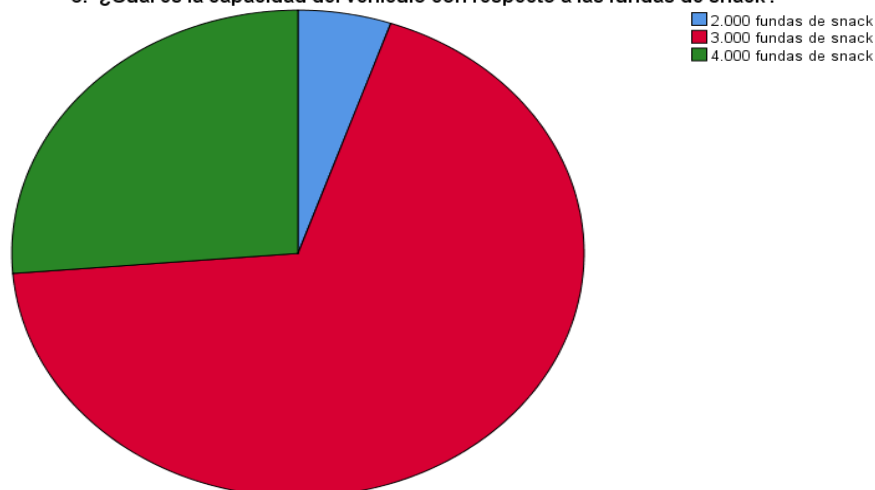
Nota: Datos resultantes del uso de software IBM SPSS Statistics 25

La Figura 16, representa mediante un diagrama circular la capacidad del vehículo. Los resultados señalan con mayor representacion al área roja con el 68,4%, seguido del área verde con 26,3% y el área azul respecto a 5,3%. Concluyendo por mayores indicanes que la capacidad aproximada ronda entre las 3.000 fundas de snack.

*Figura 16. Capacidad del vehículo*



6.- ¿Cuál es la capacidad del vehículo con respecto a las fundas de snack?



Nota: Datos resultantes del uso de software IBM SPSS Statistics 25

**Pregunta 7** ¿Costo de transporte desde la planta hacia los puntos de distribución?

Los costos de transporte dependen de diferentes situaciones, como la situación del país hasta la lógica que maneja la empresa. La Tabla 20, detalla los valores del costo aproximado de transporte que maneja desde la planta productora y sucursales. De 19 personas encuestadas, 16 señalan que su valor ronda entre \$5,00-\$10,00 diarios, posteriormente 3 trabajadores indican que su valor se aproxima entre los \$10,00-\$20,00 semanales.

Tabla 20. Costo de transporte desde la planta a puntos de distribución

7.- ¿Cuál es el costo de transporte desde la planta productora hacia sus puntos de distribución?

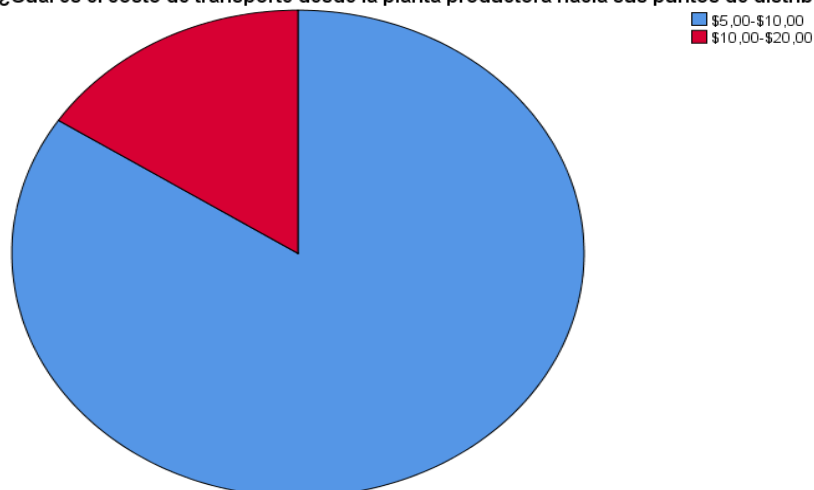
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	\$5,00-\$10,00	16	84,2	84,2	84,2
	\$10,00-\$20,00	3	15,8	15,8	100,0
	Total	19	100,0	100,0	

Nota: Datos resultantes del uso de software IBM SPSS Statistics 25

La Figura 17, mediante un diagrama circular representa los costos de transporte que se otorga en la distribución desde la planta productora a los puntos de sucursales o puntos de distribución. Señalando con mayor representación con area roja respecto al 84,2% y con area azul figurando el 15,8%.

Figura 17. Costo de transporte desde planta a puntos de distribución

7.- ¿Cuál es el costo de transporte desde la planta productora hacia sus puntos de distribución?



**Nota:** Datos resultantes del uso de software IBM SPSS Statistics 25

**Pregunta 8** ¿Costo de transporte desde los puntos de distribución al cliente?

Debido a que los clientes de la empresa Chifladitos se localizan en diferentes localizaciones de la provincia de Santa Elena existen variaciones del costo de transporte debido a diferentes situaciones. La Tabla 21, detalla los costos relacionados al transporte del producto desde las sucursales al cliente. Del total de 19 trabajadores censados, 16 trabajadores señalan que el costo aproximado oscila en \$50,00-\$60,00, posteriormente 3 trabajadores señalan que su valor ronda en \$30,00-\$40,00.

*Tabla 21. Costo desde los puntos de distribución a clientes*

**8.- ¿Cuál es el costo de transporte desde los puntos de distribución hacia los clientes?**

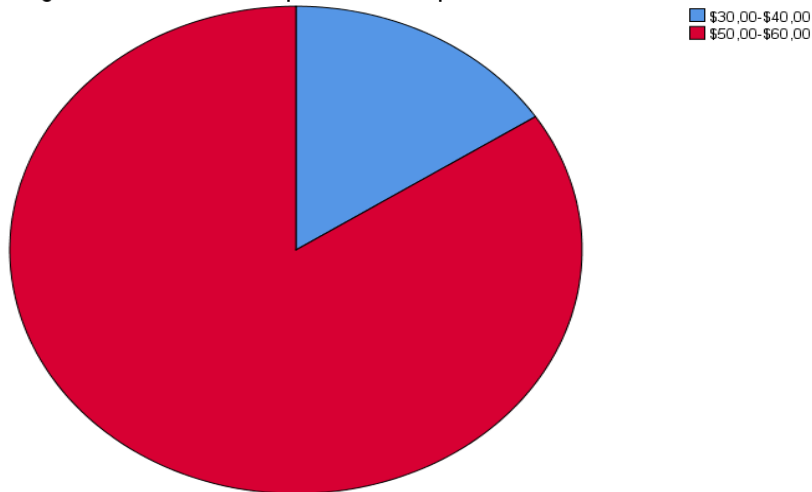
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido \$30,00-\$40,00	3	15,8	15,8	15,8
\$50,00-\$60,00	16	84,2	84,2	100,0
Total	19	100,0	100,0	

**Nota:** Datos resultantes del uso de software IBM SPSS Statistics 25

La Figura 18, mediante el diagrama circular representa los costos de transporte que se atribuyen a la distribución del producto desde las sucursales a los diferentes clientes en la provincia de Santa Elena. El área roja representa el 84,2%, y el área azul que señala el 15,8%. Concluyendo por mayor selección que los costos desde los puntos de distribución a clientes se aproximan entre \$50,00 a \$60,00.

**Figura 18.** Costo de distribución desde los puntos de distribución a clientes

8.- ¿Cuál es el costo de transporte desde los puntos de distribución hacia los clientes?



**Nota:** Datos resultantes del uso de software IBM SPSS Statistics 25

**Pregunta 9** ¿Precio de la unidad de snack?

La unidad de snack puede variar de debido a diversas circunstancias, entre ellos la elevación o disminución de los costos de la materia prima. La Tabla 22, muestra que la totalidad de los 19 trabajadores indican que el valor ronda entre \$0,50- \$1,00 de acuerdo a la situación que la empresa maneja.

**Tabla 22.** Precio de la unidad de snack

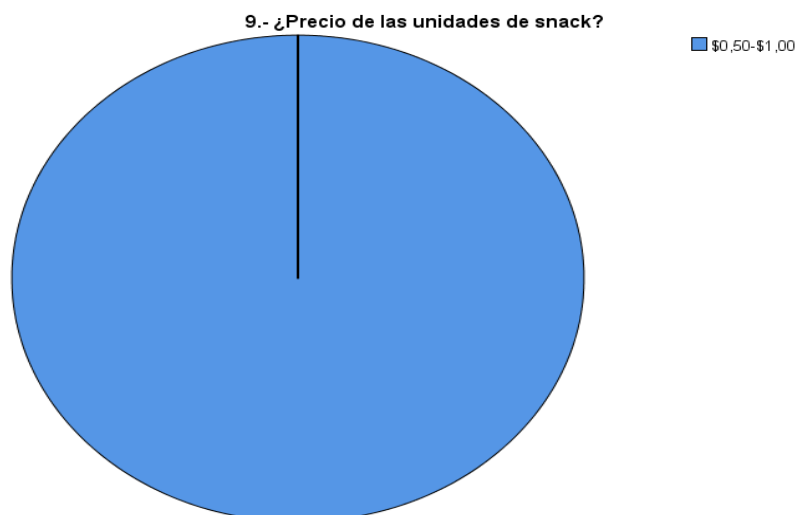
**9.- ¿Precio de las unidades de snack?**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	\$0,50-\$1,00	19	100,0	100,0	100,0

**Nota:** Datos resultantes del uso de software IBM SPSS Statistics 25

La Figura 19, mediante un diagrama circular representa el precio de la unidad de snack que la empresa Chifladitos maneja, de forma unánime el 100% determinado por el área sombreada azul se indicó que el valor se acopla a los \$0,50-\$1,00.

**Figura 19.** Precio de la unidad de snack



**Nota:** Datos resultantes del uso de software IBM SPSS Statistics 25

**Pregunta 10** ¿Cantidad de snack que se vende dentro de la provincia?

Actualmente la demanda del snack ha incrementado, provocando el aumento de ventas. La Tabla 23, representa la cantidad que la empresa Chifladitos vende dentro de la provincia. De los 19 trabajadores censados, 17 indicaron que la cantidad varía entre 4.000-5.000 unidades semanales, y 2 señalan que varía entre 3.000-4.000 fundas semanales.

**Tabla 23.** Cantidad de producto que se vende en la provincia

**10.- ¿Cantidades de snack que vende la empresa semanal dentro de la provincia de Santa Elena?**

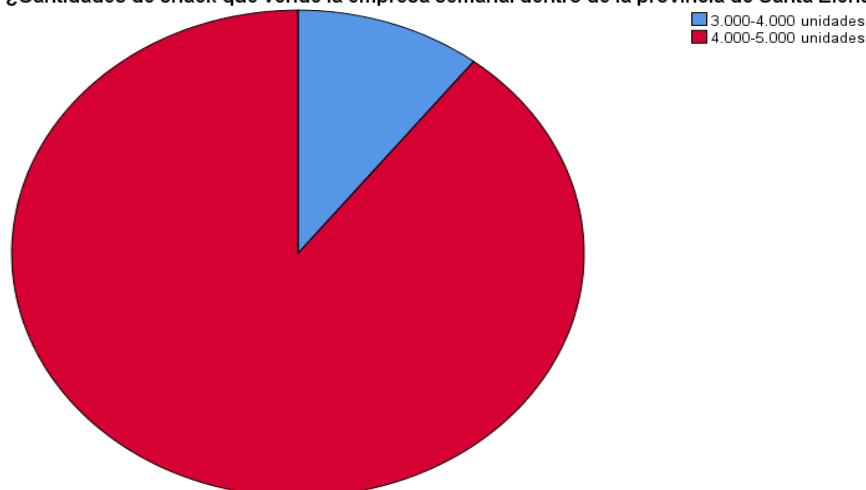
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	3.000-4.000 unidades	2	10,5	10,5	10,5
	4.000-5.000 unidades	17	89,5	89,5	100,0
	Total	19	100,0	100,0	

**Nota:** Datos resultantes del uso de software IBM SPSS Statistics 25

La Figura 20, mediante un diagrama circular se representa las unidades que la empresa vende en la provincia de Santa Elena. El área roja equivalente al 89,5% de trabajadores censados se indica que las ventas varían entre 4.000-5.000 fundas, y área azul siendo 10,5% se señaló que las unidades que se vende semanal varían entre 3.000-4.000 fundas de snack.

**Figura 20.** Cantidad de producto que se vende en la provincia

10.- ¿Cantidades de snack que vende la empresa semanal dentro de la provincia de Santa Elena?



Nota: Datos resultantes del uso de software IBM SPSS Statistics 25

**Pregunta 11** ¿Se considera que la empresa necesita reducir los costos de distribución?

La Tabla 24, toma la representación la opinión de los 19 trabajadores censados ante la pregunta sobre si existe la necesidad de reducir los costos de distribución, ante ello 13 trabajadores indicaron que sí, posteriormente 6 ante la opción tal vez si es necesario reducir dichos costos.

*Tabla 24. Necesita la empresa reducir los costos de distribución*

**11.- ¿Considera que la empresa necesita reducir los costos de distribución mediante la implementación de un modelo de transporte?**

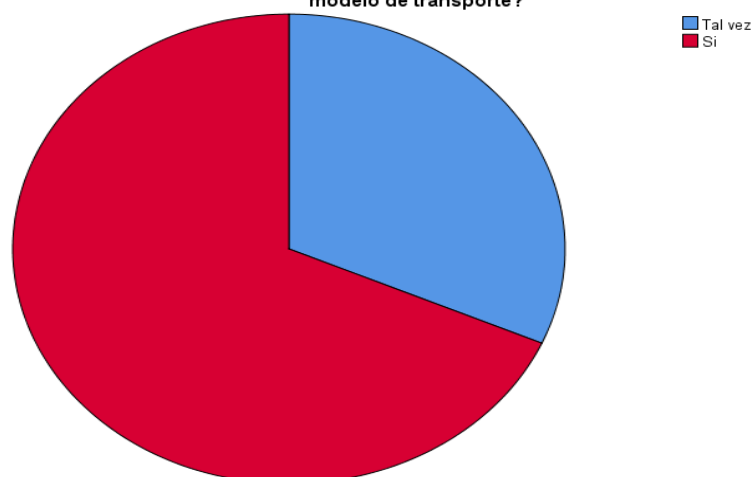
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Tal vez	6	31,6	31,6	31,6
	Si	13	68,4	68,4	100,0
	Total	19	100,0	100,0	

Nota: Datos resultantes del uso de software IBM SPSS Statistics 25

La Figura 21, mediante un diagrama circular representa es cuestionamiento si la empresa de estudio necesita reducir los costos de distribución, ante ellos el 68,4% área roja señalaron si es necesario, y el 31,6% área azul indicaron que tal vez. Teniendo claro que la planificación e implementación de técnicas de optimización ayudar al crecimiento y evolución de una organización.

*Figura 21. Necesita la empresa reducir los costos de distribución*

11.- ¿Considera que la empresa necesita reducir los costos de distribución mediante la implementación de un modelo de transporte?



Nota: Datos resultantes del uso de software IBM SPSS Statistics 25

### 3.1.2.3. Análisis de fiabilidad Alfa de Cronbach

El cuestionario aplicado se implementó con la finalidad de recoger datos que nos ayuden a diagnosticar la problemática dentro del sistema de distribución mediante los trabajadores de la empresa Chifladitos localizada en la provincia de Santa Elena, el cual se estableció mediante 11 preguntas de respuesta cerradas.

Bajo este contexto se prioriza la fiabilidad el cual nos contextualiza sobre la precisión y validez de un instrumento de medida y el contenido recogido (Rodríguez-Rodríguez & Reguant-Álvarez, 2020). Para medir la fiabilidad se aplicó el software IBM SPSS Statistics 25 respecto a los datos recolectados con la participación de 19 trabajadores de la empresa de estudio, la fiabilidad se justificó mediante el coeficiente alfa de Cronbach.

El coeficiente alfa de Cronbach es una medida de correlación de componente que estructura una escala y ayuda medir la consistencia interna, la escala es un acercamiento a la validación de la construcción teórica que consta en la cuantificación de la conexión entre los componentes (Oviedo & Campo-Arias, 2005). El coeficiente toma valores entre 0 y 1, entre más se acerque al número 1 mayor es la fiabilidad del instrumento (Soler-Cárdenas & Soler-Pons, 2012).

De acuerdo Tuapanta-Dacto et al., (2017) los criterios para evaluar los coeficientes de alfa de Cronbach son los siguiente:

*Tabla 25. Rango de fiabilidad*

Índice	Nivel de fiabilidad	Valor de alfa de Cronbach
1	Excelente	0.9 a 1
2	Muy bueno	0.7 a 0.9
3	Bueno	0.5 a 0.7
4	Regular	0.3 a 0.5
5	Deficiente	0 a 0.3

*Nota:* Elaborado por Tuapanta-Dacto et al., (2017)

Mediante la aplicación del software IBM SPSS Statistics 25 y su análisis mediante el método alfa de Cronbach se exponen los siguientes resultados:

La Tabla 26, detalla el número total de censados dentro de la empresa Chifladitos de la provincia de Santa Elena. La tabla presenta los casos válidos y excluidos, debido a la contribución de los trabajadores el 100% pudo aportar con los requerimientos de la recolección de información, tomando así 19 casos válidos sin ningún proceso de exclusión.

**Tabla 26.** *Procesamiento de casos*

Resumen de procesamiento de casos		N	%
Casos	Válido	19	100,0
	Excluido <sup>a</sup>	0	,0
	Total	19	100,0

a. La eliminación por lista se basa en todas las variables del procedimiento.

*Nota:* Datos resultantes del uso de software IBM SPSS Statistics 25

La Tabla 27, muestra mediante el método alfa de Cronbach el nivel de fiabilidad indicando tener un coeficiente de 0,851. De acuerdo al rango de fiabilidad que Tuapanta-Dacto et al., (2017) maneja se señala en el nivel muy bueno. Es decir, el instrumento generó veracidad de datos en el análisis estadístico.

**Tabla 27.** *Evaluación estadística método alfa de Cronbach*

#### Estadísticas de fiabilidad

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de elementos
,851	,863	4

Nota: Datos resultantes del uso de software IBM SPSS Statistics 25

### 3.1.2.4. Verificación de hipótesis

Mediante el software IBM SPSS Statistics 25 se realiza el análisis de hipótesis mediante la función de correlación de Pearson, el cual consiste en la relación entre las variables de estudio, para que su relación sea significativamente estadística.

El coeficiente de correlación de Pearson mide el grado de covariación entre variables, la interpretación de la correlación de Pearson indica que, si sus  $r = 1$  existe una relación positiva perfecta entre variables (dependencia total entre las variables) aceptando la hipótesis alternativa y rechazando la hipótesis nula, posteriormente si  $r = -1$  la relación es negativa perfecta (relación opuesta entre variables) se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alternativa (Santabárbara, 2019).

- Correlación positiva perfecta. ( $r = 1$ )
- Correlación positiva. ( $0 < r < 1$ )
- No existe relación lineal. ( $r = 0$ )
- Correlación negativa. ( $-1 < r < 0$ )
- Correlación negativa perfecta. ( $r = -1$ )

Para seleccionar el coeficiente de correlación de Pearson se establecen las variables y posteriormente se establecen la hipótesis:

**VI:** Método de transporte

**VD:** Minimización de costos

#### Hipótesis nula

**Ho:** La aplicación del método de transporte no incide en la minimización de los costos de distribución de la empresa los Chifladitos de la provincia de Santa Elena, Ecuador.

#### Hipótesis alternativa



**H1:** La aplicación del método de transporte incide en la minimización de los costos de distribución de la empresa los Chifladitos de la provincia de Santa Elena, Ecuador

La Tabla 28 representa la correlación de variables, mostrando el coeficiente de Pearson de  $r=1$  (con una correlación positiva perfecta entre variables) y el nivel de significancia de 0,034

**Tabla 28.** Tabla de correlación de variables

		Correlación	
		VI	VD
VI	Correlación de Pearson	1	,723
	Sig. (bilateral)		,034
	N	19	19
VD	Correlación de Pearson	,723	1
	Sig. (bilateral)	,034	
	N	19	19

**Nota:** Datos resultantes del uso de software IBM SPSS Statistics 25

De acuerdo a la regla de decisión si  $p < 5\%$  la correlación entre dos variables numéricas es significativa. Obteniendo en el caso de estudio una significancia de 0,034, la correlación es significativa al nivel 0.05 (bilateral), por lo cual se rechaza la hipótesis nula, entonces, la aplicación del método de transporte incide en la minimización de los costos de distribución de la empresa Chifladitos de la provincia de Santa Elena, Ecuador.

### 3.2. Diagnostico actual del sistema de distribución

La empresa Chifladitos, ubicada en el sector las colinas, cantón La Libertad, se dedica a la producción y distribución de snack fritos salados. La organización ofrece sus productos desde hace once años en el mercado, un equipo de elaboración de freidora y un conjunto de capacitación del personal aseguran un predominante estándar de calidad de producto.

#### 3.2.1. Descripción del sistema de distribución

El sistema de distribución de la empresa Chifladitos esta compuesta por tres procesos, entre ellas el pedido, despacho y recepción. El proceso de recepción consta tomar la orden del pedido y proveer una fecha acorde al cliente. El proceso de despacho está a cargo del responsable de bodega, el cual tiene el oficio de retirar de la bodega el snack y cargar a los

vehículos (camionetas), atribuyendo nombre del cliente, ubicación y cantidad del producto que se cargó. En el proceso de recepción se entrega la factura, donde se detalla los productos, cantidad y valor a entregar. Además, en este proceso se deben verificar las cantidades y estado de llegada del producto.

### **3.2.2. Análisis de ruta actual de la empresa**

- **Clientes y ubicación**

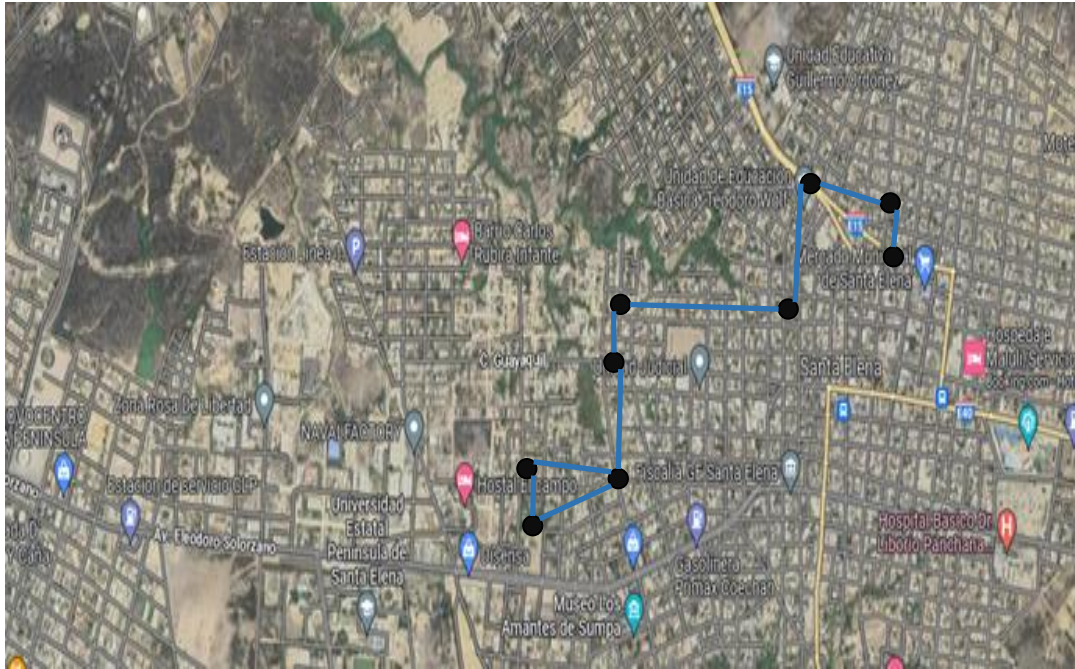
La empresa Chifladitos posee clientes internos, pertenecientes a la misma organización en el cantón Santa Elena y La Libertad. Los clientes externos están representados por 20 puntos localizados en la provincia, existen 7 cliente en el cantón Santa Elena, 8 en el cantón La Libertad y 5 en el cantón Salinas.

- **Rutas**

La empresa Chifladitos no maneja rutas establecidas, manejando su la distribución de los diferentes puntos de localización de forma aleatoria y la cantidad demandante. En las diferentes organizaciones el sistema de monitoreo en línea en tiempo real dentro del sistema de distribución otorga gran aporte a la gestión logística, permitiendo mejorar el rendimiento y la reducción de errores de entrega.

La Figura 22, detalla los puntos de intermediarios y destinos de la empresa de snack en el cantón Santa Elena, la ruta presenta variaciones de acuerdo al proceso de pedidos y disponibilidad del producto.

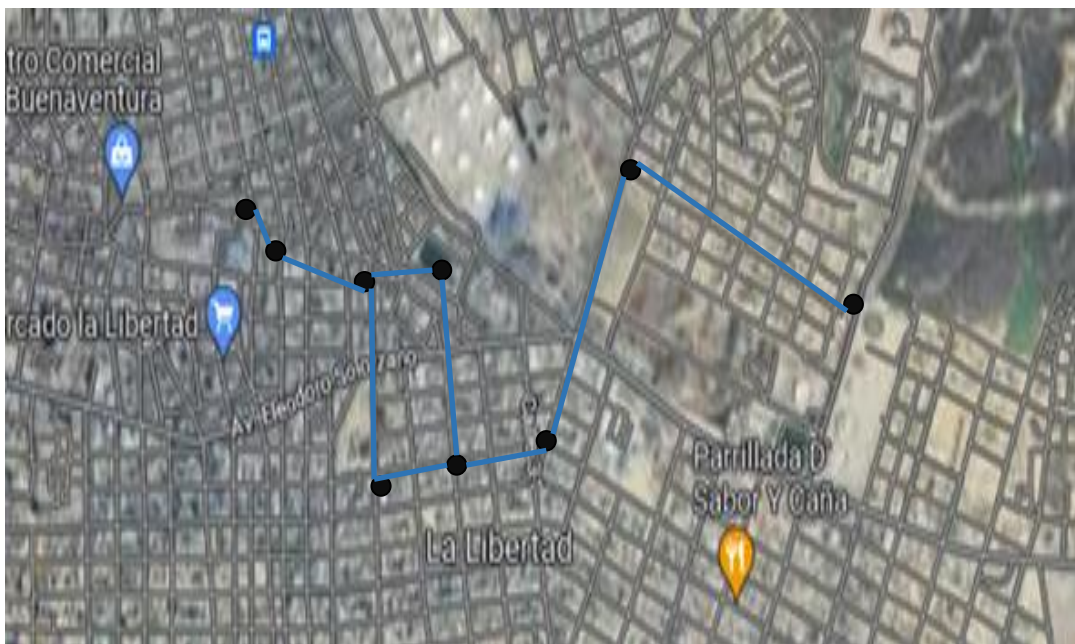
*Figura 22. Ruta de los puntos destinos - Santa Elena*



Nota: Elaborado por el autor

La Figura 23, detalla los puntos de intermediarios y destinos de la empresa de snack en el cantón La Libertad. Generalmente por tener la planta productora en el mismo cantón dichos los puntos son abastecidos de forma preferencial, teniendo una disponibilidad inmediata de producto a los clientes.

**Figura 23.** Ruta de los puntos destinos - La Libertad



Nota: Elaborado por el autor

La Figura 24, detalla los puntos destinos de la empresa de snack en el cantón Salinas.

**Figura 24.** Ruta de los puntos destinos Salinas



**Nota:** Elaborado por el autor

La Tabla 29, detalla la distancia en kilómetros desde los nodos de origen a los nodos intermedios, y de este, a los nodos destinos

**Tabla 29.** Distancia de los diferentes nodos

Origen	Centro de distribución	Distancia
Planta productora de snack	Santa Elena (Diagonal Mercado central)	4.9 kilómetros
	La Libertad (Alado de la maderera Avila)	2.5 kilómetros
Centro de distribución	Cliente	Distancia
	Cabecera cantonal de	1.9 kilómetros

Santa Elena (Diagonal Mercado central)	Santa Elena	
	La Libertad	5.2 kilómetros
	Salinas	12.8 kilómetros
La Libertad (Alado de la madedera Avila)	Cabecera cantonal de Santa Elena	5.1 kilómetros
	La Libertad	1.2 kilómetros
	Salinas	8.2 kilómetros

**Nota:** Elaborado por el autor

La empresa semanalmente destina entre \$5,00 a \$10,00 para el costeo de transportar su producto desde la planta procesadora localizada en el sector Las Colinas a los puntos de distribución del cantón Santa Elena y La Libertad. Posteriormente entre \$50,00 a \$60,00 se destina para el transporte desde las sucursales antes mencionadas a los 20 puntos de destinos como tiendas y minimarket. Debido al creciente demanda del producto las cantidades que la empresa maneja varían entre 4.000 y 5.000 fundas semanales con un precio estimado entre los \$0,50 y \$1,00.

**Tabla 30.** Descripción de vehículo

Descripción			
Cantidad	Tipo de vehiculos	Estado de vehiculo	Combustible entre nodos
2	Camioneta	Bueno	Gasolina (\$70,00- 80,00 diarios)

**Nota:** Elaborado por el autor

La Tabla 31, detalla los valores diarios de consumo de combustible en dólares respecto a la distribución de snack entre los nodos origen, transbordo y destino. Los valores son



considerados en el sistema de distribución como costos variables, además de peajes e impuestos si el sistema lo requiere.

**Tabla 31.** Consumo diario de combustible en dólares

<b>Origen</b>	<b>Centro de distribución</b>	<b>Costo (Combustible)</b>
Planta productora de snack	Santa Elena (Diagonal Mercado central)	\$2,00
	La Libertad (Alado de la maderera Avila)	\$3,00

<b>Centro de distribución</b>	<b>Cliente</b>	<b>Costo (Combustible)</b>
Santa Elena (Diagonal Mercado central)	Cabecera cantonal de Santa Elena	\$10,00
	La Libertad	\$20,00
	Salinas	\$8,00
La Libertad (Alado de la maderera Avila)	Cabecera cantonal de Santa Elena	\$16,00
	La Libertad	\$16,00
	Salinas	\$11,00

**Nota:** Elaborado por el autor

La tabla 32, detalla otros costos que incurren al valor de distribución de la empresa Chifladitos, entre ellos el valor del seguro de los vehículos, salario de chofer y el costo respectivo del mantenimiento mensual.

**Tabla 32.** Costos extras en el sistema de distribución

<b>Descripción</b>	<b>Valor mensual (USD)</b>
--------------------	----------------------------

Seguros	\$75,60
Salario	\$ 523,70
Mantenimiento	\$55,00

**Nota:** Elaborado por el autor

Bajo este contexto, los trabajadores consideran importante reducir los costos de transporte mediante la intervención de métodos matemáticos que se relacionen ante la situación que maneja actualmente la empresa Chifladitos. Considerando que la implementación de un modelo de transporte además de la reducción de costo otorgará una mayor productividad, calidad y capacidad de respuesta al cliente.

### 3.3. Diseño de un sistema de distribución

La Tabla 33, detalla la producción semanal de la planta Chifladitos localizada en el sector Las Colinas del cantón, La Libertad. Además, los puntos de distribución tomando de referencia a las sucursales del cantón Santa Elena y La Libertad. Posteriormente se especifican el número de puntos de ventas dispersos en los tres cantones de la provincia. Los datos obtenidos mediante el gerente el Sr. Romero Moreno Carlos son basados en la situación actual de la empresa, sin embargo, debido al reconocimiento del producto la demanda de cliente ha ido en aumento, considerando que los datos como la cantidad de producción, costos de transporte, precio de producto, entre otras puede variar ante la alteración de las diferentes condiciones.

**Tabla 33.** Puntos distribución y de ventas de la empresa Chifladitos.

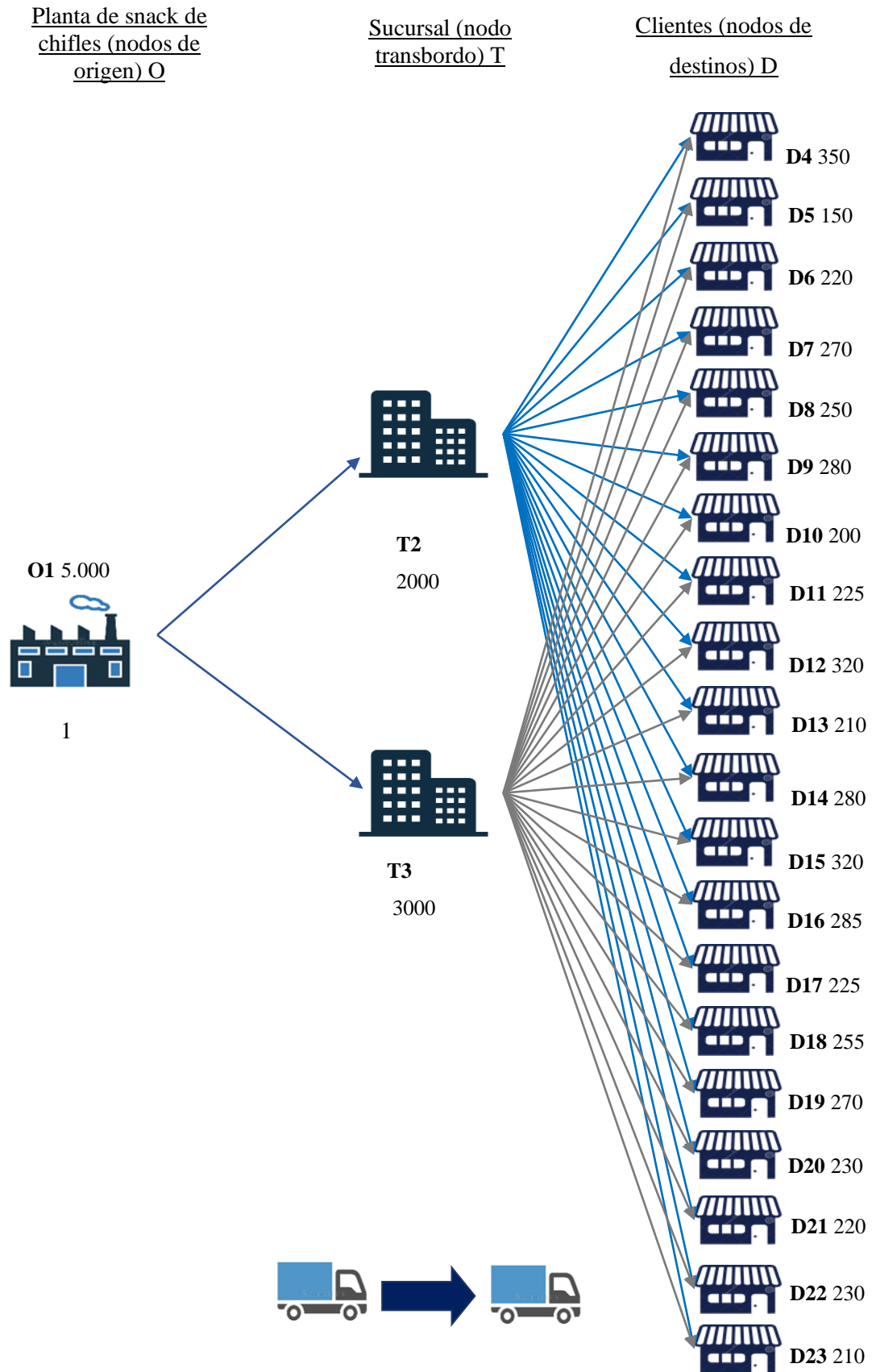
Punto de producción	Producción de snack de chifle (semanal)	Puntos de distribución y capacidad	Puntos de destinos
Empresa Chifladitos. Sector Las Colinas, La Libertad.	5.000 unidades (50 gr) = 250000 gr	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Santa Elena (2000)</li> <li>• La Libertad (3000)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Santa Elena: 7 puntos de venta.</li> <li>• La Libertad: 8 puntos de ventas.</li> <li>• Salinas: 5 puntos de ventas.</li> </ul>

**Nota:** Elaborado por el autor

La Figura 25, representa el sistema de distribución de la empresa Chifladitos, el proceso de asignación está conformado con un nodo de origen O1 (Planta de procesadora de chifles), del origen se dirigen al nodo intermediario señalado como puntos de distribución, mediante la figura se representan como T1 y T2 para caso de estudio denotan (sucursales que maneja la empresa). Posteriormente mediante las sucursales se distribuye a los nodos de destinos (clientes), nodos representados por el número de demanda de la siguiente manera D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7, D8, D9, D10, D11, D12, D13, D15, D16, D17, D18, D19, D20. La grafica mediante flechas de líneas representa el costo de transporte, del nodo origen a nodo transbordo se expresa como  $(i,j)$ , y de los nodos transbordo a nodos de destino mediante  $(j,k)$ .

**Figura 25.** *Esquema de redes de distribución con transbordo*





**Nota:** Elaborado por el autor

La Tabla 34, muestra los costos unitarios de transporte desde el nodo origen (planta productora de chifles) a el nodo de transbordo, los nodos de transbordo representadas por las sucursales localizadas en el cantón Santa Elena y La Libertad son los puntos destinados a distribuir a los clientes finales de la provincia.

**Tabla 34.** Costo unitario de transporte, entre origen-transbordo

Planta productora	Sucursales (USD)	
	T1	T2
O1	\$3,00	\$2,00

Nota: Elaborado por el autor

La Tabla 35, indica los costos unitarios de transporte desde los nodos de puntos de distribución (sucursales) hacia los nodos destinos (clientes), los nodos destinos están representados por 20 puntos que adquieren el snack de chifles.

**Tabla 35.** Costo unitario de transporte, entre transbordo-destino

Nodo transbordo	Nodo destino (USD)									
	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10
T1	\$1,00	\$2,00	\$1,00	\$1,00	\$2,00	\$2,00	\$1,00	\$3,00	\$3,00	\$2,00
T2	\$3,00	\$2,00	\$2,00	\$3,00	\$2,00	\$2,00	\$2,00	\$1,00	\$1,00	\$2,00

Nodo transbordo	Nodo destino (USD)									
	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D20
T1	\$2,00	\$3,00	\$2,00	\$2,00	\$2,00	\$2,00	\$3,00	\$2,00	\$2,00	\$3,00
T2	\$2,00	\$2,00	\$2,00	\$2,00	\$1,00	\$2,00	\$2,00	\$3,00	\$2,00	\$2,00

Nota: Elaborado por el autor

### 3.3.1. Formulación matemática

Mediante la revisión bibliográfica realizada en el capítulo 1 se estableció la formulación matemática de un modelo de transporte con transbordo con el uso de la programación lineal. La función en caso de programación lineal será el costo total de los envíos definido mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Minimizar } Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij} X_{ij}$$

La función objetivo debe estar sujeto a:

$$\sum X_{ij} \leq S_i$$

$$\sum X_{ij} \geq 0$$

$$\sum X_{ij} \geq d_j$$

Donde:

*m*: cantidad de orígenes

*n*: cantidad de destinos

*C<sub>ij</sub>*: costo de transporte por unidad de producto desde el origen *i* a destino *j*

*X<sub>ij</sub>*: cantidad de unidades a enviar desde el origen *i* a destino *j*

*S<sub>i</sub>*: oferta del origen *i*

*d<sub>j</sub>*: demanda del destino *j*

#### Datos de modelado

El proceso de modelación matemática está compuesto por:

1. Identificación de variables.
2. Identificación de función objetivo (minimizar).
3. Identificación de restricciones.
4. Traducción a un modelo matemático

$i = 1$  (planta productora)

$j = 1,2$  (sucursales o centros de distribución)

$k = 1,2,3 \dots 20$  (tienda y minimarket)

$X_{ij}$ : cantidad de unidades a enviar desde la planta procesadora  $i$  a sucursales  $j$

$X_{jk}$ : cantidad de unidades a enviar desde las sucursales  $j$  a clientes  $k$

Oferta $_i$ : (5000)

Capacidad $_j$ : (2000 3000)

Demanda $_k$ :  $\begin{pmatrix} 350 & 150 & 220 & 270 & 250 & 280 & 200 & 225 & 320 & 210 & 280 & 230 & 285 & 225 \\ & & & & 255 & 270 & 230 & 220 & 230 & 210 & & & & \end{pmatrix}$

$C_{ij}$ : costo de transporte desde la planta procesadora  $i$  a sucursales  $j$

$C_{jk}$ : costo de transporte desde las sucursales  $j$  a clientes  $k$

### **Función objetivo**

$$Z = \sum_{i=1}^1 \sum_{j=1}^2 X_{ij} * C_{ij} + \sum_{j=1}^2 \sum_{k=1}^{20} X_{jk} * C_{jk}$$

$$\begin{aligned} \text{Minimizar } Z = & C_{1,2} * X_{1,2} + C_{1,3} * X_{1,3} + C_{2,4} * X_{2,4} + C_{2,5} * X_{2,5} + C_{2,6} * X_{2,6} + \\ & C_{2,7} * X_{2,7} + C_{2,8} * X_{2,8} + C_{2,9} * X_{2,9} + C_{2,10} * X_{2,10} + C_{2,11} * X_{2,11} + C_{2,12} * X_{2,12} + C_{2,13} * \\ & X_{2,13} + C_{2,14} * X_{2,14} + C_{2,15} * X_{2,15} + C_{2,16} * X_{2,16} + C_{2,17} * X_{2,17} + C_{2,18} * X_{2,18} + C_{2,19} * \\ & X_{2,19} + C_{2,20} * X_{2,20} + C_{3,4} * X_{3,4} + C_{3,5} * X_{3,5} + C_{3,6} * X_{3,6} + C_{3,7} * X_{3,7} + C_{3,8} * X_{3,8} + \\ & C_{3,9} * X_{3,9} + C_{3,10} * X_{3,10} + C_{3,11} * X_{3,11} + C_{3,12} * X_{3,12} + C_{3,13} * X_{3,13} + C_{3,14} * X_{3,14} + \\ & C_{3,15} * X_{3,15} + C_{3,16} * X_{3,16} + C_{3,17} * X_{3,17} + C_{3,18} * X_{3,18} + C_{3,19} * X_{3,19} + C_{3,20} * X_{3,20} \end{aligned}$$

### **Restricciones de la oferta**

$$\sum_{i=1}^1 X_{ij} \leq \text{Oferta } i$$

$$X_{1,2} + X_{1,3} \leq 5.000$$

### **Restricciones de demanda**

$$\sum_{i=1}^{20} X_{jk} \leq \text{Demanda } k$$

$$X_{2,4} + X_{3,4} = 350$$

$$X_{2,5} + X_{3,5} = 150$$

$$X_{2,6} + X_{3,6} = 220$$

$$X_{2,7} + X_{3,7} = 270$$

$$X_{2,8} + X_{3,8} = 250$$

$$X_{2,9} + X_{3,9} = 280$$

$$X_{2,10} + X_{3,10} = 200$$

$$X_{2,11} + X_{3,11} = 225$$

$$X_{2,12} + X_{3,12} = 320$$

$$X_{2,13} + X_{3,13} = 210$$

$$X_{2,14} + X_{3,14} = 280$$

$$X_{2,15} + X_{3,15} = 230$$

$$X_{2,16} + X_{3,16} = 285$$

$$X_{2,17} + X_{3,17} = 225$$

$$X_{2,18} + X_{3,18} = 255$$

$$X_{2,19} + X_{3,19} = 270$$

$$X_{2,20} + X_{3,20} = 230$$

### **Restricciones de nodos de balanceo para nodos transistores**

(La restricción ayuda asegura que las unidades de snack que lleguen sean igual a las que salieron)

$$X_{2,4} + X_{2,5} + X_{2,6} + X_{2,7} + X_{2,8} + X_{2,9} + X_{2,10} + X_{2,11} + X_{2,12} + X_{2,13} + X_{2,14} + X_{2,15} + X_{2,16} + X_{2,17} + X_{2,18} + X_{2,19} + X_{2,20} = X_{1,2}$$

$$X_{2,4} + X_{2,5} + X_{2,6} + X_{2,7} + X_{2,8} + X_{2,9} + X_{2,10} + X_{2,11} + X_{2,12} + X_{2,13} + X_{2,14} + X_{2,15} + X_{2,16} + X_{2,17} + X_{2,18} + X_{2,19} + X_{2,20} - X_{1,2} = 0$$

$$X_{3,4} + X_{3,5} + X_{3,6} + X_{3,7} + X_{3,8} + X_{3,9} + X_{3,10} + X_{3,11} + X_{3,12} + X_{3,13} + X_{3,14} + X_{3,15} + X_{3,16} + X_{3,17} + X_{3,18} + X_{3,19} + X_{3,20} = X_{1,3}$$

$$X_{3,4} + X_{3,5} + X_{3,6} + X_{3,7} + X_{3,8} + X_{3,9} + X_{3,10} + X_{3,11} + X_{3,12} + X_{3,13} + X_{3,14} + X_{3,15} + X_{3,16} + X_{3,17} + X_{3,18} + X_{3,19} + X_{3,20} - X_{1,3} = 0$$

### 3.4. Implementación de red de distribución logística

La Figura 26, muestra la programación mediante la identificación de parámetros como costo, demanda y oferta, para la construcción de ecuaciones en el software Lingo 20.0 mediante la programación lineal presentó solución al problema de transporte con nodo intermediarios. Lingo 20.0 es una herramienta tecnológica de optimización con la finalidad de obtener un menor costo y la mayor utilidad de un proceso lineal o no lineal.

*Figura 26. Programa tecnológico lingo 20.0*

```

SETS:
PLANTA/1/:OFERTA;
SUCURSALES/1,2/:CAPACIDAD;
CLIENTES/1..20/:DEMANDA;
TRANSPORTE1 (PLANTA, SUCURSALES) :COSTO1, CANTIDAD1;
TRANSPORTE2 (SUCURSALES, CLIENTES) :COSTO2, CANTIDAD2;
ENDSETS

DATA:
OFERTA = 5000;
CAPACIDAD = 2000 3000;
DEMANDA = 350 150 220 270 250 280 200 225 320 210 280 320 285 225 255 270 230 220 230 210;
COSTO1 = 3 2;
COSTO2 = 1 2 1 1 2 2 1 3 3 2 2 3 2 2 2 2 3 2 2 3 3 2 2 3 2 2 2 1 1 2 2 2 2 2 1 2 2 3 2 2;
ENDDATA

!La funcion objetivo;
MIN = @SUM (TRANSPORTE1 (I, J) :COSTO1 (I, J) *CANTIDAD1 (I, J) ) +@SUM (TRANSPORTE2 (J, K) :COSTO2 (J, K) *CANTIDAD2 (J, K) );
!Restriccion por limite de produccion;
@FOR (PLANTA (I) :@SUM (SUCURSALES (J) :CANTIDAD1 (I, J) ) <=OFERTA (I) );
!Restriccion por demanda;
@FOR (CLIENTES (K) :@SUM (SUCURSALES (J) :CANTIDAD2 (J, K) ) =DEMANDA (K) );
!Restriccion por balance de los puntos de transbordo;
@FOR (SUCURSALES (J) :@SUM (PLANTA (I) :CANTIDAD1 (I, J) ) =@SUM (CLIENTES (K) :CANTIDAD2 (J, K) );
END

```

**Nota:** Datos resultantes del uso del software Lingo 20.0

La Figura 27, detalla los valores en unidades respecto a los nodos del sistema de distribución entre ella la oferta, capacidad y demanda siendo representadas por nodos origen, transitor y destino respectivamente.

**Figura 27. Evaluación de variables (oferta, capacidad y demanda)**

Variable	Value	Reduced Cost
OFERTA ( 1)	5000.0000	0.000000
CAPACIDAD ( 1)	2000.0000	0.000000
CAPACIDAD ( 2)	3000.0000	0.000000
DEMANDA ( 1)	350.0000	0.000000
DEMANDA ( 2)	150.0000	0.000000
DEMANDA ( 3)	220.0000	0.000000
DEMANDA ( 4)	270.0000	0.000000
DEMANDA ( 5)	250.0000	0.000000
DEMANDA ( 6)	280.0000	0.000000
DEMANDA ( 7)	200.0000	0.000000
DEMANDA ( 8)	225.0000	0.000000
DEMANDA ( 9)	320.0000	0.000000
DEMANDA ( 10)	210.0000	0.000000
DEMANDA ( 11)	280.0000	0.000000
DEMANDA ( 12)	320.0000	0.000000
DEMANDA ( 13)	285.0000	0.000000
DEMANDA ( 14)	225.0000	0.000000
DEMANDA ( 15)	255.0000	0.000000
DEMANDA ( 16)	270.0000	0.000000
DEMANDA ( 17)	230.0000	0.000000
DEMANDA ( 18)	220.0000	0.000000
DEMANDA ( 19)	230.0000	0.000000
DEMANDA ( 20)	210.0000	0.000000

**Nota:** Datos resultantes del uso del software Lingo 20.0

La Figura 28, detalla las unidades a enviar desde la planta procesadora del snack de chifles a los centros de distribución y puntos de destino final, además de los nuevos costos para el sistema de distribución.

**Figura 28. Evaluación de variable (costos y cantidad de unidades a enviar)**

COSTO1 ( 1, 1)	3.000000	0.000000	COSTO2 ( 2, 16)	2.000000	0.000000
COSTO1 ( 1, 2)	2.000000	0.000000	COSTO2 ( 2, 17)	2.000000	0.000000
CANTIDAD1 ( 1, 1)	1260.0000	0.000000	COSTO2 ( 2, 18)	3.000000	0.000000
CANTIDAD1 ( 1, 2)	3740.0000	0.000000	COSTO2 ( 2, 19)	2.000000	0.000000
COSTO2 ( 1, 1)	1.000000	0.000000	COSTO2 ( 2, 20)	2.000000	0.000000
COSTO2 ( 1, 2)	2.000000	0.000000	CANTIDAD2 ( 1, 1)	350.0000	0.000000
COSTO2 ( 1, 3)	1.000000	0.000000	CANTIDAD2 ( 1, 2)	0.000000	1.000000
COSTO2 ( 1, 4)	1.000000	0.000000	CANTIDAD2 ( 1, 3)	220.0000	0.000000
COSTO2 ( 1, 5)	2.000000	0.000000	CANTIDAD2 ( 1, 4)	270.0000	0.000000
COSTO2 ( 1, 6)	2.000000	0.000000	CANTIDAD2 ( 1, 5)	0.000000	1.000000
COSTO2 ( 1, 7)	1.000000	0.000000	CANTIDAD2 ( 1, 6)	0.000000	1.000000
COSTO2 ( 1, 8)	3.000000	0.000000	CANTIDAD2 ( 1, 7)	200.0000	0.000000
COSTO2 ( 1, 9)	3.000000	0.000000	CANTIDAD2 ( 1, 8)	0.000000	3.000000
COSTO2 ( 1, 10)	2.000000	0.000000	CANTIDAD2 ( 1, 9)	0.000000	3.000000
COSTO2 ( 1, 11)	2.000000	0.000000	CANTIDAD2 ( 1, 10)	0.000000	1.000000
COSTO2 ( 1, 12)	3.000000	0.000000	CANTIDAD2 ( 1, 11)	0.000000	1.000000
COSTO2 ( 1, 13)	2.000000	0.000000	CANTIDAD2 ( 1, 12)	0.000000	2.000000
COSTO2 ( 1, 14)	2.000000	0.000000	CANTIDAD2 ( 1, 13)	0.000000	1.000000
COSTO2 ( 1, 15)	2.000000	0.000000	CANTIDAD2 ( 1, 14)	0.000000	1.000000
COSTO2 ( 1, 16)	2.000000	0.000000	CANTIDAD2 ( 1, 15)	0.000000	2.000000
COSTO2 ( 1, 17)	3.000000	0.000000	CANTIDAD2 ( 1, 16)	0.000000	1.000000
COSTO2 ( 1, 18)	2.000000	0.000000	CANTIDAD2 ( 1, 17)	0.000000	2.000000
COSTO2 ( 1, 19)	2.000000	0.000000	CANTIDAD2 ( 1, 18)	220.0000	0.000000
COSTO2 ( 1, 20)	3.000000	0.000000	CANTIDAD2 ( 1, 19)	0.000000	1.000000
COSTO2 ( 2, 1)	3.000000	0.000000	CANTIDAD2 ( 1, 20)	0.000000	2.000000
COSTO2 ( 2, 2)	2.000000	0.000000	CANTIDAD2 ( 2, 1)	0.000000	1.000000
COSTO2 ( 2, 3)	2.000000	0.000000	CANTIDAD2 ( 2, 2)	150.0000	0.000000
COSTO2 ( 2, 4)	3.000000	0.000000	CANTIDAD2 ( 2, 3)	0.000000	0.000000
COSTO2 ( 2, 5)	2.000000	0.000000	CANTIDAD2 ( 2, 4)	0.000000	1.000000
COSTO2 ( 2, 6)	2.000000	0.000000	CANTIDAD2 ( 2, 5)	250.0000	0.000000
COSTO2 ( 2, 7)	2.000000	0.000000	CANTIDAD2 ( 2, 6)	280.0000	0.000000
COSTO2 ( 2, 8)	1.000000	0.000000	CANTIDAD2 ( 2, 7)	0.000000	0.000000
COSTO2 ( 2, 9)	1.000000	0.000000	CANTIDAD2 ( 2, 8)	225.0000	0.000000
COSTO2 ( 2, 10)	2.000000	0.000000	CANTIDAD2 ( 2, 9)	320.0000	0.000000
COSTO2 ( 2, 11)	2.000000	0.000000	CANTIDAD2 ( 2, 10)	210.0000	0.000000
COSTO2 ( 2, 12)	2.000000	0.000000	CANTIDAD2 ( 2, 11)	280.0000	0.000000
COSTO2 ( 2, 13)	1.000000	0.000000	CANTIDAD2 ( 2, 12)	320.0000	0.000000
COSTO2 ( 2, 14)	1.000000	0.000000	CANTIDAD2 ( 2, 13)	285.0000	0.000000
COSTO2 ( 2, 15)	1.000000	0.000000	CANTIDAD2 ( 2, 14)	225.0000	0.000000
COSTO2 ( 2, 16)	2.000000	0.000000	CANTIDAD2 ( 2, 15)	255.0000	0.000000
COSTO2 ( 2, 17)	2.000000	0.000000	CANTIDAD2 ( 2, 16)	270.0000	0.000000
COSTO2 ( 2, 18)	2.000000	0.000000	CANTIDAD2 ( 2, 17)	230.0000	0.000000
COSTO2 ( 2, 19)	2.000000	0.000000	CANTIDAD2 ( 2, 18)	0.000000	0.000000
COSTO2 ( 2, 20)	1.000000	0.000000	CANTIDAD2 ( 2, 19)	230.0000	0.000000
			CANTIDAD2 ( 2, 20)	210.0000	0.000000

**Nota:** Datos resultantes del uso del software Lingo 20.0

La Tabla 36, representa las unidades ideales a enviar de nodo origen a transbordo mediante la aplicación del modelo matemático con la programación lineal mediante el software Lingo 20.0. Resultado óptimo enviar de la O1 planta procesadora de chifles a S1 sucursal localizada en Santa Elena 1260 unidades de snack, posteriormente del mismo O1 a la S2 sucursal localizada en La Libertad con 3740 unidades de snack.

**Tabla 36.** Cantidad ideal de unidades de snack a enviar del nodo origen-transbordo

Nodo origen	Nodo transbordo (unidades)	
	S1	S2
O1	1260 unidades	3740 unidades
Nodo origen	Nodo transbordo (USD)	
	S1	S2
O1	\$3,00	\$2,00

**Nota:** Elaborado por el autor basado al uso del software Lingo 20.0

La Tabla 37, representa la cantidad ideal de unidades a enviar desde el nodo transbordo a los nodos destinos. Resultado óptimo enviar del nodo T1 a nodo D1 la cantidad de 350 unidades, de nodo T1 al nodo D3 la cantidad de 220 unidades, de nodo T1 al nodo D4 la cantidad de 270 unidades, de nodo T1 al nodo D7 la cantidad de 200 unidades, de nodo T1 al nodo D18 la cantidad 220. Posterior enviar del nodo T2 al nodo D2 la cantidad de 150 unidades, de nodo T2 al nodo D5 la cantidad de 250 unidades, de nodo T2 al nodo D6 la cantidad de 280 unidades, de nodo T2 al nodo D8 la cantidad de 225 unidades, de nodo T2 al nodo D9 la cantidad de 320 unidades, de nodo T2 al nodo D10 la cantidad de 210 unidades, de nodo T2 al nodo D11 la cantidad de 180 unidades, de nodo T2 al nodo D12 la cantidad de 320 unidades, de nodo T2 al nodo D14 la cantidad de 285 unidades, de nodo T2 al nodo D14 la cantidad de 225 unidades, de nodo T2 al nodo D15 la cantidad de 255 unidades, de nodo T2 al nodo D16 la cantidad de 270 unidades, de nodo T2 al nodo D17 la cantidad de 230 unidades, de nodo T2 al nodo D19 la cantidad de 230 unidades, de nodo T2 al nodo D20 la cantidad de 250 unidades de snack de chifles.



**Tabla 37.** Cantidad y costo ideal de unidades de snack a enviar del nodo transbordo-destino

Nodo transbordo	Nodo destino (unidades)									
	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10
T1	350	0	220	270	0	0	200	0	0	0
T2	0	150	0	0	250	280	0	225	320	210

Nodo transbordo	Nodo destino (unidades)									
	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D20
T1	0	0	0	0	0	0	0	220	0	0
T2	180	320	285	225	255	270	230	0	230	210

Nodo transbordo	Nodo destino (USD)									
	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10
T1	\$1,00	0	\$1,00	\$1,00	0	0	\$1,00	0	0	0
T2	0	\$2,00	0	0	\$2,00	\$2,00	0	\$1,00	\$1,00	\$2,00

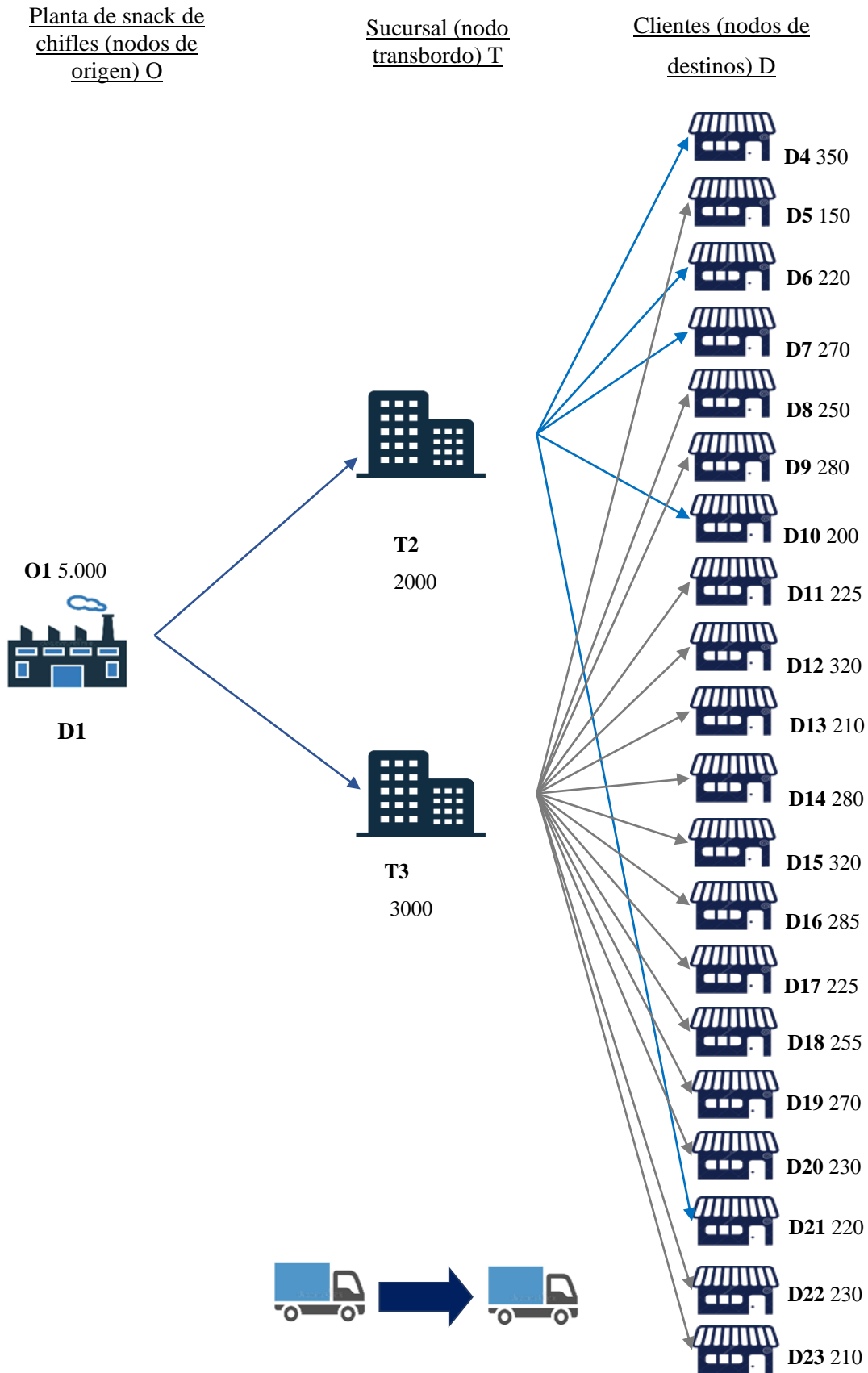
  

Nodo transbordo	Nodo destino (USD)									
	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D20
T1	0	0	0	0	0	0	0	\$2,00	0	0
T2	\$2,00	\$2,00	\$2,00	\$2,00	\$1,00	\$2,00	\$2,00	0	\$2,00	\$2,00

**Nota:** Elaborado por el autor mediante al uso del software Lingo 20.0

La Figura 29, representa mediante un diagrama las redes de distribución optimas posterior a la evaluacion de las variables de oferta, capacidad y demanda en relacion a la cantidad y los costos establecidos.

**Figura 29.** Esquema de redes de distribución propuesto



Posteriormente a la evaluación entre costos y cantidad de unidades a enviar entre nodos, mediante la herramienta tecnológica Lingo 20.0 la Figura 26, muestra el costo mínimo de \$19420,00 anuales bajo el establecimiento de sistema de distribución de snack propuesto para la empresa Chifladitos. Respeto cantidad de \$24768,00 obteniendo un ahorro del 78,41%.

**Figura 30.** *Tabla de costo mínimo del sistema de distribución*

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	19420.00	-1.000000
2	0.000000	0.000000
3	0.000000	-4.000000
4	0.000000	-4.000000
5	0.000000	-4.000000
6	0.000000	-4.000000
7	0.000000	-4.000000
8	0.000000	-4.000000
9	0.000000	-4.000000
10	0.000000	-3.000000
11	0.000000	-3.000000
12	0.000000	-4.000000
13	0.000000	-4.000000
14	0.000000	-4.000000
15	0.000000	-4.000000
16	0.000000	-4.000000
17	0.000000	-3.000000
18	0.000000	-4.000000
19	0.000000	-4.000000
20	0.000000	-5.000000
21	0.000000	-4.000000
22	0.000000	-4.000000
23	0.000000	-3.000000
24	0.000000	-2.000000

**Nota:** Datos resultantes del uso del software Lingo 20.0

### 3.5. Análisis de recursos

La tabla 38, detalla el costo de implementación del modelo de transporte dirigido a la empresa Chifladitos. Entre los rubros como parte fundamental se instruye a recurso humano como investigador con un costo de \$1800,00, para la ejecución de la investigación y aplicación es necesario además otros rubros como tecnología, oficina, entre otros, donde se incluye la herramienta del internet, software, computadora, impresora, resma de hojas, esferográficos, además del transporte y alimentación añadiendo un valor de \$2250,00. Como resultado presupuestario con la agregación de imprevisto y ajuste se otorga la cantidad de \$5.050,00.

**Tabla 38.** *Rubro de implementación de la investigación*

<b>Rubro</b>	<b>Detalle</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo unitario (\$)</b>	<b>Costo total (\$)</b>
Recurso humano	Investigador	1	\$1.800,00	\$1.800,00
Tecnología	Internet	3	\$30,00	\$90,00
Oficina	Software	2	\$500,00	\$1000,00
	Computadora	1	\$600,00	\$600,00
	Esferográficos	1	\$1,00	\$1,00
	Resmas	3	\$5,00	\$15,00
	Impresora	1	\$500,00	\$500,00
Otros	Transporte	1	\$25,00	\$25,00
	Alimentación	3	\$3,00	\$9,00
Subtotal				\$4.040,00
Imprevisto (10%)				\$404,00
Reajuste (15%)				\$606,00
Total				\$5,050,00

**Nota:** Elaborado por el autor

La tabla 39, detalla al retorno de la inversión (ROI), donde se pronostica que al séptimo mes retorna la inversión destinada para la investigación e implementación de la modelación.

$$ROI = Ventas - Costo de ventas - Gastos$$

$$ROI = Inversion - Utilidad$$

**Tabla 39. ROI**

<b>Concepto</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
	\$	\$	\$	\$	\$	\$
<b>Ventas</b>	20.000,00	20.600,00	21.218,00	21.854,54	22.510,18	23.185,48
<b>Costo de</b>	\$	\$	\$	\$	\$	\$

<b>ventas</b>	10.094,00	10.396,82	10.708,72	11.029,99	11.360,89	11.701,71
	\$	\$	\$	\$	\$	\$
<b>Gastos</b>	5.659,00	5.828,77	6.003,63	6.183,74	6.369,25	6.560,33
	\$	\$	\$	\$	\$	\$
<b>Utilidad</b>	4.247,00	4.374,41	4.505,64	4.640,81	4.780,04	4.923,44
	\$	\$	\$	\$	\$	\$
<b>ROI</b>	803,00	675,59	544,36	409,19	269,96	126,56

<b>Concepto</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
<b>Ventas</b>	\$ 23.881,05	\$ 24.597,48	\$ 25.335,40	\$ 26.095,46	\$ 26.878,33	\$ 27.684,68
<b>Costo de venta</b>	\$ 12.052,76	\$ 12.414,35	\$ 12.786,78	\$ 13.170,38	\$ 13.565,49	\$ 13.972,46
<b>Gastos</b>	\$ 6.757,14	\$ 6.959,86	\$ 7.168,65	\$ 7.383,71	\$ 7.605,22	\$ 7.833,38
<b>Utilidad</b>	\$ 5.071,14	\$ 5.223,27	\$ 5.379,97	\$ 5.541,37	\$ 5.707,61	\$ 5.878,84
<b>ROI</b>	\$ -21,14	\$ -173,27	\$ -329,97	\$ -491,37	\$ -657,61	\$ -828,84

**Nota:** Elaborado por el autor

### 3.6. Marco de discusión

El método de transporte en un sistema de distribución es el responsable de mejorar la gestión de ruteo (Zapata-Cortes et al., 2020b). Para implementar un modelo de transporte y obtener resultados esperados relacionados a la programación del transporte y costos asociados es necesario establecer una adecuada descripción del problema y la identificación de restricciones asociadas (Carcia-Soler, 2014). El desarrollo y aplicación del modelado de transporte en organizaciones forma parte crucial, mostrados en capítulos anteriores de la RSL, donde autores como Villamarín-Padilla et al., (2019) Flores-Tapia & Flores-Cevallos, (2021) y Zapata-Cortes et al., (2020) señalan la productividad, fiabilidad, seguridad y eficiencia como agentes de crecimiento del modelo, motivo de aceptación de hipótesis alternativa.

La aplicación del modelado de transporte en los diferentes tipos de organizaciones demuestra un cambio significativo ante los costos, los autores Pérez-García et al., (2021) establecieron un modelo matemático para el análisis de 12 rutas, mediante el nodo origen a nodos destinos (O-D), mediante la aplicación del modelo matemático permitieron programar rutas con mayor demanda en relación a la distancia, logrando satisfacer las así restricciones respecto a la cantidad ofertante y demandante.

Los costos de distribución que manejaba la empresa con recorridos aleatorios eran de \$3093,28, posteriormente ante la programación de rutas con el modelo de transporte fue \$1081,57, obteniendo un ahorro del 34,96%. Considerando que las rutas elegidas fueron pocas se concluyó en un sistema óptimo a la distribución de agua purificada y la satisfacción del cliente.

(Flores-Tapia & Flores-Cevallos, 2021b) presentaron la utilización del simplex de programación lineal para destinar cemento tipo GU en Ecuador, establecieron un modelo matemático relacionando dos nodos de origen como plantas productoras y seis distribuidoras marcas Disensa, estableciendo los costos de envío, oferta y demanda del cemento mediante software Solver-Excel obtuvieron como solución un costo mínimo de \$195205,00 respecto a \$240365,00, comprobando el cumplimiento de la hipótesis alternativa que indica que las cantidades y costos de envío entre el origen y destino inciden en los costos totales de la empresa Holcim S.A.

Bajo este contexto se utilizó la metodología planteada, señalando la identificación de las redes de distribución de estudio, para posteriormente indicar la población y los criterios del diseño de recolección de datos. Siguiendo la creación del instrumento validada mediante el método Delphi mediante seis especialistas en materia que se argumenta mediante la operacionalización de las variables de estudio. El instrumento de recolección logró obtener datos para su evaluación mediante el software IBM SPSS Statistics 25, además de realizar el análisis de fiabilidad del instrumento por el método alfa de Cronbach que obtuvo la calificación de “muy buena” respecto al resultado de 0,851. Se planteó la aceptación de la hipótesis alternativa mediante análisis de correlación de Pearson con un  $p=0,034$  que establece que *“La aplicación del método de transporte incide en la minimización de los costos de distribución de la empresa los Chifladitos de la provincia de Santa Elena, Ecuador”*, facilitando el establecimiento de la propuesta como el diseño de modelado de transporte, el cual permitió diagnosticar las cantidades ideales a enviar desde el nodo origen (planta procesadora) a centros de distribución (sucursales) y a los destino (clientes) y la obtención del menor costo establecido en \$19420,00 anuales respecto cantidad de \$24768,00 establecida, obteniendo un ahorro \$5348,00 anuales.

## CONCLUSIONES

La revisión sistemática nos permitió identificar el efecto del método de transporte sobre la minimización de los costos de distribución, a partir del análisis bibliométrico se identificaron 30 artículos de divulgación científica en bases de datos como: Scielo, Redalyc, Dialnet y Google Académico, tomando en consideración casos e indagaciones relevante para el desarrollo del modelado de transporte.

Se estableció una metodología para diagnosticar la situación actual de la empresa permitiendo contar con un enfoque cuantitativo con alcance descriptivo y correlacional, mediante la utilización de técnicas e instrumentos de recolección de datos se dispuso de resultados viables en la toma de decisiones en el proceso de dar solución a problemas de transporte.

Se presento la ejecución de instrumentos mediante el uso del método Delphi, valorado por una sección de experto en materia, posteriormente mediante el uso del software IBM Statistics se analizó la valoración de datos obtenido del instrumento, con el resultado se estableció la hipótesis alternativa y la verificación de fiabilidad por alfa de Cronbach. Como participación de resultados se estableció un modelado de distribución que minimizó los costos de transporte de la empresa Chifladitos, que se constaba con la cantidad de \$24768,00 anuales y posteriormente aplicando el modelado de transporte una cantidad de \$19420,00 anuales, contando con un ahorro de 78,41% por costo de transporte hacia los diferentes nodos.

## **RECOMENDACIONES**

Es importante utilizar los parámetros establecidos en la revisión sistemática en el proceso de adquisición de información en motores de búsqueda, con la finalidad ampliar el conocimiento mediante información actualizada.

Se recomienda establecer un marco metodológico que sustente la información requerida para proceso de resultados, con la finalidad que se otorgue a la investigación autenticidad y fiabilidad respecto a su direccionamiento.

Para el mejoramiento del sistema de redes de distribución se recomienda la implantación de propuesta en la distribución de snack de la empresa Chifladitos con la actualización constante ante la situación que maneje la empresa. Evitando provocar alteraciones en los costos de distribución.



## REFERENCIAS (o BIBLIOGRAFÍA)

- Angulo-Reyes, L., Figueroa-Jiménez, A., Cambin-García, C., & Jiménez-Chávez, A. (2018). Impacto del transporte internacional en el desarrollo económico de Colombia. *Liderazgo Estratégico*, 8(1), 3–17.
- Arcos-Domínguez, L., Rodríguez-Salgado, R., Torres-Meza, W., & Vecino-Vargas, R. (2021). Modelo de ruteo capacitado con flota heterogénea para la distribución de pedidos: caso aplicado a una empresa ladrillera de la ciudad de Sincelejo, Sucre. *CECAR*.
- Ayllon-Benítez, J. C., Omaña-Silvestre, J. M., Sangerman-Jarquín, D. M., Garza-Bueno, L. E., Quintero-Ramírez, J. M., & González-Razo, F. de J. (2015). Modelos de transporte en México para la minimización de costos de distribución de tuna (*Opuntia spp*) en fresco. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6(7), 1615–1628.
- Banco Central del Ecuador. (2020a). *Cuentas Nacionales*.
- Banco Central del Ecuador. (2020b). *Cuentas Nacionales*. Quito.
- Banco Central del Ecuador. (2022). *Boletín mensual de inflación Resultados a octubre de 2022 noviembre de 2022*.
- Buitrago-Pulido, R. D. (2019). Análisis bibliométrico sobre la producción científica en distribución en planta en la red Redalyc durante el periodo 2007 - 2017. *Scientia et Technica*, 24(3), 446–450. <https://doi.org/10.22517/23447214.21401>
- Cámara de Industrias y Producción. (2021). *Reporte de ventas septiembre-2021*.
- Carcia-Soler, G. A. (2014). *Modelos para la planeación de transporte terrestre eficiente para el sector de hidrocarburos*.
- Cárdenas-Escobar, N., Moreira-Gómez, E., & García-Bustos, S. (2021b). Modelo de transporte para el reabastecimiento de inventario en una red de tiendas retail. *Proceedings of the LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology*, 2021-July. <https://doi.org/10.18687/LACCEI2021.1.1.257>

- Cavada-Escobar, Y., & Montes-Jiménez, M. E. (2022). *Modelos de distribución logística internacional*. Universidad de Córdoba.
- Cepeda-Espín, L. E. (2022). *Diseño de un modelo logístico para la gestión de costos de distribución en la empresa Redtima Cía. Ltda.* Universidad Técnica de Ambato.
- Coello-Montecel, D. A. (2017). ¿Poder De Mercado o Eficiencia? Determinantes de la Rentabilidad del Sector Manufacturero Ecuatoriano Durante el Periodo Post-Dolarización. *X-Pendientes Económicos*, 1(1), 56–77.
- Estrada-Mejía, S., Restrepo De Ocampo, L. S., & Ballesteros-Silvia, P. P. (2010). Análisis de los costos logísticos en la administración de la cadena de suministro. *Scientia et Technica*, 16(45), 272–277.
- Estrada-Romeu, M. Á. (2007). *Redes de distribución*. 7–33.
- Feraud, K., & Ponce, P. (2020). Impacto de las importaciones en la industria manufacturera a nivel global: Análisis datos de Panel. *Revista Económica*, 8(2), 51–59.
- Ferrer, M., Ariza, Y., Martínez, J., Garizao, J., & Pulido-Rojano, A. (2019). Modelo de optimización colaborativo para la minimización de los costos variables de transporte de carga por carretera en Colombia. *I+D En TIC*, 10(1), 26–36.
- Flores-Tapia, C. E., & Flores-Cevallos, K. L. (2021a). Modelo de transporte aplicado a una empresa distribuidora de cemento. Caso de estudio en Ecuador. *Revista Científica de FAREM-Estelí*, 10(40), 81–95. <https://doi.org/https://doi.org/10.5377/farem.v10i40.13046>
- Flores-Torres, G. A., Flores-Torres, D. A., & Romero Fernández, A. J. (2019). Contribución al mejoramiento de la eficiencia en el transporte de mercancías. *Uniandes Episteme*, 6(1), 49–61.
- Fontalvo-Herrera, T., De-la-Hoz-Granadillo, E., & Mendoza-Mendoza, A. (2019). Procesos Logísticos y La Administración de la Cadena de Suministro. *Saber, Ciencia y Libertad*, 14(2), 102–112. <https://doi.org/10.18041/2382-3240/saber.2019v14n2.5880>

- Fuentes-Pérez, E. M. (2020). Industria alimentaria frente a la nueva normalidad post COVID-19. *CienciAmérica*, 9(2), 45–50. <https://doi.org/10.33210/ca.v9i2.290>
- Gámez-Albán, H. M., Mejía-Argueta, C., & Espinosa de los Monteros, L. R. (2017). Diseño de una red de distribución a través de un modelo de optimización considerando agotados. *Revista Chilena de Ingeniería*, 25(4), 619–632.
- García, M. M., Suárez, M., & Ii, M. (2013). El método Delphi para la consulta a expertos en la investigación científica Delphi method for the expert consultation in the scientific research. *Revista Cubana de Salud Pública*, 39(2), 253–267. <http://scielo.sld.cu>
- Girón-G, M. F., López-B, J. R., & Sornoza-B, K. J. (2021). Solución al problema del transporte aplicación práctica. *Ecuadorian Science Journal*, 5(4), 61–73.
- Gómez-Gómez, I., & Brito-Agilar, J. G. (2020). *Administración de Operaciones* (J. Brito-Aguilar & I. Gómez-Gómez, Eds.; Primera edición, Vol. 1).
- Gómez-Ortiz, E. J. (2018). Gestión estratégica de costos una herramienta de competitividad. *Espacios*, 39(32), 4.
- Granillo-Macias, R., Gonzalez-Hernandez, I. J., Santana-Robles, F., & Martínez-Flores, J. L. (2019). Estrategia de centros de consolidación para la distribución de tuna en México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 10(2).
- Guédez-Fernández, C. (2011). Programación lineal e ingeniería industrial: una aproximación al estado del arte. *Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias*, 2(6), 61–78. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=215021914005>
- Guerrero-Salas, H. (2022). *Programación lineal aplicada* (ECOEdiciones S.A.S., Ed.; Tercera edición).
- Heizer, J., & Render, B. (2004). *Principios de administración de operaciones* (PEARSON EDUCACIÓN, Ed.; Quinta edición).
- Henríquez-Fuentes, G. R., Cardona, D. A., Rada-Llanos, J. A., & Robles, N. R. (2018). Medición de tiempo en un sistema de distribución bajo un estudio de métodos y tiempos. *Información Tecnológica*, 29(6), 277–286. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642018000600277>

- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista-Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (S. A. D. C. V. McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, Ed.; Sexta Edición).
- Hidalgo-Torres, J. L., Rivadeneira-Piedram Christian Ivan, Moreno-Cueva, N. M., & Moreno-Cueva, N. Y. (2018). *Logística empresarial* (Ediciones Grupo Compás 2018, Ed.).
- INEC. (2018). *Directorio de Empresas y Establecimientos 2017*. Quito.
- Kimble, C., Hosch, H., Hirt, E., Lucker, W. G., Díaz-Loving, R., & Zarate, M. (2002). *Psicología social de las Américas* (R. Cabañas-Chávez, Ed.; Primera edición).
- Machuca De Pina, J. M., Dorin, M., & García-Yi, A. I. (2018). Evaluación experimental de un modelo de programación lineal evaluación experimental de un modelo de Programación lineal para el problema de ruteo de vehículos (VRP). *Interfases*, 011, 103–117. <https://doi.org/10.26439/interfases2018.n011.2956>
- Malagié, M., Jensen, G., Smith, D. L., Grahamy, J., Svagr, J. J., Spiegel, J., Berkowitz, D. E., Fagel, M. J., Ashdown, T., Smukowski, M., Bruska, N., Vilasboas de Andrade, A., Hawkinson, T. E., Collins, J. J., Olmstead, G. W., Villard, R. F., Lehhtola, C. J., & Pant, N. M. (2012). *Industria alimentaria*.
- Montes-Orozco, E., Mora-Gutiérrez, R. A., Obregón-Quintana, B., De-Los-Cobos-Silva, S. G., Rincón-García, E. A., Gutiérrez-Andrade, M. A., & Lara-Velázquez, P. (2020). Matheurísticas para resolver el problema de ruteo de vehículos con ventanas de tiempo. *Revista de Matemática: Teoría y Aplicaciones*, 27(2), 305–332. <https://doi.org/10.15517/rmta.v27i2.37889>
- Ogata Katsuhiko. (2003). *Ingeniería de control moderna* (PEARSON EDUCACIÓN S.A, Ed.; Cuarta edición).
- Oleas-Lara, C. X., Mazón-Fierro, G. J., & Carrasco-Zárate, E. D. (2020). Optimización del proceso logístico en el transporte y las operaciones de exportación mediante fórmulas matemáticas en los KPI'S. *Dominio de Las Ciencias*, 6(3), 756–773. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.23857/dc.v6i3.1314>

- Oviedo, H. C., & Campo-Arias, A. (2005). Aproximación al uso del coeficiente alfa de Cronbach. *Revista Colombiana de Psiquiatría*, 34(4), 572–580.
- Pardinas, F. (1989). *Metodología y técnica de investigación en ciencias sociales* (S. A. de C. V. Siglo XXI editores, Ed.; trigesimoctava).
- Pérez-García, E.-M., Domínguez-Carrillo, G., Sánchez-Escobar, R., Cárdenas-Chavero, V., & Cruz-Tolentino, L.-Y. (2021). Implementación de un modelo matemático que permita optimizar los costos de transporte de una empresa purificadora de agua. *Revista Digital*, 1–28.
- Piloso-Chávez, K. J., Pinargote-Navarrete, E. T., & Montesdeoca-Párraga, R. R. (2020). Gestión del conocimiento, capital intelectual e innovación de la producción del chifle de plátano (MUSA AAB). *Revista Ciencia y Tecnología El Higo*, 10(2), 35–48. <https://doi.org/10.5377/elhigo.v10i2.10552>
- Quintana-Cruz, E., Ojeda-Mesa, L., & Almeida-Franco, O. (2019). Diseño de un sistema de rutas variable de transportación basado en sistemas de información geográfica. *Instituto de Información Científica y Tecnológica, Cuba*, 21(4). <https://www.redalyc.org/articulo.oa?>
- Reveles-López, R. (2019). *Análisis de los elementos del costo* (A. García-Nares, N. B. San Martín-López, J. L. Raya-Cruz, E. A. Cruz-Sánchez, R. Lara-Corona, & E. Sosa-Uraga, Eds.; Segunda edición).
- Rodríguez-Rodríguez, J., & Reguant-Álvarez, M. (2020). Calcular la fiabilidad de un cuestionario o escala mediante el SPSS: el coeficiente alfa de Cronbach. *REIRE Revista d'Innovació i Recerca En Educació*, 13(2), 1–13. <https://doi.org/10.1344/reire2020.13.230048>
- Rodríguez-Vásquez, W. C. (2020). Modeling a vehicle routing problem with multiple depots, time windows and heterogeneous fleet of a courier service. *Información Tecnológica*, 31(1), 207–214. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642020000100207>
- Ruiz-Guajala, M. E., Mayorga-abril, C. M., Álvarez-Jiménez, E. M., & Armendáriz-Sánchez, D. E. (2022). Las empresas del sector calzado. Camino a la eficiencia. *Revista Científica Hermes*, 31, 41–56. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=477671228003>

- Sanaú-Villarroya, J. J. (2022). Logística, liberalización del comercio internacional y crecimiento económico. *Cuadernos de Estrategia* 210, 55–82.
- Santabarábara, J. (2019). Cálculo del intervalo de confianza para los coeficientes de correlación mediante sintaxis en SPSS. *REIRE Revista d Innovación i Recerca En Educació*n, 12(2), 1–14. <https://doi.org/10.1344/reire2019.12.228245>
- Scribano, A. O. (2007). *El proceso de investigación social cualitativo* (Prometeo libros, Ed.).
- Serrano-Cervantes, M. E., & Montero-García, L. de J. (2019). El uso de modelos de redes y modelos de transporte para la optimización y reducción de tiempos y costos de transporte en la Comercializadora Gonac S. A de C. V. *RICEA Revista Iberoamericana de Contaduría, Economía y Administración*, 8(15), 29–53. <https://doi.org/10.23913/ricea.v8i15.123>
- Soler-Cárdenas, S. F., & Soler-Pons, L. (2012). Usos del coeficiente alfa de Cronbach en el análisis de instrumentos escritos. *Revista Médica Electrónica*, 34(1), 01–06.
- Superintendencia de Compañías, V. y S. (2020). *Estudio sectorial: la eficiencia de las empresas manufactureras en el Ecuador 2013-2018*.
- Tuapanta-Dacto, J. V., Duque-Vaca, M. A., & Mena-Reinoso, A. P. (2017). Alfa de Cronbach para validar un cuestionario de uso de TIC en docente universitario. *Revista MktDescubre - ESPOCH FADE*, 37–48.
- Villamarín-Padilla, J. M., Aguilar-Miranda, G. J., Llamuca-Llamuca, J. L., & Villacrés-Suárez, W. H. (2019a). Modelo matemático de transporte para una empresa comercializadora de combustibles, usando programación lineal. *Visionario Digital*, 3(2).
- Zapata-Cortes, J. A., Vélez-Bedoya, Á. R., & Arango-Serna, M. D. (2020a). Mejora del proceso de distribución en una empresa de transporte. *Investigación Administrativa*, 49(126). <http://www.redalyc.org/articulo.oa>

# ANEXOS

## Anexo 1. Cuestionario de entrevista



UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERIA  
CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

Entrevista de recolección de datos

**Objetivo:** Recabar información que ayude a la modelación matemática para un sistema óptimo de distribución.

1. ¿Nombre de persona entrevistada?

---

---

2. ¿Cuáles son los puntos de distribución dentro de la provincia de Santa Elena donde se vende los diferentes snacks?

---

---

3. ¿Cuál es el comportamiento de la demanda a la semana?

---

---

4. ¿Cantidad de unidades de snack que vende dentro de la provincia de Santa Elena?

---

---

5. ¿Costos de transporte?

---

---

6. ¿Cómo se maneja el ruteo actualmente?

---

---

7. ¿Se ha implementado algún modelo de distribución en la empresa?

---

---

## Anexo 2. Cuestionario de censo



UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERIA  
CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

Censo de recolección de datos

Objetivo: Recabar información que ayude a la modelación matemática para un sistema óptimo de distribución en la empresa Chifladitos de la provincia de Santa Elena.

1. ¿Cree usted que se realiza en el sistema de distribución una óptima ejecución en la entrega de snack?

- No
- Tal vez
- Si

2. ¿Conoce como se puede mejorar el sistema de distribución mediante un modelo de transporte?

- No
- Tal vez
- Si

3. ¿Cuál es transporte de snack?

- Frete
- Vehículo propio

4. ¿Con cuántos vehículos cuenta la empresa?

- 1 un vehículo
- 2 un vehículo
- 3 un vehículo
- 4 un vehículo

5. ¿Frecuencia de salida de vehículo diario?

- 1-3 salidas
- 3-6 salidas
- 6-9 salidas
- 9-12 salidas

6. ¿Cuál es la capacidad del vehículo con respecto a las fundas de snack?

- 1000 unidades
- 2000 unidades



3000 unidades

4000 unidades

7. ¿Cuál es el costo de transporte desde la planta productora hacia sus puntos de distribución?

\$5,00-\$10,00

\$10,00-\$20,00

\$20,00-\$30,00

\$30,00-\$40,00

8. ¿Cuál es el costo de transporte desde los puntos de distribución hacia los clientes?

\$20,00-\$30,00

\$30,00-\$40,00

\$40,00-\$50,00

\$50,00-\$60,00

9. ¿Precio de las unidades de snack?

\$0,25-\$0,50

\$0,50-\$1,00

\$1,00-\$1,50

10. ¿Cantidades de snack que vende la empresa semanal dentro de la provincia de Santa Elena?

1000-2000 unidades

2000-3000 unidades

3000-4000 unidades

4000-5000 unidades

11. ¿Considera que la empresa necesita reducir los costos de distribución mediante la implementación de un modelo de transporte?

No

Tal vez

Si

### Anexo 3. Solicitud de apertura de realizar investigación en la empresa

Santa Elena, 09 de marzo del 2022

Señor

Romero Moreno Carlos Saul  
GERENTE EMPRESA CHIFLADITOS.

Presente. -

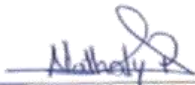
De mi consideración

Yo PASTORIZA BELTRÁN NATHALY DENISSE, con Cedula de Ciudadanía N° 2450530783, ante usted respetuosamente presento y expongo:

Habiendo finalizado la malla curricular de la carrera de Ingeniería Industrial en la Universidad Estatal Península de Santa Elena, solicito de la manera más cordial se considere la petición de un estudio de investigación dentro de su organización del siguiente tema "DISEÑO DE UN MODELO DE TRANSPORTE PARA LA MINIMIZACIÓN DE COSTOS DE DISTRIBUCIÓN DE LA EMPRESA CHIFLADITOS, PROVINCIA DE SANTA ELENA, ECUADOR"

Sin otro asunto particular, expreso mi agradecimiento y mi consideración ante su atención a esta solicitud.

Atentamente,



Pastoriza Beltrán Nathaly Denisse

C.C. 2450530783

Cel. 0992943896

Email. [nathaly.pastorizabeltran@upsc.edu.ec](mailto:nathaly.pastorizabeltran@upsc.edu.ec)



## Anexo 4. Datos tabulación SPSS 25

\*Sin título2.sav [ConjuntoDatos1] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

Archivo Editar Ver Datos Transformar Analizar Gráficos Utilidades Ampliaciones Ventana Ayuda

	e	Tipo	Anchura	Decimales	Etiqueta	Valores	Perdidos	Columnas	Alineación	Medida	Rol	
1		Numérico	8	0	1.- ¿Cree usted que se realiza en el sistema de distribución una óptima ejecuci...	{1, No}...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada	
2		Numérico	8	0	2.- ¿Conoce como se puede mejorar el sistema de distribución mediante un m...	{1, No}...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada	
3		Numérico	8	0	3.- ¿Cuál es transporte de snack?	{1, Flete}...	Ninguno	8	Derecha	Nominal	Entrada	
4		Numérico	8	0	4.- ¿Con cuántos vehículos cuenta la empresa?	{1, un vehi...	Ninguno	8	Derecha	Nominal	Entrada	
5		Numérico	8	0	5.- ¿Frecuencia de salida de vehículo diario?	{1, 1-3 salid...	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada	
6		Numérico	8	0	6.- ¿Cuál es la capacidad del vehículo con respecto a las fundas de snack?	{1, 1.000 fu...	Ninguno	8	Derecha	Nominal	Entrada	
7		Numérico	8	0	7.- ¿Cuál es el costo de transporte desde la planta productora hacia sus punto...	{1, \$5,00-\$1...	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada	
8		Numérico	8	0	8.- ¿Cuál es el costo de transporte desde los puntos de distribución hacia los c...	{1, \$20,00-\$...	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada	
9		Numérico	8	0	9.- ¿Precio de las unidades de snack?	{1, \$0,25-\$0...	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada	
10		Numérico	8	0	10.- ¿Cantidades de snack que vende la empresa semanal dentro de la provinci...	{1, 1.000-2...	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada	
11		Numérico	8	0	11.- ¿Considera que la empresa necesita reducir los costos de distribución me...	{1, No}...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada	
12		Numérico	8	0			Ninguno	Ninguno	10	Derecha	Escala	Entrada
13		Numérico	8	0			Ninguno	Ninguno	10	Derecha	Escala	Entrada

Vista de datos Vista de variables

IBM SPSS Statistics Processor está listo Unicode:ON

29°C 12:06 20/1/2023

\*Sin título2.sav [ConjuntoDatos1] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

Archivo Editar Ver Datos Transformar Analizar Gráficos Utilidades Ampliaciones Ventana Ayuda

25 : VI Visible: 13 de 13 variables

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	VI	VD	var	var
1	1	1	2	2	3	4	2	4	2	4	3	13	15		
2	1	1	2	2	3	4	2	4	2	4	3	13	15		
3	1	1	2	2	2	4	2	4	2	4	3	12	15		
4	1	1	2	2	2	4	1	4	2	4	3	12	14		
5	1	1	2	2	2	4	1	4	2	4	3	12	14		
6	1	1	2	2	2	3	1	4	2	4	3	11	14		
7	1	1	2	2	2	3	1	4	2	4	3	11	14		
8	1	1	2	2	2	3	1	4	2	4	3	11	14		
9	1	1	2	2	2	3	1	4	2	4	3	11	14		
10	1	1	2	2	2	3	1	4	2	4	3	11	14		
11	1	1	2	2	2	3	1	4	2	4	3	11	14		
12	1	1	2	2	2	3	1	4	2	4	3	11	14		
13	1	1	2	2	2	3	1	4	2	4	3	11	14		
14	2	1	2	2	2	3	1	4	2	4	2	12	13		
15	2	1	2	2	2	3	1	4	2	4	2	12	13		
16	2	2	2	2	2	3	1	4	2	4	2	13	13		
17	2	2	2	2	1	3	1	3	2	4	2	12	12		
18	2	2	2	2	1	3	1	3	2	3	2	12	11		
19	2	1	2	2	1	2	1	3	2	3	2	10	11		

Vista de datos Vista de variables

IBM SPSS Statistics Processor está listo Unicode:ON

12:06 20/1/2023

## Anexo 5. Producto







**Anexo 6.** Entrevista y censo a trabajadores



**Anexo 7.** Planta de procesamiento de snack de chifles



**Anexo 8.** Sucursales de la empresa Chifladitos



**Anexo 9.** Proceso productivo





