



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

“MODELO DE RED DE DISTRIBUCIÓN PARA MINIMIZACIÓN  
DE COSTOS EN LA EMPRESA AMERICAN BEVERAGE  
COMPANY BEVERAGECOM S.A., CANTÓN LA LIBERTAD,  
ECUADOR.”

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

Previo a la obtención del título de:

**INGENIERO INDUSTRIAL**

**AUTOR:**

SARA ELIZABETH MARIN HERRERA

**TUTOR:**

ING. MUYULEMA ALLAICA JUAN CARLOS, MEng.

La Libertad, Ecuador

2024

**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**

**CARRERA DE INGENIERÍA DE INDUSTRIAL**

**TEMA:**

“MODELO DE RED DE DISTRIBUCIÓN PARA MINIMIZACIÓN  
DE COSTOS EN LA EMPRESA AMERICAN BEVERAGE  
COMPANY BEVERAGECOM S.A., CANTÓN LA LIBERTAD,  
ECUADOR.”

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

**AUTOR:**

MARIN HERRERA SARA ELIZABETH

**TUTOR:**

ING. MUYULEMA ALLAICA JUAN CARLOS, MEng.

**LA LIBERTAD – ECUADOR**

**2024**

**UPSE**

# CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación fue realizado en su totalidad por **Marín Herrera Sara Elizabeth**, como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniera Industrial**.

**TUTOR**

f. 

Ing. Muyulema Allaica Juan Carlos, MEng.

**DIRECTOR DE LA CARRERA**

f. 

Ing. Moreno Alcivar Lucrecia Cristina, PhD

La Libertad, a los 26 del mes de diciembre del año 2024

## APROBACIÓN DEL TUTOR

Ing. Muyulema Allaica Juan Carlos, MEng.

### TUTOR DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Universidad Estatal Península de Santa Elena

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación, modalidad Proyecto de Investigación “MODELO DE RED DE DISTRIBUCIÓN PARA MINIMIZACIÓN DE COSTOS EN LA EMPRESA AMERICAN BEVERAGE COMPANY BEVERAGECOM S.A., CANTÓN LA LIBERTAD, ECUADOR.”, elaborado por la Srta. MARIN HERRERA SARA ELIZABETH, 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 Ingeniera Industrial, me permito declarar que luego de haberla dirigido, estudiado y revisado, la apruebo en su totalidad.

**TUTOR**

f. 

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

La Libertad, a los 26 del mes de noviembre del año 2024

# **DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

**Yo, Marín Herrera Sara Elizabeth**

## **DECLARO QUE:**

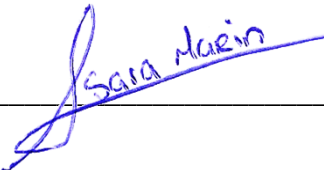
El Trabajo de Titulación, “**MODELO DE RED DE DISTRIBUCIÓN PARA MINIMIZACIÓN DE COSTOS EN LA EMPRESA AMERICAN BEVERAGE COMPANY BEVERAGECOM S.A., CANTÓN LA LIBERTAD, ECUADOR**” previo a la obtención del título de **Ingeniera Industrial**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

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

**La Libertad, a los 26 del mes de noviembre del año 2024**

**EL AUTOR**

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



**MARIN HERRERA SARA ELIZABETH**

# AUTORIZACIÓN

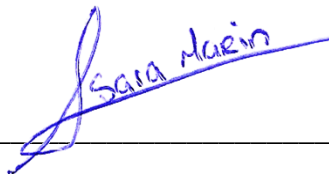
Yo, **Marín Herrera Sara Elizabeth**

Autorizo a la Universidad Península de Santa Elena la **publicación** en la biblioteca de la Institución del Trabajo de Titulación, “**MODELO DE RED DE DISTRIBUCIÓN PARA MINIMIZACIÓN DE COSTOS EN LA EMPRESA AMERICAN BEVERAGE COMPANY BEVERAGECOM S.A., CANTÓN LA LIBERTAD, ECUADOR**”, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi/nuestra exclusiva responsabilidad y total autoría.

**La Libertad, a los 26 del mes de noviembre del año 2024**

**AUTOR:**

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



**MARIN HERRERA SARA ELIZABETH**

## CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO

En calidad de tutor del trabajo de investigación para titulación del tema “**MODELO DE RED DE DISTRIBUCIÓN PARA MINIMIZACIÓN DE COSTOS EN LA EMPRESA AMERICAN BEVERAGE COMPANY BEVERAGECOM S.A., CANTÓN LA LIBERTAD, ECUADOR**” elaborado por la Srta. **MARIN HERRERA SARA ELIZABETH**, egresada de la carrera de Ingeniería de Industrial, de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, previo a la obtención del Título de Ingeniera Industrial me permito declarar que una vez analizado en el sistema anti plagio URKUND, luego de haber cumplido con los requerimientos exigidos de valoración, la presente tesis, se encuentra con un 1% de la valoración permitida por consiguiente se procede a emitir el presente informe.

Adjunto reporte de similitud.

Atentamente,

**URKUND** CERTIFICADO DE ANÁLISIS  
ingidist

Trabajo investigativo - Marin Sara (2)

**1%**  
Textos sospechosos

4x. Similitudes (generales)  
*En similitudes, muestra similitud*

2x. Muestras no reconocidas (generales)

1x. Textos potencialmente generados por IA

Nombre del documento: Trabajo investigativo - Marin Sara (2).docx  
ID del documento: 2105d813a05051a840ca7791d47109c75850465  
Tamaño del documento original: 12,46 MB  
Autores: □

Depositante: JUAN CARLOS MUYULEMA ALLAICA  
Fecha de depósito: 22/11/2024  
Tipo de carga: Insertar  
Fecha de fin de análisis: 22/11/2024

Numero de palabras: 21.987  
Numero de caracteres: 213.287

Ubicación de las similitudes en el documento

FIRMA DEL TUTOR

f.

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



# CERTIFICADO DE GRAMATOLOGÍA

---

Santa Elena, 20 de noviembre del 2024

Yo, **Mónica Isabel Paredes Castro**, Magíster en Educación Básica, con registro de la **SENECYT N° 1023-2024-2904505** por medio del presente certifico que:

Después de revisar y corregir la sintaxis y ortografía del trabajo investigativo titulado "**MODELO DE RED DE DISTRIBUCIÓN PARA MINIMIZACIÓN DE COSTOS EN LA EMPRESA AMERICAN BEVERAGE COMPANY BEVERAGECOM S.A., CANTÓN LA LIBERTAD ECUADOR**", elaborado por la estudiante **SARA ELIZABETH MARIN HERRERA** en su opción al título de **INGENIERA INDUSTRIAL** en la Universidad Estatal Península de Santa Elena, puedo afirmar que el trabajo está apto para ser defendido.

Sin otro particular.



firmado electrónicamente por:  
MONICA ISABEL  
PAREDES CASTRO

**Lic. Mónica Paredes Castro, M.Sc.**

C.I: 0605353143

Celular: 0969917044

Correo: misabelp1017@gmail.com



## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a Dios por darme sabiduría y perseverancia para completar esta etapa importante de mi vida. A mi familia, especialmente a mis padres, Rocio Herrera y Emilio Marín por su apoyo constante.

Además, a mis hermanos, Nicole Marín, José Ramírez, mis tías, Elena Herrera, Mary Herrera, mis primos, Melany Tumbaco, Andrés Herrera, Germán Herrera por su compañía, ayuda a lo largo de estos años.

A mis amigos de la carrera, Marco Montenegro, Roberto Malavé, Allan Lucas, Cristopher Diaz, Mishelle Romero por compartir esta experiencia, por su apoyo y colaboración en los momentos difíciles.

A los profesores, quienes con su dedicación y enseñanza me han proporcionado las herramientas necesarias para enfrentar este reto académico.

A la empresa American Beverage Company Beveragecom S.A., por permitirme realizar este trabajo y proporcionarme los recursos y datos necesarios para llevar a cabo esta investigación.

Finalmente, a todas aquellas personas que directa o indirectamente contribuyeron con su apoyo y motivación para la culminación de este proyecto. A todos ustedes, mi más profundo agradecimiento.

*Sara Marín*

## **DEDICATORIA**

Este presente trabajo se lo dedico a mi abuelita María Teresa Guerrero Rosero gracias enseñarme el valor del esfuerzo, dedicación y perseverancia.

Mi familia, mis hermanos, mis primos, que siempre ha estado a mi lado, brindándome su cariño, su compañía y respaldo en cada paso de este camino.


A Dios, por darme la determinación para seguir adelante y por iluminar mi camino en los momentos de duda.


*Sara Marín*

## TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f.   
Ing. Moreno Alcívar Lucrecia Cristina, PhD  
DIRECTOR DE CARRERA

f.   
Ing. Reyes Soriano Franklin Enrique, MSc.  
DOCENTE ESPECIALISTA

f.   
Ing. Muyulema Allaica Juan Carlos, MEng.  
DOCENTE TUTOR

f.   
Ing. Muyulema Allaica Juan Carlos, MEng.  
DOCENTE GUIA IUC

## ÍNDICE GENERAL

<b>PORTADA</b> .....	i
<b>CERTIFICACIÓN</b> .....	iii
<b>APROBACIÓN DEL TUTOR</b> .....	iv
<b>DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD</b> .....	v
<b>AUTORIZACIÓN</b> .....	vi
<b>CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO</b> .....	vii
<b>CERTIFICADO DE GRAMATOLOGÍA</b> .....	viii
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	ix
<b>DEDICATORIA</b> .....	x
<b>TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN</b> .....	xi
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	xv
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	xvii
<b>ÍNDICE DE ANEXOS</b> .....	xix
<b>LISTA DE ABREVIATURAS Y TABLA DE SÍMBOLOS</b> .....	xx
<b>RESUMEN</b> .....	xxi
<b>ABSTRACT</b> .....	xxii
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>CAPÍTULO I</b> .....	9

<b>MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>9</b>
1.1. Antecedentes investigativos .....	9
1.2. Estado del arte .....	11
1.3. Protocolo de investigación .....	31
1.3.1. Discusión de resultados.....	33
 <b>CAPÍTULO II.....</b>	 <b>40</b>
 <b>MARCO METODOLÓGICO.....</b>	 <b>40</b>
2.1. Enfoque de investigación .....	40
2.2. Diseño de investigación .....	41
2.3. Procedimiento metodológico .....	41
2.4. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos. ....	43
2.4.1. Métodos de recolección de los datos. ....	43
2.4.1.1. Entrevista.....	43
2.4.1.2. Censo .....	44
2.4.2. Técnicas de recolección de datos .....	44
2.5. Instrumentos de recolección de los datos.....	47
2.6. Variable del estudio.....	49
2.7. Operacionalización de las variables .....	49
2.8. Procedimiento para la recolección de los datos .....	52
2.9. Plan de análisis e interpretación de los datos .....	52
 <b>CAPÍTULO III.....</b>	 <b>54</b>
 <b>MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	 <b>54</b>
3.1. Descripción de la empresa .....	54
3.1.1. Generalidades .....	54

3.1.2. Organización estructural y funcional.....	54
3.1.2.1. Organigrama estructural .....	54
3.1.2.2. Organigrama funcional.....	55
3.2. Marco de resultados .....	57
3.2.1. Procedimiento de evaluación y validez de instrumento.....	57
3.2.1.1. Validación del instrumento.....	57
3.2.2 Análisis de fiabilidad Alfa de Cronbach .....	59
3.2.3 Resultados del censo .....	60
3.2.3.1 Fiabilidad del instrumento de censo .....	60
3.2.3.2 Análisis de resultados del censo .....	61
3.2.4 Resultados de la entrevista.....	70
3.2.4.1 Fiabilidad del instrumento de la entrevista.....	70
3.2.4.2 Análisis de resultados de la entrevista.....	71
3.2.5 Correlación de las variables .....	72
3.2.6 Diagnóstico situacional .....	74
3.3. Propuesta de mejora para la distribución de la empresa .....	74
3.3.1 Presupuesto para la implementación de la red de distribución .....	90
3.4. Marco de discusión .....	92
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>94</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>95</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>96</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>108</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Objetivos para la revisión sistemática de la literatura (RSL).....	11
<b>Tabla 2.</b> Preguntas de estudio.....	11
<b>Tabla 3.</b> Elaboración detallada de búsqueda. ....	13
<b>Tabla 4.</b> Proceso de extracción de datos. ....	14
<b>Tabla 5.</b> Análisis de artículos para fundamentar investigación.....	17
<b>Tabla 6.</b> Artículos de modelos de red de distribución.....	24
<b>Tabla 7.</b> Modelos utilizados en las investigaciones. ....	27
<b>Tabla 8.</b> Escala de valoración para realizar de las matrices de comparación.....	30
<b>Tabla 9.</b> Matriz proceso jerárquico método AHP .....	31
<b>Tabla 10.</b> Pasos para desarrollo un modelo de procesos. ....	33
<b>Tabla 11.</b> Pasos para la metodología.....	36
<b>Tabla 12.</b> Población de censo para distintos departamentos. ....	44
<b>Tabla 13.</b> Operacionalización de variables. ....	50
<b>Tabla 14.</b> Procedimiento para la recolección de datos. ....	52
<b>Tabla 15.</b> Plan de análisis e interpretación de los datos. ....	53
<b>Tabla 16.</b> Selección de expertos para validación del instrumento. ....	58
<b>Tabla 17.</b> Revisión por expertos.....	59
<b>Tabla 18.</b> Análisis de frecuencia de las rodas de validación.....	59
<b>Tabla 19.</b> Puntuación de los expertos.....	60
<b>Tabla 20.</b> Valoración del procesamiento de datos por juicio de expertos.....	61
<b>Tabla 21.</b> Fiabilidad del instrumento de juicios por expertos .....	61
<b>Tabla 22.</b> Tabulación de los datos obtenidos en el censo.....	69
<b>Tabla 23.</b> Valoración del procesamiento de datos.....	69
<b>Tabla 24.</b> Fiabilidad del instrumento.....	70



<b>Tabla 25.</b> Puntuación de los expertos para entrevista .....	70
<b>Tabla 26.</b> Valoración del procesamiento de datos por juicio de expertos.....	71
<b>Tabla 27.</b> Fiabilidad del instrumento de juicios por expertos .....	71
<b>Tabla 28.</b> Coeficiente de correlación de Pearson .....	73
<b>Tabla 29.</b> Puntos de venta de los productos. ....	75
<b>Tabla 30.</b> Distancia de los diferentes nodos.....	77
<b>Tabla 31.</b> Datos de la empresa. ....	78
<b>Tabla 32.</b> Puntos de distribución y venta de la empresa .....	78
<b>Tabla 33.</b> Costos de transporte de planta a aamacen.....	80
<b>Tabla 34.</b> Costos de transporte de almacén a cliente.....	80
<b>Tabla 35.</b> Restricciones de la demanda .....	83
<b>Tabla 36.</b> Cantidad optimizada de botellones de agua desde el nodo (O-T).....	87
<b>Tabla 37.</b> Cantidad y costo propuesto de botellones de agua des el nodo (T-D).....	88
<b>Tabla 38.</b> Presupuesto para la implementación del modelo .....	90
<b>Tabla 39.</b> Cálculos del tiempo de recuperación de la inversión (VAN, TIR, PR) ....	91
<b>Tabla 40.</b> Periodo de recuperación de la inversión .....	92

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Diagrama de flujo sobre la identificación del problema.....	4
<b>Figura 2.</b> Integración de los pasos para la RSL con metaanálisis (PRISMA). .....	12
<b>Figura 3.</b> Criterios de inclusión y exclusión. ....	14
<b>Figura 4.</b> Diagrama de flujo utilizando recomendaciones de PRISMA.....	15
<b>Figura 5.</b> Artículos publicados por año.....	24
<b>Figura 6.</b> Artículos de programación lineal. ....	26
<b>Figura 7.</b> Métodos empleados en los artículos científicos. ....	29
<b>Figura 8.</b> Herramientas que se utilizan en los modelos de red de distribución.....	30
<b>Figura 9.</b> Protocolo de la investigación.....	32
<b>Figura 10.</b> Metodología del modelo.....	34
<b>Figura 11.</b> Modelos y algoritmos de optimización .....	36
<b>Figura 12.</b> Metodología para determinar los costos de expansión de sistemas de transmisión .....	37
<b>Figura 13.</b> Metodología de red de distribución.....	39
<b>Figura 14.</b> Diseño de la investigación.....	41
<b>Figura 15.</b> Metodología de la red de distribución. ....	42
<b>Figura 16.</b> Plan de recolección de datos.....	43
<b>Figura 17.</b> Procedimiento de realización del método Delphi.....	45
<b>Figura 18.</b> Logo de la empresa American Beverage Company Beveragcom S.A. .	54
<b>Figura 19.</b> Estructura organizacional de la empresa .....	55
<b>Figura 20.</b> Orden jerárquico en la empresa. ....	56
<b>Figura 21.</b> Servicio de transporte .....	62
<b>Figura 22.</b> Cantidad de camiones.....	62
<b>Figura 23.</b> Flota para satisfacer demanda.....	63

<b>Figura 24.</b> Puntos de distribución .....	64
<b>Figura 25.</b> Frecuencia de distribución.....	64
<b>Figura 26.</b> Rutas de distribución .....	65
<b>Figura 27.</b> Principales problemas de distribución.....	65
<b>Figura 28.</b> Costos adicionales por inconvenientes .....	66
<b>Figura 29.</b> Costos de E a T.....	67
<b>Figura 30.</b> Costos de T a D .....	67
<b>Figura 31.</b> Diseñar un modelo de red logística .....	68
<b>Figura 32.</b> Fiabilidad del instrumento.....	72
<b>Figura 33.</b> Rutas de puntos destinos- Santa Elena .....	76
<b>Figura 34.</b> Rutas de puntos destinos- Salinas.....	76
<b>Figura 35.</b> Rutas de puntos destinos- La Libertad .....	77
<b>Figura 36.</b> Método logístico de la empresa American Beverage Company Beveragecom S.A.....	79
<b>Figura 37.</b> Solución del modelado en la programación Lingo 20.0.....	84
<b>Figura 38.</b> Solución del modelado en la programación Lingo 20.0.....	84
<b>Figura 39.</b> Capacidad de la empresa .....	85
<b>Figura 40.</b> Cantidad de demanda requerida por cada cliente .....	85
<b>Figura 41.</b> Precio de trasbordo desde (O1-T1 a T2) y capacidad de cada almacén ..	86
<b>Figura 42.</b> Precio desde los nodos de trasbordo hasta los nodos de origen. ....	86
<b>Figura 43.</b> Cantidad de propuesta de demanda a enviar (T-D).....	87
<b>Figura 44.</b> Modelo de solución de la red de distribución de botellones de agua .....	89
<b>Figura 45.</b> Costos actual y propuesto de la red de distribución .....	89

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo A.</b> Software de análisis de jerarquía (AHP) .....	108
<b>Anexo B.</b> Licencia para utilizar el software.....	109
<b>Anexo C.</b> Cuestionario para recolección de datos .....	110
<b>Anexo D.</b> Entrevista para recolección de datos .....	113
<b>Anexo E.</b> Formato para validación de la entrevista.....	114
<b>Anexo F.</b> Formato para validación de cuestionario .....	115
<b>Anexo G.</b> Recolección de datos.....	117
<b>Anexo H.</b> Tabulación de datos en el software .....	121
<b>Anexo I.</b> Coeficiente Alfa de Cronbach por expertos para el censo.....	121
<b>Anexo J.</b> Coeficiente Alfa de Cronbach en respuesta de las preguntas del censo...	122
<b>Anexo K.</b> Coeficiente Alfa de Cronbach por expertos de Entrevista. ....	122
<b>Anexo L.</b> Correlación de las variables.....	123

## LISTA DE ABREVIATURAS Y TABLA DE SÍMBOLOS

- AHP:** Proceso de jerarquía analítica.
- ANP:** Proceso de red analítica.
- CR:** Índice de consistencia.
- DP:** Modelos dinámicos.
- DR:** Procesos de transporte logísticos con distribución.
- DS:** Satisfacción de cliente.
- HYB:** Modelos matemáticos híbridos.
- IBM SPSS:** Paquete estadístico para las ciencias sociales.
- MILP:** Programación lineal entera mixta.
- MINLP:** Programación no lineal entera mixta.
- MOLP:** Modelo lineal multiobjetivo.
- MT:** Modelo de transbordo.
- PIB:** Producto interno bruto.
- PL:** Programación lineal.
- RSL:** Revisión sistemática de la literatura.
- SC:** Cadena de suministro.
- SCR:** Capacidad de respuesta.
- SM:** Modelo de simulación.
- TLS:** Sistema logístico.
- VD:** Variable dependiente.
- VI:** Variable independiente.
- VPR:** Problema de rutas de vehículos.

# “MODELO DE RED DE DISTRIBUCIÓN PARA MINIMIZACIÓN DE COSTOS EN LA EMPRESA AMERICAN BEVERAGE COMPANY BEVERAGECOM S.A., CANTÓN LA LIBERTAD, ECUADOR.”

**Autor:** Marín Herrera Sara Elizabeth

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

## RESUMEN

El presente estudio se enfoca en el desarrollo de modelo de red de distribución, que es utilizado de forma global dentro de la logística en las empresas, en el cual se relacionan la optimización de sus rutas de entrega y la reducción de costos. El objetivo primordial de la investigación fue implementar un modelo de trasbordo que optimizara los recorridos y minimizar los costos de la empresa dedicada a la purificación y traslado de agua purificada en el cantón La Libertad, Ecuador. La metodología que se implementó incluyó una revisión sistemática de la literatura con metaanálisis para identificar modelos aplicables a sistemas logísticos similares a través de diversos artículos relacionas al tema. Consecutivamente, se recopilaron diversos datos a través de un cuestionario de encuestas y entrevista a trabajadores de la empresa, con el propósito de adquirir información sobre el manejo actual de distribución, dichos datos fueron analizados y procesados mediante softwares. Lo cual permitió simular diversos escenarios y calcular el costo óptimo de distribución mediante Lingo 20.0. Los resultados reflejaron que el modelo propuesto redujo de manera significativa los costos de transporte en la empresa, identificando las rutas de comercialización más eficientes. Además, el modelo optimizó la cantidad distribuida a cada destino, manteniendo la demanda sin afectar la satisfacción del cliente. El análisis nos dio una reducción de los costos en un 24%, con un capital total de \$6.266,00 comparado con el costo previo.

**Palabras Claves:** *(transporte, costos, minimización, optimización, ruta, distribución)*

“DISTRIBUTION NETWORK MODEL FOR COST MINIMISATION  
AT THE AMERICAN BEVERAGE COMPANY BEVERAGECOM  
S.A., CANTON LA LIBERTAD, ECUADOR”

**Author:** Marin Herrera Sara Elizabeth

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

## **ABSTRACT**

This study focuses on the development of a distribution network model, which is used globally within the logistics of companies, in which the optimisation of their delivery routes and the reduction of costs are related. The main objective of the research was to implement a transshipment model to optimise routes and minimise costs for the company dedicated to the purification and transfer of purified water in the canton of La Libertad, Ecuador. The methodology that was implemented included a systematic review of the literature with meta-analysis to identify models applicable to similar logistics systems through various articles related to the subject. Subsequently, various data were collected through a questionnaire survey and interviews with company employees, in order to acquire information on current distribution management, and these data were analysed and processed using software. This allowed simulating different scenarios and calculating the optimal distribution cost using Lingo 20.0. The results showed that the proposed model significantly reduced the company's transport costs by identifying the most efficient marketing routes. In addition, the model optimised the quantity distributed to each destination, maintaining demand without affecting customer satisfaction. The analysis gave us a cost reduction of 24%, with a total capital of \$6,266.00 compared to the previous cost.

***Keywords:*** (transport, costs, minimisation, optimisation, route, distribution)



# INTRODUCCIÓN

Las redes de distribución son vitales para el traslado de los productos terminados, desde los centros de acopio hasta el cliente final (Nugent et al., 2019). Diversas entidades consideran que la logística ha evolucionado enfocándose en la producción, abastecimiento y distribución desempeñando un papel crucial en la satisfacción del cliente y la entrega oportuna (Yavari & Zaker, 2020). A la vez, integran canales de distribución que apoyan las estrategias de mercado, siendo cruciales para que los productos lleguen efectivamente al consumidor final en la cadena de suministro (SC) (García-Martínez et al., 2024).

Las decisiones sobre el transporte de recursos entre diferentes empresas se deben considerar dos aspectos principales: objetivos en conflicto; que involucra la minimización de costos, mejora de la satisfacción del cliente y la optimización de logística, la falta de conocimiento; donde se percibe a la SC como una solución eficaz para el traslado de producto terminado e insumos entre fábricas, almacenes y clientes finales (Sierra et al., 2015).

El costo de transporte a nivel global se estima alrededor de dos tercios del costo total de logística en una empresa, alcanzando aproximadamente el 66,67% del mismo (Mejía et al., 2020). Las empresas, para mantenerse competitivas, se centran en la optimización de sus redes de distribución de bienes, un componente crucial en todas las cadenas de suministro (Anwer AL-Shboul, 2022; Afanasyev et al., 2022). A nivel global, el transporte y la logística desempeñan un papel crucial al facilitar la movilidad de bienes desde los productores hasta los consumidores, permitiendo a los gobiernos logren alcanzar sus metas de crecimiento económico (Soares et al., 2022a). Este crecimiento está liderado por el segmento de transporte, debido a la creciente demanda de movimientos eficientes de bienes a nivel mundial, especialmente en América del Norte, que se destaca por su infraestructura robusta y adopción de tecnologías avanzadas (Mandegari et al., 2023).

En Latinoamérica, las pequeñas y medianas empresas (PyMES) utilizan enfoques basados en análisis de trabajo para optimizar sus rutas y maximizar las ganancias de su inversión a través de una red de distribución bien estructurada en comparación con aquellas que operan de manera empírica maximizando la rentabilidad de sus inversiones (Al-Yakoob & Sherali, 2013). Es importante destacar que los costos logísticos comprenden entre un 16% y un 26% del producto interno bruto (PIB),

incluyendo los costos de transporte de las empresas (Argueta et al., 2021). Este aspecto es particularmente relevante en el sector del agua embotellada, cuyo consumo ha superado al de los refrescos, con un crecimiento anual del 13% en agua natural y del 7% en agua con sabores. Los modelados de transporte en el sistema de distribución son esenciales para las actividades económicas, con aplicaciones en diversas áreas, y estudios en la región han evaluado cómo la competitividad afecta la logística y la integración de la SC en las empresas manufactureras (Balza & Cardona, 2020).

Según García-Loor et al. (2020) el consumo global de agua embotellada en base al cambio mundial crece en un ritmo considerable anual del 12%, lo que conlleva que se aumente el doble aproximadamente cada 6 años. Esta fuente de agua, en donde se emergen temas significativos sensibles se presentan desafíos nuevos para un futuro como es este recurso hídrico (Guédez Fernández, 2023).

Ecuador cuenta con 985 plantas embotelladoras de agua, lo que convierte a las PyMES en un sector estratégico y de rápido crecimiento para la economía ecuatoriana (ARCOSA, 2021). Cada habitante compra en promedio 134 botellas pequeñas, ubicando al país en el puesto 30 mundial en consumo de agua embotellada lo que representa el 6,7% en la industria de alimentos y bebidas, respecto al PIB (Ministerio de Producción, Comercio Exterior, 2021). Lo que representa un crecimiento significativamente en 2023 de embotelladoras en Ecuador y se espera que continúe creciendo a una tasa de crecimiento anual CAGR del 3,00% durante 2024-2032 (INEC, 2023).

Dentro de los estudios encontrados para la investigación están centrados en varios modelos que se enfocan en temas de minimización de costos, rutas de comercialización. No obstante, se examinan las diversas particularidades únicas de distribución, como la preservación de calidad, la demanda fluctuante, altos precios logísticos debido al entorno delicado del agua purificada. Esta inexactitud de comprensión puede obstaculizar el poder ejecutar un modelo eficiente en la empresa, lo que enfatiza la importancia de realizar investigaciones y observación exhaustivos en este campo de estudio.

Por lo tanto, se han realizado diversas investigaciones centradas en la red de distribución de mercancías. Para Wolfinger (2021), un aspecto crucial de la gestión logística corporativa, busca ofrecer un alto nivel de servicio al menor costo posible. Al igual que Hosoda et al. (2024), la eficiencia de la red de distribución depende en gran medida del modelo empleado la cual se basa en la ubicación y la integración del enrutamiento son elementos esenciales para diseñar una distribución efectiva.

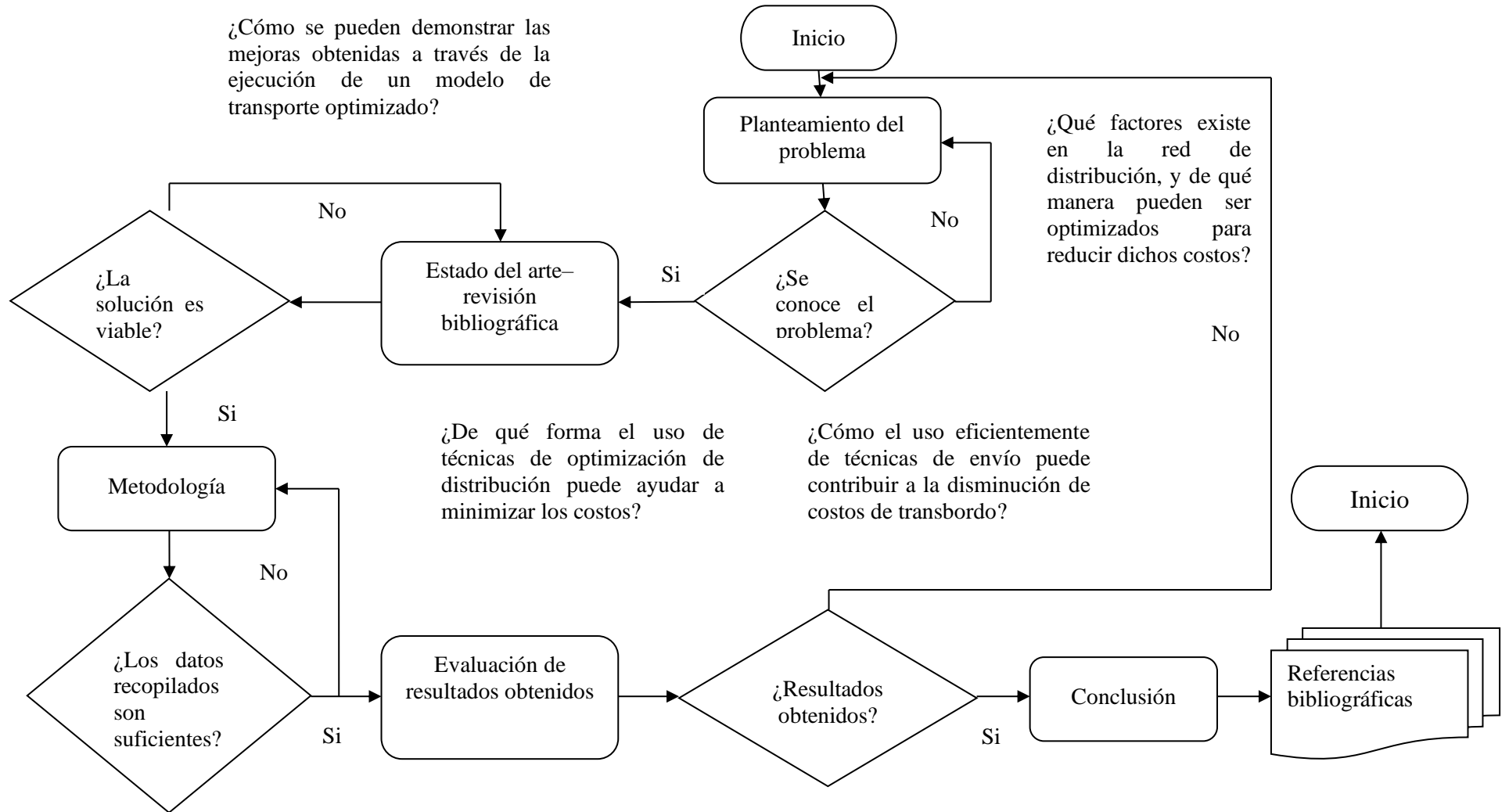
Asimismo, la optimización de las redes de distribución es fundamental para conservar la competencia y eficiencia en este sector. Asimismo, Muyulema-Allaica & Rodríguez-Balón, (2023) proveen una perspectiva minuciosa sobre la calidad de las técnicas de transbordo, mostrando diferentes aspectos claves como el uso de nodos para simbolizar diferentes elementos en la SC, la aplicación de redes de distribución para mejorar la movilidad de los productos, la disminución de costos de transporte y la contestación a las necesidades del clientes dentro del mercado. La combinación de estas técnicas obtiene que haya una mejora significativamente en la eficiencia logística de las plantas procesadoras beneficiando a la economía nacional de las embotelladoras de agua en Ecuador.

Según Mendoza et al. (2020), al aplicar modelos de optimización en las entidades en la SC permite minimizar costos al reorganizar y complementar eficientemente todas las actividades clave del negocio, desde que se adquiere la materia prima hasta la entrega de los productos al cliente final. Con base en la premisa, el modelo de investigación toma en cuenta varios tipos de materia prima que se proporcionan en diferentes proveedores, en un enfoque que busca encontrar la mejor combinación de decisiones para hacer eficiente y económica la cadena de suministros.

Las redes de distribución para la minimización de costos en empresas embotelladoras de agua destaca la necesidad de un análisis comparativo, para identificar las mejores técnicas de optimización. Esta investigación se orienta en ejecutar un modelo de red de distribución en American Beverage Company Beveragcom S.A., optimizando los costos y reduciendo la eficiencia del proceso productivo. Además, se implementará un diseño de transbordo robusta capaz de mejorar los cuellos de botella que se pueden presentar en la empresa. Por esta razón, se desenvolverá un modelo de programación lineal que establezca la ubicación óptima de los clientes, considerando los criterios de costos. Este modelo se aceptará utilizando datos conseguidos de la empresa.

En la siguiente figura 1, se representa un diagrama de flujo, que traza detalladamente el proceso de investigación. Este diagrama inicia con una identificación del problema y finaliza con la interpretación de los resultados lo que proporcionara las bases para tomar decisiones y formular conclusiones basadas en el análisis detallado del estudio.

**Figura 1.** Diagrama de flujo sobre la identificación del problema.



*Nota:* Elaborado por la autora.

El diagrama inicia con la definición del problema de investigación, se plantea la siguiente pregunta: ¿Qué factores existe en la red de distribución, y de qué manera pueden ser optimizados para reducir dichos costos? Si el problema no se resuelve, se regresa al inicio; si se resuelve se avanza al estado del arte planteando o revisión bibliográfica con la pregunta: ¿Cómo el uso eficientemente de técnicas de envío puede contribuir a la disminución de costos de transbordo? Si no se encuentran soluciones se establece un nuevo estado del arte; de lo contrario se pasa a la metodología preguntando ¿De qué forma el uso de técnicas de optimización de distribución puede ayudar a minimizar los costos? Si la metodología no se puede implementar se revisa y ajusta; si es factible, se procede a la evaluación de los resultados obtenidos con la pregunta: ¿Cómo puede el uso eficiente de técnicas de traslado contribuir a la reducción de costos en la distribución? Si los resultados no cumplen con las expectativas, se redefine el problema: si son satisfactorios se finiquita con las conclusiones y líneas de investigación respaldadas por las referencias bibliográficas para otorgar credibilidad al estudio, concluyendo así la investigación.

### **Planteamiento del problema**

El mercado global de distribución de la logística ha ido evolucionando constantemente para adaptarse a cambios que son esenciales para responder a las crecientes demanda de los consumidores, aseverando que el producto se desempeñe con respecto a su necesidad y brindando satisfacción en cláusulas de calidad y exactitud en la entrega, en donde se plantean desafíos que las empresas deben enfrentar para resguardar la eficiencia de sus procesos a lo largo del tiempo. (Serna, 2021).

En Latinoamérica, el costo del transporte de un producto se establece alrededor del 30% de los costes dentro de la logística de red de distribución. Siguiendo con esta lógica, la implementación de una organización eficaz es esencial para poder evitar pérdidas significativas. Es por esta razón que se involucra las entregas a los centros de almacenamiento que contribuye claramente a optimizar los recursos de transporte, lo que demanda considerar factores como tiempos de entrega, costos, y calidad del servicio. Y de esta manera, identificar las mejores rutas se convierte en una estrategia primordial para mejorar la eficiencia (Torres et al., 2020).

En Ecuador, según informes los costos de transporte aumentaron en un 25% promedio al primer trimestre de 2022 y entre el mismo periodo del año anterior expuestos en la Federación Ecuatoriana de Exportaciones (Fedexpor), como consecuencia logística global posterior a la pandemia. La implementación efectiva de

un modelo de redes de distribución contribuirá a reducir costos de provisión en las empresas ecuatorianas, facilitando su meta de mejorar la productividad. Esto impulsa a identificar y ejecutar mejoras en su además logística, fortaleciendo la gestión interna para mantener su posicionamiento y lograra ventajas competitivas (Jasmine, 2020).

La distribución física y la logística de transporte, con énfasis en la última milla para optimizar el proceso de entrega de agua embotellada representa el 50 % de costos logísticos totales en áreas no urbanas. Resalta la importancia de distribución como una clave directa de rentabilidad en la cadena de suministro, subrayando que una mala administración de la logística afecta tanto los costos como la experiencia de cliente. Proponiendo estrategias de distribución con nuevos medios, como una camioneta con capacidad de un motocarro adiciona una ajustada a la carga para mejorar cobertura y tiempos de entrega, buscando en crecimiento del 20%, aumentando flexibilidad operativa fortaleciendo la sostenibilidad de la red de suministro en la comunidad, con un enfoque en la satisfacción del cliente (Rodríguez, 2023).

La empresa American Beverage Company Beveragecom S.A. dedicada a la purificación y distribución de botellones, botellas y fundas de agua, ubicada en el cantón La Libertad actualmente, la empresa carece de un modelo logístico eficiente que no le permite cumplir con los destinos y tiempos establecidos, debido a una planificación inadecuada que le impide contar con una ruta de distribución optima lo cual ha generado un aumento en los costos de distribución, dando un impacto negativo en sus ingresos totales. Para llevar a cabo esta investigación se necesitan comprender de manera exhaustiva las debilidades, necesidades y características de la empresa, además que se facilite la organización y cumplimiento de los objetivos propuestos. La oportunidad de mejora que se presenta en la empresa está involucrada directamente con los costos en el traslado de los productos hasta los clientes finales que se consideran en conjunto como parte del proceso, sin relacionar los costos logísticos por separado, lo cual ha llevado a la empresa a tomar decisiones sin fundamentos sólidos, originando la situación que enfrenta la empresa de manera actual.

Hasta el momento, la organización no ha realizado estudios específicos con sus procesos de distribución que contribuye a reducir costos, ni ha implementado un modelo de transporte eficiente con trasbordo. Esto ha provocado dificultades para cumplir con los requerimientos de los destinos de entrega, además de un incremento en los costos de distribución.

Este proyecto tiene como objetivo principal modelar una cadena de distribución de agua purificada y embotellada producida por la empresa American Beverage Company Beveragecom S.A., surge de la necesidad de implementar mejoras a través de la cadena de suministro, con el fin de optimizar los procesos y aumentar la productividad, reduciendo los costos de transbordo. Por ende, el presente estudio tiene como objetivo desarrollar los siguientes objetivos:

### **Objetivos:**

#### **Objetivo General**

Modelar una red de distribución que minimice los costos en la empresa American Beverage Company Beveragecom S.A., cantón La Libertad, Ecuador.

#### **Objetivos Específicos**

- ✓ Establecer el estado del arte. mediante una revisión sistemática de la literatura con metaanálisis que respalden las variables de modelo de red de distribución y minimización de costos.
- ✓ Argumentar con una metodología que permita una evaluación de la situación actual de la red de transbordo en la empresa.
- ✓ Demostrar como un modelo de distribución, reduce los costos de transbordo en la empresa American Beverage Company Beveragecom S.A, cantón La Libertad, Ecuador.

#### **Justificación**

La red de distribución en un entorno de competencia son los plazos de entrega y la flexibilidad que son determinantes para la satisfacción del cliente en las empresas (Soares et al., 2024b). Para desempeñar con los requisitos que se presentan cada vez más complejos y específicos, es transcendental que se mantengan los procesos de transporte presentes e invertir en recursos adicionales, como vehículos y almacenes, para aminorar los impactos negativos, además de asegurar un servicio eficiente y satisfactorio para los consumidores.

El modelado de red de distribución se presenta de manera primordial para constituir y mejorar las operaciones logísticas dentro de una cadena de suministro (Raicu et al., 2024). Este enfoque demuestra cómo un modelo matemático integral puede mejorar la eficiencia operativa y reducir los costos asociados con el manejo de productos devueltos y la logística general, mostrando su trascendencia en la optimización de recursos procesos.



Originalmente para alinear el proceso de entrega con la estrategia empresarial y los objetivos logísticos que van a garantizar el éxito organizacional se determina un alineamiento crucial, en donde las redes logísticas persiguen dos metas principales: reducir el costo total de la red, que abarca tanto la inversión en su estructura como los gastos operativos, y mejorar la satisfacción del cliente al satisfacer su demanda de manera eficiente (Gámez-Albán et al., 2017).

En consecuencia, las investigaciones sobre las redes de distribución para minimización de costos en la empresa American Beverage Company Beveragecom S.A., es decisivo en el contexto actual por que se enfoca en evaluar el modelo optimización que garantice viabilidad del estudio destacando cómo la inclusión de factores externos en los modelos puede influir en la reducción de costos asociados con la logística de la empresa.

Este trabajo de integración curricular traerá consigo una minimización de costos por medio de un modelo de distribución de agua embotellada en donde los beneficiarios radican directamente por la empresa American Beverage Company Beveragecom S.A., ubicada en el cantón La Libertad, provincia de Santa Elena, Ecuador. Para ello, se plantea mejorar la competencia que destaque la importancia estratégica de una distribución eficiente para este producto, que orienten el estudio hacia la optimización de procesos logísticos.

**Capítulo I: Estado del arte.** En este apartado, se revisaron artículos y revistas científicas relevantes en bases de datos web, tales como Scopus, ScienceDirect, Dimension, Web of science para sustentar el estado del arte con información detallada sobre las variables establecidas en el presente trabajo de integración curricular.

**Capítulo II: Marco metodológico.** En este capítulo se describe la aplicación de la metodología en la investigación mediante un análisis de revisión literaria. El punto principal de este apartado es la identificación de métodos, técnicas y herramientas para llevar a cabo la presente investigación. Para asegurar que la metodología seleccionada fueron prácticas en la implementación del estudio.

**Capítulo III: Resultados y discusiones.** En esta sección, se presentan los resultados, que comprenden el análisis del modelado de la red de comercialización con el objetivo de minimizar los costos de transbordo y cumplir los objetivos del trabajo de titulación.

# CAPÍTULO I

## MARCO TEÓRICO

### 1.1. Antecedentes investigativos

Sherif, (2020) en la investigación se abordó la optimización de un sistema de logística en redes de distribución minoristas mediante la implementación de un modelo cross-docking, logrando una reducción del 6% en los costos logísticos. Este resultado se obtuvo a través de un modelo que descompone el problema en dos submodelos: diseño de la red y selección del tipo de lujo y otro para las operaciones detalladas de los centros de cross-docking. La implementación de esta solución más eficiente que los métodos heurísticos y solvers MIP permitiendo a las empresas mejorar de asignación de proveedores rutas optimizando los costos y tiempo de distribución para mejorar competitividad.

Munim et al., 2022 en el ámbito de competitividad portuaria se propone el uso de método de proceso de red analítica (ANP) como una herramienta para predecir la cuota de mercado de puertos de transbordo en función de variables difíciles de medir. El ANP con una precisión del 14,64% en la predicción de cuotas de mercado también se aplica en pronósticos al reubicar factores subjetivos a una base numérica. Esta orientación se ha adoptado para evaluar la forma de competitividad de puertos en el mercado de contenedores encontrados que Singapur ya que es el puerto de mayor afluencia, el modelo ANP es útil para la planificación estratégica, condescendiendo que los responsables de la toma de decisiones puedan simular diferentes escenarios.

Ji, (2024) en su investigación utilizó un algoritmo de programación de colonias de abaja artificiales para dar solución a un problema de rutas bajo demanda dinámica en donde se pudo tener una solución óptima con un kilometraje total de 45 km con 4 vehículos, se llevó a cabo el desarrollo de un algoritmo que optimiza rutas de vehículos para minimizar costos de entrega. El inconveniente se transformó de dinámico a estático de un tiempo específico a otro, lo que permitió poder tener una solución óptima mediante programación estática, con el objetivo de proponer planes de distribución eficientes que puedan responder a cambios que presenta la demanda para mejorar la precisión en redes a pequeña escala. Anwer AL-Shboul, (2022) este estudio examina como los patrones y procesos de transporte logísticos con distribución (DR) y satisfacción de cliente (DS), influyen en el sistema logístico (TLS) y la capacidad de respuesta (SCR). Utilizando una encuesta web, con el objetivo de optimizar y adaptar los sistemas logísticos para mejorar

su flexibilidad y competitividad.

Según la Asociación Internacional de Agua Embotellada, (2023) revela que la población muestra mayor preferencia por consumir agua embotellada en comparación con cualquier otra bebida envasada se distribuye en cuatro categorías: agua sin gas, agua carbonatada, agua son sabor y agua funcional, siendo el agua sin gas el de mayor venta, el mercado global alcanzando un valor de 267,89 mil millones en 2023,. Este crecimiento de agua embotellada lo ha posicionado en el segundo más grande en la industria de bebidas (Ballantine et al., 2019). Las diferencias de consumo de agua embotellada varían según las diferencias económicas y sociales entre países y culturas, influenciando los modos de vida y el consumo de productos alimenticios. Para mantenerse competitivas las empresas deben optimizar sus redes de distribución para garantizar la disponibilidad del producto (Luz et al., 2020).

Castro et al., (2019) nos menciona que utilizó un modelo matemático para reducir costos de reparto de la empresa San Isidro Labrador. El estudio dio como resultado que de 161 de los 275 principales clientes. Identificaron 45 clientes insatisfechos, donde se aplicó un cuestionario de satisfacción antes y después de la ejecución, mapearon sus localizaciones en Google Maps y crearon 5 clústeres basados en cercanía. Calculando los costos operativos y utilizando el algoritmo de pétalos en LINGO Sistema, obtuvieron una reducción en los costos de reparto de un 43.7% y la distancia recorrida en un 49.9%. En comparativa la investigación de Muyulema-Allaica & Rodríguez-Balón, (2023) mediante una revisión sistemática de la literatura (RLS) nos menciona los beneficios de aplicar redes de distribución con transbordo, enfocándose en mejorar la resiliencia empresarial. El estudio muestra como estas redes permiten un mayor control de distribución reducen los costos de transporte y los riesgos asociados, lo que indica que los métodos matemáticos y simulación basados en programación lineal pueden reducir costos y tiempos de entrega además de mejorar la utilidad y calidad de los sistemas de distribución.

Los antecedentes de investigación destacan la importancia de la aplicación de modelos logísticos de distribución que permiten reducir costos de transporte y mejorar la competitividad empresarial. Utilizando modelos matemáticos, como la programación lineal entera mixta y modelos de localización de nodos, junto con herramientas de simulación como Lingo, permitiendo optimizar rutas y tiempos de transporte con transbordo en la empresa American Beverage Company Beveragecom, situado en la provincia Santa Elena, cantón La Libertad, en consecuencia, nos dirigimos hacia la elaboración de un estado del arte en este trabajo de integración curricular.

## 1.2. Estado del arte

El estado del arte es el desarrollo donde se proporcionan pasos a seguir en donde el estudio documental rehace la teoría en las investigaciones aplicadas para la interconexión con otras investigaciones explicativas. Este enfoque se basa en el interés que proporciona la comunidad científica, el grupo o el investigador sobre un área de conocimiento específica, facilitando una base sólida respaldada para el desarrollo y la adquisición de conocimiento (Báez, 2023).

La revisión sistemática de la literatura (RSL) es una herramienta fundamental para revisiones sistemáticas de alcance, ya que permite explorar no solo los resultados de la investigación, sino también el contexto y las dinámicas subyacentes. Facilita la identificación de vacíos en la literatura y la contextualización de la evidencia, mejorando así la transparencia y reproducibilidad de las revisiones (Chapa-Montemayor & Connolly, 2023). En base a los conceptos el presente trabajo tiene los siguientes objetivos que se describen en la Tabla 1:

*Tabla 1. Objetivos para la revisión sistemática de la literatura (RSL).*

Código	Objetivo
O1	Determinar documentos que aborden modelos de redes de distribución que se enfoquen en la minimización de costos.
O2	Comprobar de que manera favorece la red de transbordo dentro de la minimización de costos.

*Nota: Elaborado por la autora.*

De estos dos objetivos para la revisión sistemática de la literatura, se originan las siguientes cuatro preguntas de investigación para abordar de manera exhaustiva los objetivos planeados, buscan proporcionar una orientación clara y precisa para la recopilación, análisis e interpretación de los datos relevantes, como se especifica en la Tabla 2.

*Tabla 2. Preguntas de estudio.*

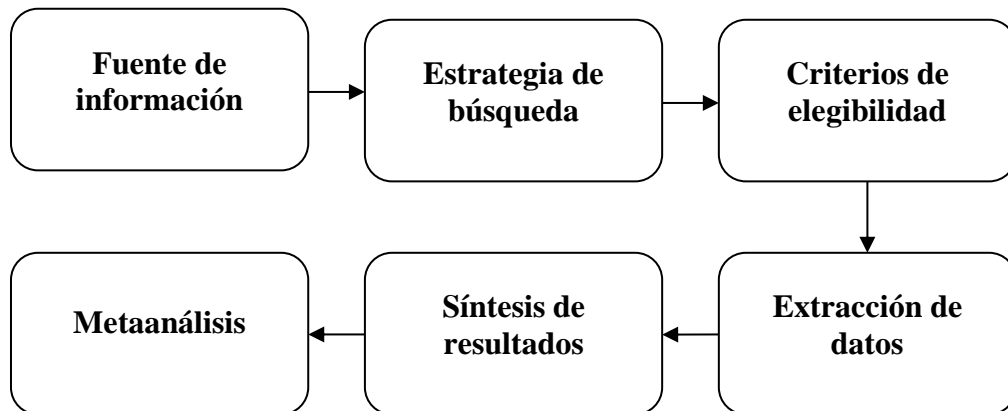
N°	Preguntas	O
RQ1	¿Qué estudios recientes han llevado a cabo factores que existe en la red de distribución, y de qué manera pueden ser optimizados para reducir dichos costos?	O1
RQ2	¿Quiénes son los autores que han aplicado programación lineal en la optimización logística?	O1

<b>RQ3</b>	¿Cómo puede el uso óptimo de técnicas de traslado contribuir a la reducción de costos en la distribución?	<b>O2</b>
<b>RQ4</b>	¿Cuáles son los modelos de transporte que contribuyen a la optimización y puede ayudar a disminuir los costos?	<b>O2</b>

*Nota: Elaborado por la autora.*

En base a lineamiento propuestos por Berra, (2020); Paul & Barari, (2022); López González et al., (2022) se utilizan estas investigaciones para responder a las interrogantes que se presentan en el estudio, el cual se ha encaminado por directrices de una revisión sistemática de la literatura. Para llevar a cabo esta revisión sistemática se ha guiado por los estándares de calidad estipulados por la declaración PRISMA (Yepes, 2020), adicionalmente se consideran las investigaciones relacionadas con la metodología, como el trabajo realizado por (García-Rueda & Jenaro, 2020). La Figura 2 nos proporciona un resumen de los pasos para realizar una revisión sistemática con metaanálisis, referente a los lineamientos propuestos por la declaración PRISMA.

*Figura 2. Integración de los pasos para la RSL con metaanálisis (PRISMA).*



*Nota: Elaborado por la autora.*

### ***Paso 1. Fuentes de información***

Se llevo a cabo una búsqueda electrónica disponible entre 1 de enero del 2020 al 31 de julio del 2024 enfocados en redes de transbordo, logística de distribución, modelo lineal matemático. La búsqueda abarcó 4 bases de datos: ScienceDirect, Scopus, Web of science y Dimensions, que se centraron en estudios en base a los objetivos planteados para guiar la metodología de investigación y responder las interrogantes que se detallan en la Tabla 2.

### ***Paso 2. Estrategia de búsqueda***

Se diseñó una estrategia de búsqueda, de donde se extrajeron términos semejantes y descriptores en ciencias de la ingeniería. Se emplearon operadores booleanos, utilizando AND para la búsqueda entre categorías y OR dentro de las categorías. La búsqueda se adaptó a los requerimientos específicos de cada base de datos utilizada, y el detalle de cada estrategia se presenta en la tabla 3.

**Tabla 3.** *Elaboración detallada de búsqueda.*

<b>Base de datos</b>	<b>Estrategias de búsqueda</b>	<b>Año de publicación</b>
WEB OF SCIENCE	((("supply chain" OR "chain" OR "supply")) AND ("logistics network modeling" OR "logistics") AND ("distribution networks with transshipment" OR "transshipment" OR "distribution"))	01/01/2020 - 01/01/2024
DIMENSIONS	((("logistics network modeling" OR "network modeling" OR "logistics modeling")) AND ("distribution networks with transshipment" OR "transshipment" OR "distribution networks" OR "distribution"))	01/01/2020 - 01/01/2024
SCOPUS SCIENCEDIRECT	((("distribution network" AND "cost minimization" OR "cost optimization" AND "model") AND ("distribution logistics" OR "shipping networks") AND ("water bottling systems" OR "bottled water production" OR "bottling operations" OR "water packaging"))	01/01/2020 - 01/01/2024

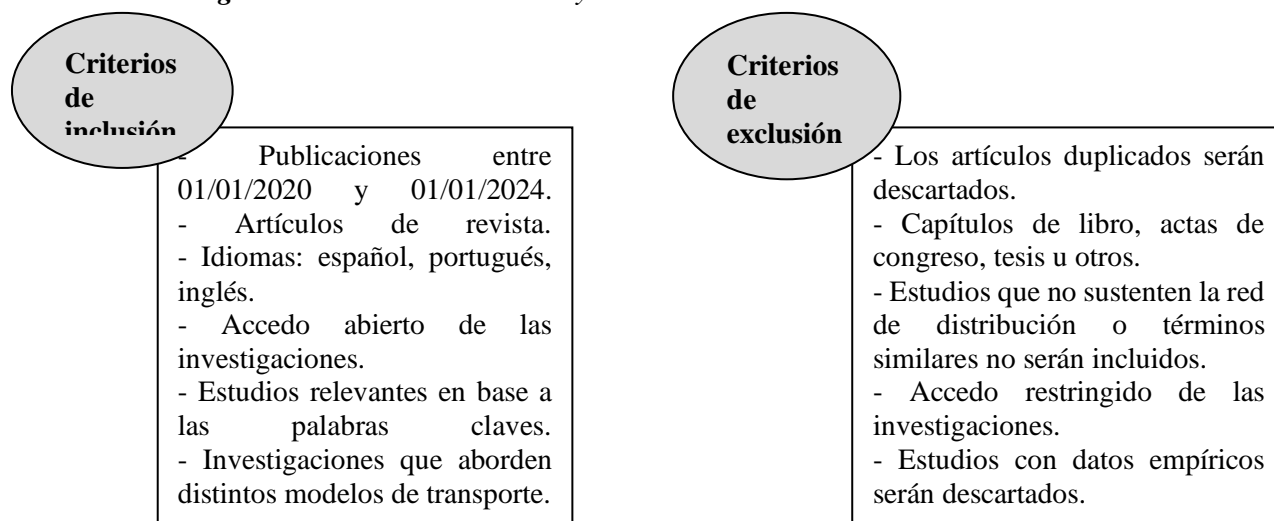
**Nota:** *Elaborado por la autora.*

### ***Paso 3. Criterios de elegibilidad***

Los estudios que se seleccionaron se clasificaron en dos fases los cuales se basaron en criterios de inclusión y exclusión, para reducir la cantidad de documentos de investigación. Se optó por la revisión de artículos disponibles en español portugués e inglés, los cuales fueron traducidos para mayor comprensión, además de los años de publicación entre 2020 al 2024 con acceso gratuito, permitiendo tener datos específicos para llevar a cabo un análisis de la investigación.

En la Figura 3, se presentan los criterios de elegibilidad de los artículos que se incluyeron, aquellos cuyos títulos coincidían con el tema abordado. Además, se descartaron aquellos cuyo resumen no cumplía con los criterios de inclusión establecidos, asegurando así la relevancia y precisión en la selección de la literatura revisada.

**Figura 3. Criterios de inclusión y exclusión.**



*Nota: Elaborado por la autora.*

**Paso 4. Procesos de extracción de datos.**

Se empleó una herramienta estandarizada de abstracción de datos específica para este estudio. Las categorías se establecieron por consenso entre los autores, alineadas con los criterios de inclusión y exclusión. El formulario incluye un ítem de elegibilidad que detalla la cita del artículo, los términos de investigación en categorías clave, cada una con un criterio específico y una descripción que aclara su enfoque y aplicación facilitando la selección de artículos pertinentes para una información más precisa de la información, presentado en la tabla 4.

**Tabla 4. Proceso de extracción de datos.**

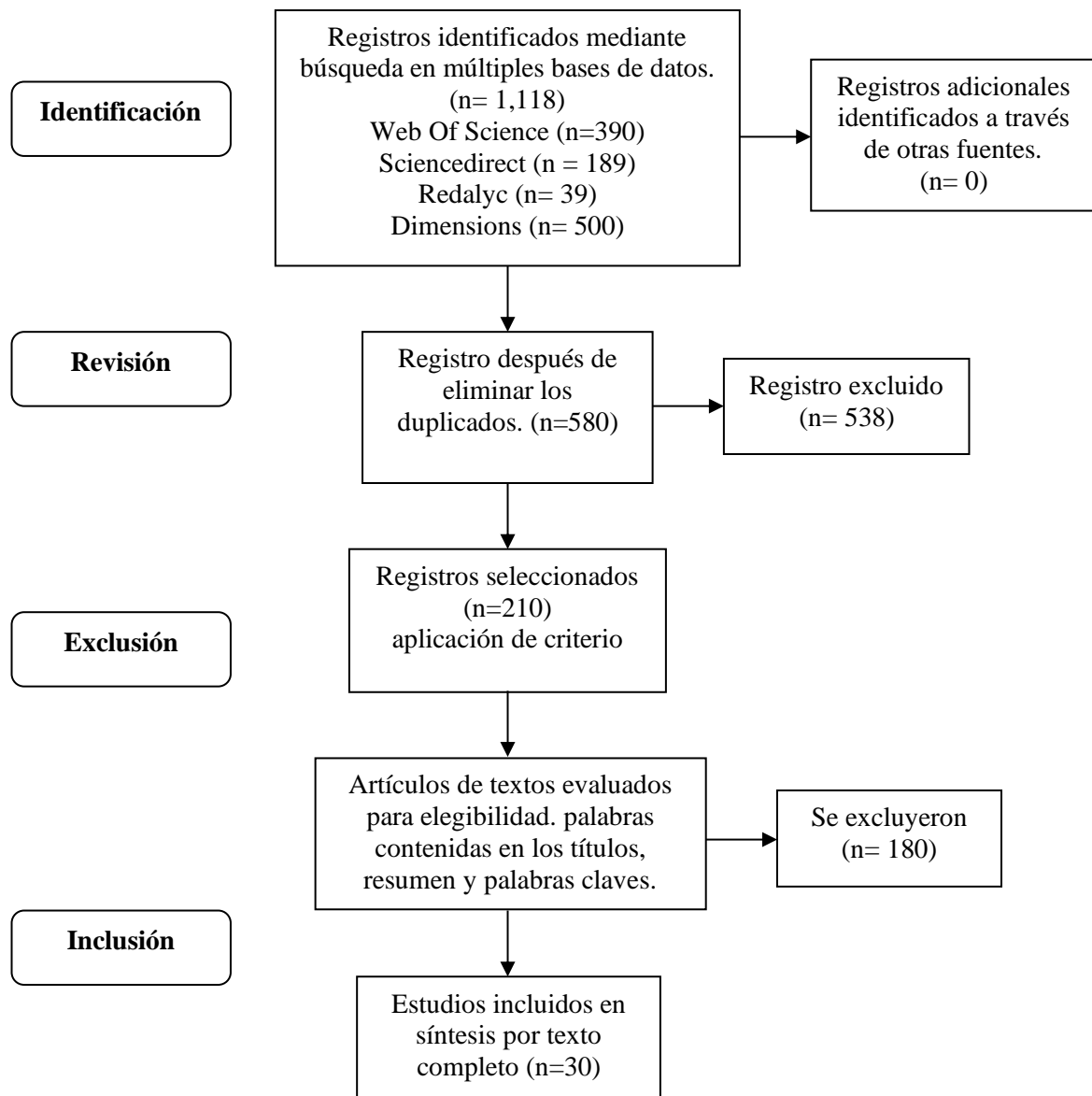
<b>Categoría</b>	<b>Criterio</b>	<b>Descripción del Criterio</b>
Cadena de Suministro	Estrategias de Gestión	Evaluar las estrategias y prácticas utilizadas en la gestión de la cadena de suministro, incluyendo la optimización y las mejoras en la eficiencia.
Modelado de Redes Logísticas	Aplicación de Modelos	Examinar cómo se aplican los modelos de redes logísticas, incluyendo técnicas y herramientas para optimizar la red logística.
Redes de Distribución	Manejo de Transbordos	Revisar cómo se gestionan los procesos de transbordo en las redes de distribución, y su impacto en la eficiencia de la red.
Contexto Regional	Producción de Agua en Ecuador	Analizar la producción y distribución de agua embotellada en Ecuador, evaluando su relevancia y efectos en el mercado local.

*Nota: Elaborado por la autora.*



Con base en la información, se realizó un diagrama de flujo utilizando recomendaciones de las directrices de prisma que proporciona una ilustración de cada uno de los pasos para la selección de los artículos científicos, y a su vez culminando en la definición de la muestra final como se muestra en la Figura 4, además se llevó a cabo la extracción de datos de estudios relevantes en base a los criterios planteados, el cual se realizó con rigor metodológicos, permitiendo que tenga una síntesis precisa y confiable de los datos, y se proporciona una base para futuras investigaciones.

**Figura 4.** Diagrama de flujo utilizando recomendaciones de PRISMA.



**Nota:** Elaborado por el autor, directriz PRISMA.

En base a la figura planteada los resultados de búsqueda inicial dieron como resultado 1,118 artículos en donde se abordaron temas relacionados con las variables de estudio, obtenida a través de los términos que se presentaron en las estrategias de búsqueda. No se identificó registros adicionales de fuentes externas. Consecutivamente, los criterios de inclusión y exclusión se establecieron en función a lo previamente establecido, posterior a esto se procedió a descartar duplicados. Los criterios que se aplicaron ayudaron a que se delimitara la selección de artículos publicados entre el 1 de enero del 2020 y el 1 de enero del 2024, provenientes de diversas fuentes de revistas académicas, artículos científicos todas con acceso abierto y disponibles en las publicaciones de idiomas español, inglés, portugués, se enfatizó en estudios relevantes y actuales. Durante esta fase, se obtuvieron 180 registros por no efectuar los requerimientos establecidos, lo cual se define dentro del conjunto de resultados. Finalmente, se llegó al resultado de 30 artículos que se ajustaron a tema de estudio establecido, los cuales componen la base documental de esta revisión y certifican la calidad, pertinencia del análisis dentro del marco de investigación propuesto.

#### ***Paso 5. Síntesis de resultados***

##### **Revisión sistemática de la literatura (RLS)**

Se recogieron, examinaron e identificaron de manera minuciosa los artículos para describir las particularidades y el procedimiento del tema central del estudio. Los hallazgos de cada uno de las 30 investigaciones seleccionadas, fueron resumidos a partir de evidencia sin restricciones de diseño, y se llevó a cabo una descripción narrativa. En la primera fase de selección las fuentes se identificaron potencialmente relevantes utilizando cuatro motores de búsqueda en bibliotecas digitales: Scopus, ScienceDirect, Dimensions y Web of Science con sus respectivas estrategias. Posteriormente, se eliminaron en base a los criterios de elegibilidad mediante las aplicaciones web. Consecutivamente, se realizó a cabo una tabla basad en el autor, metodología, sinergia, resúmenes y palabras clave de los artículos. Finalmente, los estudios que resaltaron este primer filtro fueron analizados mediante una minuciosa lectura y revisión del detallado del texto completo.

**Tabla 5. Análisis de artículos para fundamentar investigación**

<b>Artículo</b>	<b>Autor/ año</b>	<b>Modelo</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Metodología</b>	<b>T. de recolección de datos</b>	<b>Oportunidad de sinergia</b>
A1	(Chunduri et al., 2024)	HYB	Desarrollar un sistema de trazabilidad basado en la técnica PBFT (t-PBFT) que mejora la eficiencia y la seguridad en la cadena de suministro de alimentos.	Cuantitativo	Tecnología blockchain, algoritmo PBFT	Integración de blockchain con redes federadas para mejorar la trazabilidad, reducir la sobrecarga de datos.
A2	(Giral Ramírez et al., 2021)	PL	Desarrollar un modelo de planeación que permita satisfacer el crecimiento de la demanda y la integración de nuevas fuentes de generación a menor costos posibles.	Cuantitativo	Entrevistas, análisis GAMS, lingo	Combinación de modelos de optimización, específicamente entre el modelo de transporte.
A3	(Salas, 2022)	PL	Minimizar costos de transporte y maximizar utilidad en redes logísticas durante el horizonte de planeación.	Cuantitativo	Datos de costos, demanda y rutas operativas actuales.	Combinación de modelos para reducir costos logísticos y mejorar eficiencia de distribución.
A4	(Gozali et al., 2024)	SM	Identificar el uso de Blockchain para la cadena de suministro de pesticidas, el diseño de la simulación, para mejorar la trazabilidad, seguridad y sostenibilidad mediante simulaciones y análisis de viabilidad	Mixto	Análisis comparativo, simulación	Mejoras en la transparencia, reducción de riesgos y optimización de costos

A5	(Samuel et al., 2021)	MILP	Desarrollar un modelo matemático para diseñar una cadena de suministro de circuito cerrado (CLSC) considerando economías de escala, transbordo y confiabilidad de los productos devueltos.	Cuantitativo	Modelos matemáticos, evaluación de los beneficios (EOS)	Mejorar la eficiencia y reducir costos en cadenas de suministro sostenibles a través de estrategias
A6	(Guo et al., 2021)	MOLP	Desarrollar un mecanismo de enrutamiento colaborativo habilitado por subastas para optimizar la logística omnicanal bajo demanda, considerando el transbordo de paquetes.	Cuantitativo	Modelo matemático, análisis de sensibilidad	Mejora la eficiencia logística, de reducir costos operativos y aumentar la flexibilidad en la respuesta a la demanda
A7	(Cedillo Sánchez et al., 2023)	PL	Minimizar el número de obreros necesarios, manteniendo la eficiencia en las plantaciones de cacao y banana.	Cuantitativo	Modelo con parámetros	Reducción de costos y mejora en la eficiencia laboral mediante la optimización de personal.
A8	(Fuentes & Ruiz V, 2021)	PL	Minimizar costos de insumos y consumo energético en la producción de acero, maximizando la eficiencia.	Cuantitativo	Análisis paramétrico	Ajuste flexible de proporciones de carga.
A9	(Flores-Tapia, Flores-Cevallos, 2021)	PL	Reducir costos y ajustar la producción a la demanda proyectada sin comprometer el servicio ni la capacidad laboral.	Cuantitativo	Modelo de pronóstico	Integración de áreas funcionales y alineación de decisiones operativas.
A10	(Vaquer, 2023)	PL	Minimizar los costos operativos, de transporte e infraestructura, mejorando la eficiencia en el sistema escolar.	Cuantitativa	Encuesta y costos.	Optimizar costos de transporte.

A11	(Macrina et al., 2020)	MILP	Introducción de nodos de transbordo en el problema de enrutamiento con crowdshipping.	Cuantitativa	Algoritmos metaheurísticos, análisis de sensibilidad	Sinergia con métodos de optimización en logística urbana y de sistemas de transporte colaborativo.
A12	(Silva-Rodríguez & Ocampo-Velez, 2023)	MILP	Comparar modelos matemáticos para optimizar la recolección de envases de pesticidas	Cuantitativa	Lingo, análisis de sensibilidad	Combinación de modelos deterministas y estocásticos para mejorar la planificación y la identificación de cuellos de botella.
A13	(Shoukat, 2024)	MILP	Optimización de costos de operación, almacenamiento, penalidades y despacho en cadenas de suministro integradas con múltiples orígenes y puertos de destino	Cuantitativa	Algoritmo genético multiobjetivo (MOGA), análisis de costos	Optimizar la cadena de suministro en la región del sur de Asia.
A14	(Morro-Mello et al., 2021)	MOLP	Optimización de la implementación de servicios de distribución de energía mediante un mecanismo de colaboración nube-borde para minimizar costos y mejorar el rendimiento en tiempo real.	Cuantitativa	Optimizaciones matemáticas	Combina capacidades de computación en la nube para un rendimiento óptimo.
A15	(Rahmer et al., 2020)	PL	Optimizar la gestión de la demanda energética y explorar el potencial de flexibilidad en diferentes sectores para mejorar la estabilidad del sistema eléctrico.	Cuantitativa	Encuesta	Reducir costos y emisiones.

A16	(Tadeo R. Saldivar-Patiño, 2021)	PL	El artículo examina el desarrollo y optimización de las centrales eléctricas de almacenamiento por bombeo de tamaño pequeño.	Cuantitativa	Análisis de costos, entrevista	Sinergias con tecnologías de almacenamiento de energía, redes eléctricas inteligentes y políticas de energía sostenible.
A17	(Aghamolaei & Fallahpour, 2023)	MILP	Estrategias de reducción de emisiones en campus universitarios.	Cuantitativa	SPSS, encuesta	Sinergia con modelos de simulación para predicción de impactos.
A18	(Abdelkhalek et al., 2020)	MILP	Optimización del tiempo y costo en proyectos de construcción mediante el uso de curvas de aprendizaje y algoritmos genéticos.	Cuantitativa	Algoritmo, modelo matemática	Técnicas de optimización y modelos de simulación en la predicción de rendimiento y costos.
A19	(Li et al., 2024)	HYB	Revisión de métodos de modelado y optimización para la gestión inteligente de la integración de redes de transporte y vehículos eléctricos, incluyendo big data y gemelo digital.	Cuantitativa	Big data	Mejora de la eficiencia en la integración de redes de transporte.
A20	(Carini et al., 2020)	MINLP	Modelado de optimización de redes de distribución de agua con múltiples fuentes y usuarios para conexiones existentes y se plantea una función objetivo no lineal proporcional al costo de la red.	Cuantitativa	MATLAB, simulación	Integración con técnicas de optimización estocástica y métodos híbridos.

A21	(Cai et al., 2020)	MILP	Modelo de negociación de dos niveles para una red de distribución activa (ADN) estratégica que minimiza el costo de operación en el mercado, considerando la respuesta a la demanda y la generación distribuida.	Cuantitativa	Optimización, encuesta, entrevista	Aplicación en la planificación de recursos energéticos en diferentes escenarios de mercado.
A22	(Panda et al., 2022)	PL	Optimizar la gestión de la demanda energética explorar el potencial de flexibilidad en diferentes sectores.	Cuantitativa	Encuesta	Respuesta a la demanda para reducir costos.
A23	(Anuziene & Bargelis, 2020)	SM	Desarrollo de un sistema de soporte a la toma de decisiones (DSS) para minimizar los costos de distribución logística aplicando un enfoque de producción ágil.	Cuantitativa	Análisis numérico, modelo matemático	Proporciona un enfoque integrado para la optimización de la distribución logística industrial.
A24	(Khanavand i et al., 2024)	MINLP	Propuesta de un modelo robusto de planificación y partición de redes de distribución en varias microrredes (MG), minimizando costos de inversión y optimizando la ubicación.	Cuantitativa	Simulación, encuesta	El enfoque propuesto permite mejorar la resiliencia y eficiencia de redes eléctricas.
A25	(Tan et al., 2023)	DP	Se propone un modelo de programación entera optimizado mediante un algoritmo de optimización inmunitaria mejorado minimizando el costo total de distribución	Cuantitativa	Simulación, encuesta	Mejora la eficiencia en la selección de ubicaciones de redes urbanas minimizando costos en empresas de transporte LTL.

A26	(Wang et al., 2023)	MINLP	Propuesta de una estrategia óptima de dos etapas para redes de distribución de interconexión flexible (FIDN) basada en puntos abiertos suaves (SOP), mejorando la economía y la confiabilidad.	Cuantitativa	Algoritmo híbrido análisis de sensibilidad	El modelo permite mejorar la eficiencia energética y reducir costos en redes de distribución eléctrica
A27	(Zapata Cortes et al., 2020)	VPR	Optimizar los costos de distribución en una empresa de paquetería mediante la aplicación del modelo de ruteo heterogéneo (HVPR) buscando mejorar la eficiencia operativa	Cuantitativa	Optimización de costos	Aplicar modelos de enrutamiento de vehículos en diferentes empresas del sector transporte.
A28	(Guidani et al., 2022)	SM	El modelo incluye análisis de componentes de costos y decisiones de localización-asignación para la reestructuración de redes regionales	Cuantitativa	Programación lineal, análisis de costos	Permite una planificación estratégica frente a la incertidumbre en la demanda postpandemia.
A29	(Passalaqua & Molin, 2020)	MT	Mejorar la precisión de los sistemas de dirección automática para tractores con remolques de transbordo en terrenos incluidos y curvas.	Cuantitativa	Análisis de errores de trayectoria	Minimizar el recorrido de transporte para el traslado de caña de azúcar
A30	(Pucha-Medina et al., 2023)	PL	El artículo propone un modelo de optimización que incluye la minimización de costos de transporte y a maximización de la eficiencia en el uso del recurso de transporte.	Cuantitativa	SPPS, encuesta, entrevista	Modelo optimizado de distribución agrícola

*Nota: Elaborado por el autor*



En la revisión del estado del arte mediante el RLS, se identificaron diversas metodológicas para la optimización del modelado la logística en redes de distribución entre los 30 artículos analizados. De estos 10 artículos se enfocan en la programación lineal (PL) se presenta como una opción válida, en 7 investigaciones adiciones de programación lineal entera mixta (MILP) aplicadas al modelado de redes de distribución, mientras que 3 investigaciones se emplean para programación no lineal entera mixta (MINLP) para resolver problemas de ruteo de vehículos, además 3 artículos proponen el uso de modelo de simulación (SM) para optimizar redes de distribución, de igual manera 2 autores implementan modelo matemático híbrido (HYB), otros 2 autores utilizan programación del modelo multiobjetivo (MOLP) para abordar problemas logísticos multicriterio, y se identificó un modelo dinámico (DP), modelo de transbordo (MT), modelo de ruteo de vehículo (VPR) en una investigación cada uno. Estos estudios refuerzan el objetivo común de minimizar los costos de transporte y mejorar la eficiencia en la logística de distribución alineándose con las tendencias observadas en las demás metodologías revisadas.

### **Paso 6. Metaanálisis**

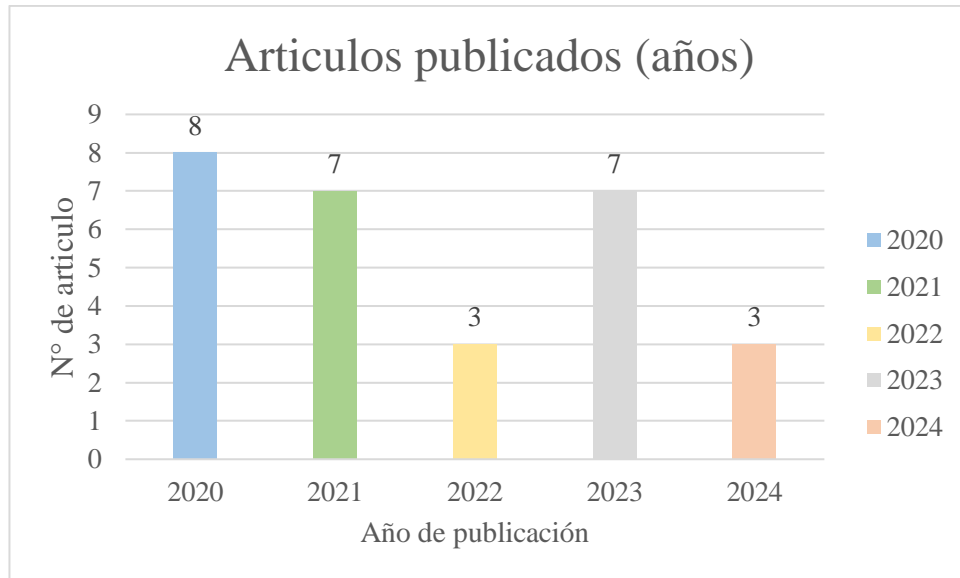
El metaanálisis y las revisiones sistemáticas son herramientas esenciales para evaluar la calidad científicas (Oscar & Carrasco, 2023). Aunque estas dos técnicas presentan características comunes, las revisiones sistemáticas que están relacionadas con el metaanálisis, se enfocan en sintetizar los resultados de múltiples estudios sobre un tema en específico y en proporcionar una descripción cuantitativa de los hallazgos sin establecer necesariamente un indicador numéricos de la relación entre variables, como se ha aplico en diversos estudios (Escrig Sos et al., 2021; Jiménez-Ruiz et al., 2021). En consecuencia, los resultados de los estudios son analizados de manera narrativa, en lugar de utilizar técnicas estadísticas formales. Esto permite abordar las preguntas de investigación generando nuevo conocimiento y cumpliendo con los objetivos específicos derivados de cada pregunta cómo se ilustra en la Tabla 2.

**P1. ¿Qué estudios recientes han llevado a cabo factores que existe en la red de distribución, y de qué manera pueden ser optimizados para reducir dichos costos?**

Con los datos obtenidos en la Figura 5, se establece una tendencia dentro de los últimos 5 años en relación con las variables de estudio. En el año 2020 se recabo 8 artículos científicos los cuales esta referenciados como (A11, A15, A18, A20, A21, A23, A27, A29). Posterior a esto, en el año 2021 se registraron 7 contribuciones

significativas a la investigación (A2, A5, A6, A8, A9, A14 A16). En comparación con el año 2022 del cual se obtuvo 3 artículos (A3, A22, A28) disminuyendo las aportaciones para el estudio. En el año 2023 hallaron 7 artículos (A7, A10, A12, A17, A25, A26, A30). Finalmente, en el año 2024 existieron 3 artículos (A4, A13, A19) que dieron un aporte significativo. Para facilitar la comprensión, la Figura 5 muestra la tendencia de los artículos publicados.

*Figura 5. Artículos publicados por año.*



*Nota: Elaborado por la autora.*

## **P2. ¿Quiénes son los autores que han aplicado programación lineal en la optimización logística?**

De acuerdo a los resultados de las investigaciones obtenidas de los artículos, se identificaron a los autores que evidencian las mejoras obtenidas a través de la implementación de modelos de transporte con programación lineal para minimizar costos, optimizar las rutas de distribución como se representa en la tabla 6.

*Tabla 6. Artículos de modelos de red de distribución.*

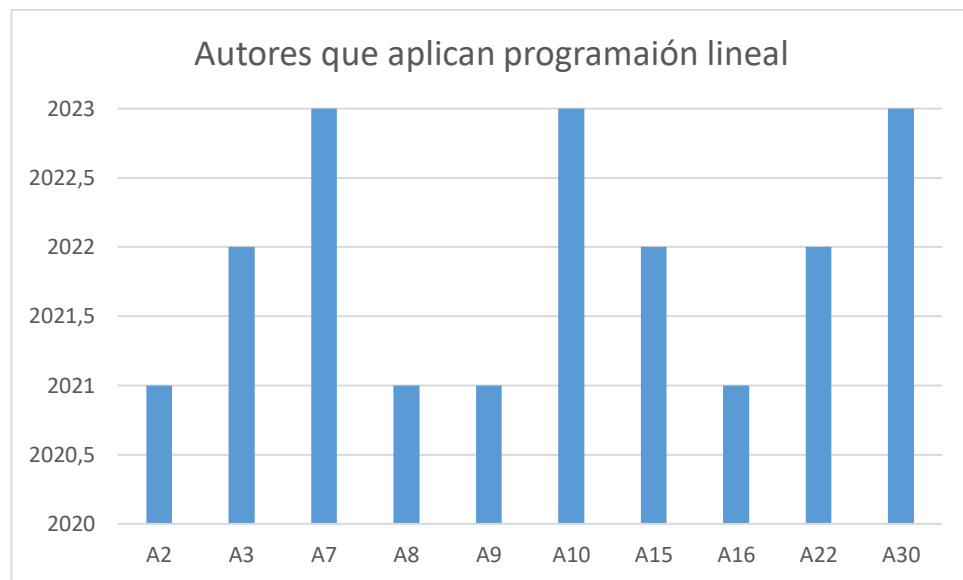
<b>Autores</b>	<b>Título</b>	<b>Año</b>
<b>A2</b>	Evaluación de modelos de programación lineal y no lineal para la planeación de sistemas de transmisión en el software GAMS	2021
<b>A3</b>	Ubicación de un operador logístico para varios periodos de un horizonte de planeación mediante programación lineal	2022

<b>A7</b>	Modelo de programación entera para la optimización operativa de la finca la Rosita ubicada en Chilla el Oro Ecuador	2023
<b>A8</b>	Blurred Image Restoration Using a Regularized Linear Programming Model	2021
<b>A9</b>	Transportation model applied to a cement distribution company. Case study in Ecuador	2021
<b>A10</b>	Aplicación de la programación lineal en el planeamiento de la producción de una acería	2023
<b>A15</b>	Comparative analysis of aggregate planning models. The case of Colombian manufacturing companies.	2022
<b>A16</b>	Reorganización de establecimientos escolares en el departamento de Caazapá mediante un modelo programación matemática	2021
<b>A22</b>	Residential Demand Side Management model, optimization and future perspective: A review	2022
<b>A30</b>	Optimized model of the distribution network of agricultural cocoa production: a case study in the Canton of Santa Elena – Ecuador	2023

*Nota: Elaborado por la autora.*

Como se observa, no hay ningún autor que participe en más de una investigación. Esto sugiere una notable diversidad en los enfoques y aportes individuales dentro de estudio de los modelos de red de distribución para la minimización de costos., lo que destaca la variedad de perspectivas y conocimientos que se están incorporando en la comprensión de este campo, lo que podría enriquecer de manera significativa el desarrollo de futuras investigaciones.

**Figura 6.** Artículos de programación lineal.



**Nota:** Elaborado por la autora.

La figura 6 simboliza que, en el año 2020, se ejecutaron estudios para mejorar funciones lineales sujetas limitaciones, y se utiliza considerablemente en campos como la logística y gestión de recursos, además que en el 2021 se publicaron variados artículos que exploraron modelos de programación lineal de producción de diversos productos, para disminuir los problemas de transporte y la retribución de recursos. En 2022, se abordaron diversos casos prácticos y se contendieron desafíos futuros de la PL. Mas recientemente, en 2023 se enfatizó el papel crucial de esta técnica en la optimización de las cadenas de suministro, reflejando una relevancia y aplicación de la toma de disposiciones empresariales.

### **P3. ¿Cómo puede el uso óptimo de técnicas de traslado contribuir a la reducción de costos en la distribución?**

El uso óptimo de técnicas de redes de distribución puede contribuir significativamente a la reducción de costos de distribución y a la implementación de tecnologías avanzadas en gestión y control de la logística, estas técnicas permiten maximizar la utilización de recursos, reducir las distancias recorridas y minimizar costos. Para los autores (A3; A4; A13; A25) aportan al entendimiento de la optimización de redes de distribución al analizar el impacto de las decisiones de enrutamiento y transbordo. La aplicación de algoritmos de optimización para estos autores resalta cómo la inclusión de factores externos en los modelos de red de distribución, puede influir en la reducción de costos asociados con la logística urbana como los modelos de programación lineal entera mixta que han demostrado ser

efectivos en la minimización de costos de operación y pérdida en redes de distribución (A29). Además, la integración de un sistema de almacenamiento de energía y la reducción dinámica de fuerza en las redes de distribución no solo mejora la eficiencia operativa sino que también contribuye a la reducción de costos asociados de la red eléctrica (27).

En conclusión, el poder implementar técnicas que nos ayuden a mejorar el enrutamiento colaborativo y que nos puede brindar una mejor respuesta en función a la asignación de tareas de transporte también juega un papel crucial en la optimización de los costos logísticos. Estas estrategias permiten a los transportistas compartir recursos y rutas, lo que reduce los costos de transporte y mejora la eficiencia de la red logística (A6). Asimismo el uso de métodos robustos resilientes, que consideran la incertidumbre en la demanda y la capacidad de los sistemas, asegura una mayor estabilidad y eficiencia en la red de distribución, contribuyendo así a la reducción de costos a lo largo plazo (A24).

**P4. ¿Cuáles son los modelos de transporte que contribuyen a la optimización y puede ayudar a disminuir los costos?**

De acuerdo con la información recopiladas en la tabla 5, se realizó una clasificación detallada de los modelos que fueron los más destacados en cada estudio de la investigación, enfatizando sus características principales y aplicaciones específicas como se muestra en la siguiente tabla 7, donde se identifican los modelos predominantes.

*Tabla 7. Modelos utilizados en las investigaciones.*

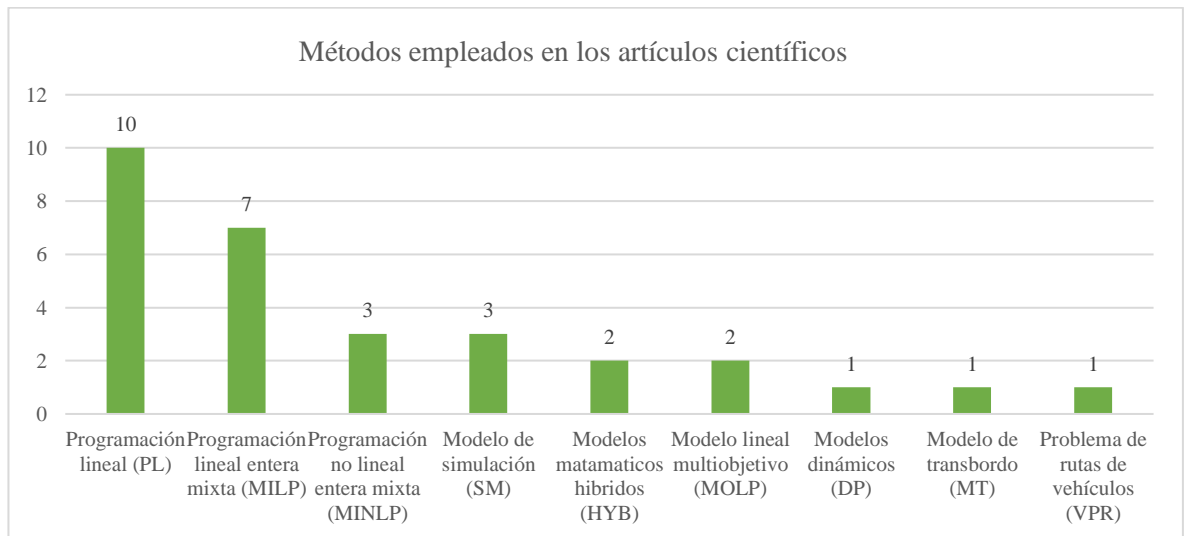
N° de artículo	MILP	MINLP	SM	HYB	MOLP	DP	PL	MT	VPR
A1				X					
A2							X		
A3							X		
A4			X						
A5	X								
A6					X				
A7							X		
A8							X		
A9							X		
A10							X		

<b>A11</b>	X								
<b>A12</b>	X								
<b>A13</b>	X								
<b>A14</b>					X				
<b>A15</b>								X	
<b>A16</b>								X	
<b>A17</b>	X								
<b>A18</b>	X								
<b>A19</b>				X					
<b>A20</b>		X							
<b>A21</b>	X								
<b>A22</b>								X	
<b>A23</b>			X						
<b>A24</b>		X							
<b>A25</b>							X		
<b>A26</b>		X							
<b>A27</b>									X
<b>A28</b>			X						
<b>A29</b>								X	
<b>A30</b>							X		
<b>Total</b>	13	5	4	2	2	1	1	1	1

*Nota: Elaborado por la autora.*

De los 30 artículos que fueron seleccionados para el estado el arte, se detalla que 10 artículos ( A2, A3, A7, A8, A9, A10, A15, A16, A22, A30) utilizan la programación lineal en base a las redes de distribución, las siguientes 7 investigaciones (A5, A11, A12, A13, A17, A18, A21) que emplean el uso de programación lineal entera mixta, posterior a estos 3 artículos (A20, A24, A26) usan programación no lineal entera mixta, seguidos de 3 artículos ( A4, A23, A28) de modelos de simulación, además de 2 artículos (A1, A19) que optaron por modelos de matemáticos híbrido, de igual manera dos artículos (6, A14) modelo lineal multiobjetivo, por consiguiente un autor empleo 1 artículos (A29) de modelo de transbordo, de igual manera 1 artículo (A27) se basó en el enrutamiento de vehículo. Por último, un autor empleo la modelación dinámica (A25), para mayor comprensión la Figura 7 detalla cada uno de los métodos empleados en cada artículo.

**Figura 7. Métodos empleados en los artículos científicos.**



*Nota: Elaborado por la autora.*

### **Proceso analítico de jerarquización (AHP)**

El proceso (AHP) por sus siglas en inglés Analytical Hierarchy Process, es una técnica de toma de decisiones multicriterio (MCDM) en el cual los encargados de tomar dediciones articulas sus preferencias sobre alternativas mediante matrices de comparación por pares (PCM). Estas matrices se utilizan para preferencia reciproca multiplicativa (RPR). A través de este método, se identifica y selecciona la herramienta adecuada para abordar y resolver la investigación (Lin & Kou, 2021).

Para evaluar la importancia relativa entre distintos factores se utiliza una matriz de comparación con una escala del 1 al 9. En esta escala, un valor más alto denota una mayor relevancia de un criterio sobre otro. Un 1 indica que ambos criterios son de igualmente importantes mientras que un criterio 3 sugiere que el primero es ligeramente relevante. Un 5 señala una clara superioridad de un criterio y un 7 indica una predominancia marcada en la práctica. Finalmente, un 9 representa una evidencia contundente que favorece a un criterio sobre el otro.

En este contexto se asigna importancia a la relevancia de los criterios destacando que, en el término de AHP, la relevancia se refiere a la importancia relativa de cada criterio en relación con el problema que se está resolviendo. Para esta investigación, se empleará la escala propuesta por los estudios previos (Berumen et al, 2020). En la tabla 8 se ilustra la escala de valoración para realizar la matriz de comparación.

**Tabla 8.** Escala de valoración para realizar de las matrices de comparación.

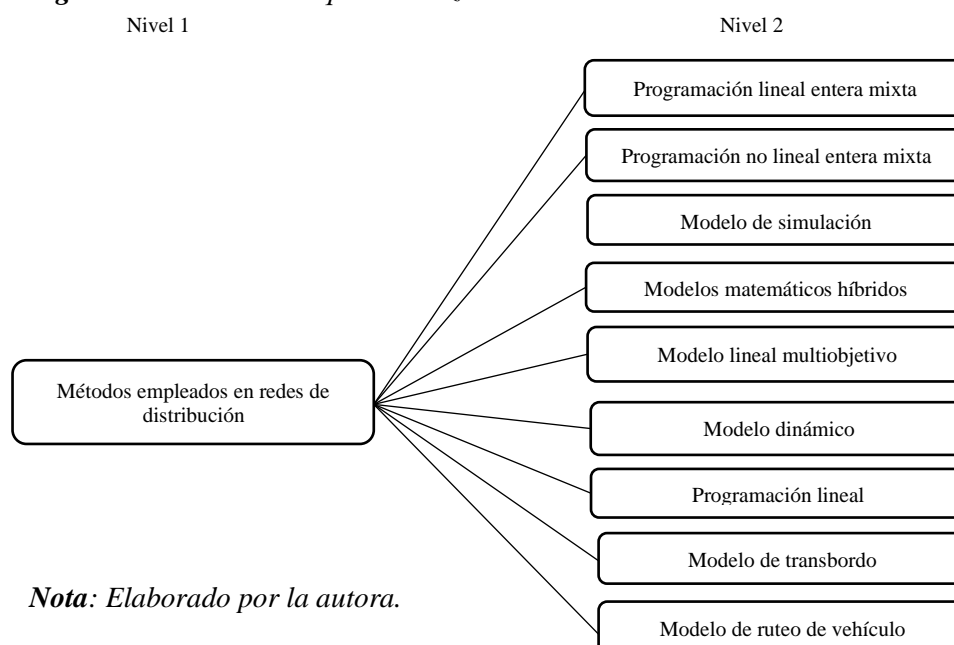
Intensidad	Definición	Explicación
1	Igual de importante	Dos elementos contribuyen por igual al objetivo
3	Importancia moderada	La experiencia y el juicio favorecen ligeramente a un elemento sobre otro.
5	Importancia fuerte	La importancia beneficia de manera significativa al criterio
7	Importancia muy fuerte	Un elemento es favorecido fuertemente sobre otro, su predominio se demuestra en la práctica.
9	Importancia extrema	La evidencia que favorece a un elemento sobre otro es del más alto orden de afirmación posible.
2,4,6,8	Se pueden utilizar para expresar valores intermedios.	

*Nota:* Elaborado por la autora.

Con todos los elementos necesarios para poder llevar a cabo el proceso de decisión multicriterio AHP, se aplicará esta herramienta con el objetivo de determinar cuál es el modelo más adecuado para aplicar en la investigación. Las herramientas que se analizaran en el AHP fueron seleccionadas en función de las utilizadas por diferentes autores en sus estudios.

En la figura 8, se presenta una descripción de las herramientas y modelo empleados por los autores citados en la revisión sistemática de la literatura (RLS). Asimismo, se utiliza el proceso jerárquico AHP para ilustrar el tipo de modelo que se implementara en la investigación.

**Figura 8.** Herramientas que se utilizan en los modelos de red de distribución.



*Nota:* Elaborado por la autora.



## Resultado del proceso AHP

El análisis muestra que entre los diversos modelos evaluados en el proceso de jerarquización los modelo PL y MINLP son las opciones destacadas para analizar redes de distribución y optimizar su eficiencia operativa. Estos modelos permiten una evaluación precisa de las rutas y flujos dentro de la red facilitando la identificación de restricciones o limitaciones en el transporte del producto. En la tabla 9, se presentan los modelos empleados en las redes de distribución (Anexo B).

*Tabla 9. Matriz proceso jerárquico método AHP*

Herramientas	Matriz normalizada										Ponderación	CR
PL	0,30	0,58	0,35	0,36	0,21	0,30	0,18	0,20	0,17	0,16	0,280	0,094
MINLP	0,04	0,08	0,23	0,14	0,10	0,12	0,12	0,12	0,07	0,10	0,113	
SM	0,10	0,04	0,12	0,22	0,21	0,12	0,12	0,20	0,24	0,26	0,162	
HYB	0,06	0,04	0,04	0,07	0,21	0,12	0,12	0,12	0,07	0,06	0,091	
MOLP	0,15	0,08	0,06	0,04	0,10	0,18	0,18	0,08	0,17	0,10	0,114	
DP	0,06	0,04	0,06	0,04	0,03	0,06	0,12	0,12	0,07	0,06	0,066	
MT	0,10	0,04	0,06	0,04	0,03	0,03	0,06	0,08	0,07	0,06	0,057	
MILP	0,06	0,03	0,06	0,02	0,05	0,02	0,03	0,04	0,10	0,10	0,051	
VPR	0,06	0,04	0,02	0,04	0,02	0,03	0,03	0,01	0,03	0,06	0,035	
MBA	0,06	0,03	0,01	0,04	0,03	0,03	0,03	0,01	0,02	0,03	0,030	

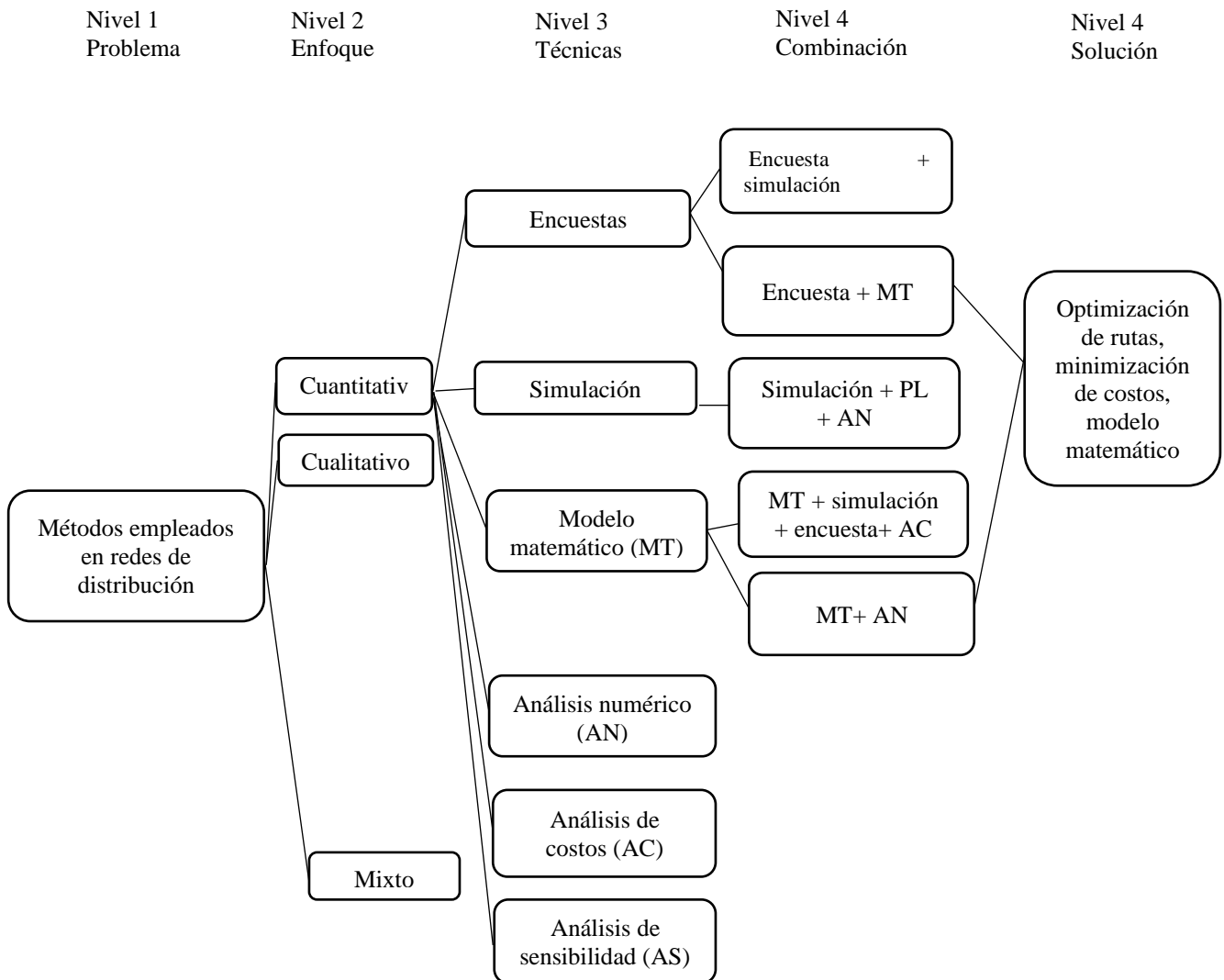
*Nota: Elaborado por la autora.*

Se evaluaron las ponderaciones en donde la modelación matemática, a través de la programación lineal entera mixtas se destacó con un valor 0,280, en segunda posición se encuentra la modelo no lineal entera mixta da un valor de 0,113. Esto demuestra que la herramienta adecuada para implementar en la investigación es la programación lineal entera mixta. En base al índice de consistencia (CR) que dio como resultado 0,094 se demuestra la validez de esta evaluación, que es inferior a 0,1 lo que nos indica la fiabilidad del método utilizado

### 1.3. Protocolo de investigación

El protocolo de evaluación es esencial para estructurar y aplicar de manera eficiente las técnicas utilizadas en este proceso complejo como se ilustra en la figura 9. Abarca diferentes metodologías que integran enfoques cuantitativos cualitativos y mixtos, proporcionando herramientas para analizar el desempeño en dimensiones clave como el impacto. Este protocolo incluye un marco visual que facilita la comprensión y la aplicación de las técnicas, permitiendo una evaluación más clara y efectiva (J. C. Muyulema-Allaica & Tapias-Molina, 2024).

**Figura 9. Protocolo de la investigación.**



*Nota:* Elaborado por la autora en base a efectiva (J. C. Muyulema-Allaica, Tapias-Molina, 2024)

Esta orientación de investigación ha sido clave para identificar los métodos, herramientas, técnicas que han utilizado para examinar la implementación de las variables estudiadas. La mayoría de los estudios revisados han propuesto incorporar redes de distribución, en donde el método utilizado que se menciona de manera significativa es de programación lineal, con el propósito de reducir costos en relación con el transporte, los cuales optan por un enfoque cuantitativo. Esto se debe principalmente a la adaptación de los modelos propuestos para ajustarse a situaciones específicas que se examinan en el contexto de este estudio.

### 1.3.1. Discusión de resultados

La revisión sistemática de la literatura con metaanálisis basada en seis fases descritas por (Yepes, 2020), permitió sintetizar de manera sistemática y organizada los artículos relacionados con las variables red de distribución y minimización de costos que se definen en esta investigación. Los 30 artículos seleccionados se presentaron en el estado del arte (tabla 5), donde se detallaron los diferentes modelos enfoques de investigación aplicados para optimizar los procesos logísticos en una red de distribución, así como los métodos, técnicas e instrumentos empleados en cada estudio.

A partir de la revisión el análisis de la literatura científica sobre modelos matemáticos aplicados a redes de distribución logística se utilizó el enfoque de jerarquía analítica (AHP) para realizar una evaluación estructurada y de tallada de las alternativas de solución. Como resultado se identificó que el modelo de programación lineal entero mixta (MILP), con una ponderación de 0,245, considerado el más adecuado para enfrentar la problemática de las redes de distribución alineándose con los objetivos.

Cedillo-Sánchez et al., (2023) en la investigación se detalló sobre la programación lineal y el empleo de técnicas de optimización en un sistema ajustado de variables de decisión controladas por quienes toman decisiones, conectando estas variables con la función objetivo y restricciones clave. Mediante algoritmos, se identificaron valores óptimos que cumplen con dichas restricciones. Una vez validado el modelo, se optimizó el sistema, reduciendo la necesidad de mano de obra de 14 a 5 trabajadores y disminuyendo los costos semanales en \$1.125. Además, el modelo permitió una asignación laboral flexible, asegurando que cada obrero cumpla 5 días de trabajo semanal sin interrumpir las operaciones como se muestra en la tabla 10.

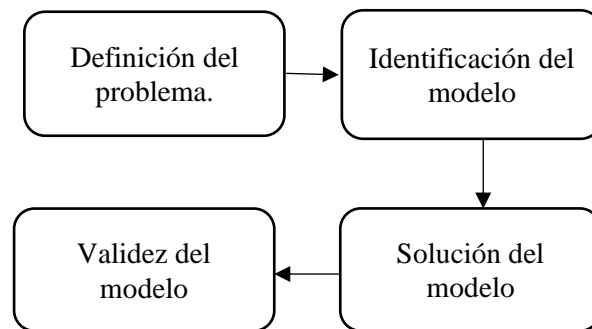
*Tabla 10. Pasos para desarrollo un modelo de procesos.*

<b>Modelo matemático de programación lineal</b>
Definición del problema
Elección de los datos.
Desarrollo del modelo
Verificación del modelo.
Optimización y toma de decisiones.
Presentación

*Nota: Elaborado por la autora.*

Saldivar-Patiño, Recalde-Ramírez, (2021) esta investigación a través de un modelo de programación matemática, utilizando el programa IBM ILOGCplex Optimizer como se ilustra en la figura 10, se busca minimizar costos de infraestructura al seleccionar 228 de las escuelas existentes, reduciendo la capacidad ociosa de 74% a 40% y aumentando la eficiencia en la asignación de matrículas. La propuesta logró una reducción del 24% en costo total, optimizando recursos y evitando despidos mediante la redistribución de estudiantes y racionalización de infraestructura,

**Figura 10.** Metodología del modelo



**Nota:** Elaborado por la autora basado en (Saldivar-Patiño, Recalde-Ramírez, 2021)

Vaquero, (2023) en base a la investigación se planteó un modelo de programación lineal para una acería, la producción se proyecta en el programa de acuerdo a la capacidad de instalada. Este modelo mejora la mezcla de chatarra (con un 99% de hierro y 1% de carbono) y hierro esponja o DRI (93% hierro, 1% fósforo y azufre, y 2,3% carbono de acuerdo a la demanda del cliente y la disponibilidad de materia prima. Con este modelo, se planificó colar 62,00 toneladas de acero 700. Y 17,700 toneladas de acero 900<sup>a</sup> y 8,800 toneladas de acero 900B, lo cual resultó un consumo de 33,030 toneladas de chatarra y 60,00 toneladas de DIR. Además, el análisis paramétrico de precios define los rangos en los que mantendría la solución óptima sin recalcularse.

- ✓  $X_1$ : Cantidad mensual de Acero 700 a colar, medio en toneladas de acero loquido (TAL)
- ✓  $X_2$ : Cantidad mensual de Acero 900A a colar, medio en TAL
- ✓  $X_3$ : Cantidad mensual de Acero 900B a colar, medio en TAL
- ✓  $X_4$ : Cantidad mensual de Chatarra ferrosa a consumir, medio en Ton,
- ✓  $X_5$ : Cantidad mensual de Hierro Esponja a consumir, medio en Ton,

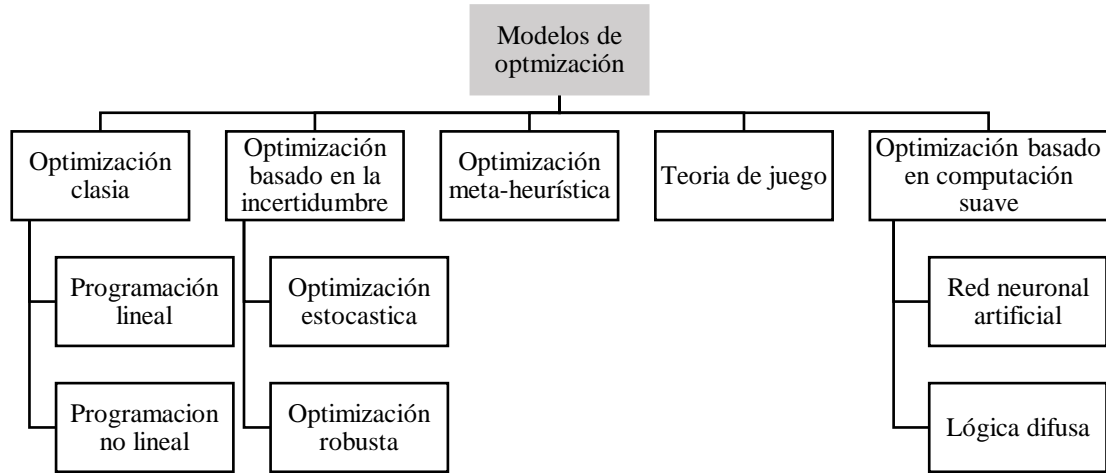
En cuanto a las restricciones:

- ✓ Cantidades mínimas y máximas a colar de cada tipo de acero.
- ✓ Disponibilidad máxima de Chatarra y DRI.
- ✓ Disponibilidad de energía eléctrica.

$$\begin{array}{l}
 C \quad 0,500\%X_1 + 0,700\%X_2 + 0,650\%X_3 - 1\%X_4 - 2,300\%X_5 \leq 0 \\
 Mn \quad 1,025\%X_1 + 1,050\%X_2 + 1,500\%X_3 \leq 0 \\
 Si \quad 0,200\%X_1 + 1,050\%X_2 + 1,500\%X_3 \leq 0 \\
 P \quad 0,050\%X_1 + 1,050\%X_2 + 1,500\%X_3 - 1\%X_5 \leq 0 \\
 S \quad 0,050\%X_1 + 1,050\%X_2 + 1,500\%X_3 - 1\%X_5 \leq 0 \\
 EE \quad 0,400 X_1 + 0,400 X_2 + 0,400 X_3 \leq 50.000 \\
 Ac700 \quad X_1 \geq 31.000 \\
 Ac700 \quad X_1 \leq 62.000 \\
 Ac900A \quad X_2 \geq 8.500 \\
 Ac900A \quad X_2 \leq 17.700 \\
 Ac900B \quad X_3 \geq 4.400 \\
 Ac900B \quad X_3 \leq 8.800 \\
 Chatarra \quad X_4 \leq 50.000 \\
 DRI \quad X_5 \leq 60.000 \\
 Fe \quad X_1 + X_2 + X_3 - 99\%X_4 - 93\% X_5 = 0
 \end{array}$$

Panda et al., (2022) en la investigación se buscó la optimización de la gestión de la demanda residencial donde buscó maximizar la eficiencia en el uso de energía en instalaciones residenciales, priorizado tanto el beneficio del consumidor como de los operadores de servicio público. A través de técnica como la programación lineal y otras metodologías de optimización, se enfocaron en reducir el costo de suministro y la demanda energética sin afectar la comodidad del usuario como se ilustra en la figura 11. En particular, se dio importancia a la gestión de la privacidad, la seguridad y la confiabilidad, especialmente en el contexto del internet de las cosas (IoT). La optimización también contempló la integración de vehículos eléctricos en la red y la gestión de picos de demanda en el esquema de respuesta a la demanda.

**Figura 11.** Modelos y algoritmos de optimización



*Nota:* Elaborado por la autora basado en (Panda et al., 2022)

Flores-Tapia & Flores-Cevallos, (2021) se desarrolló un modelo de transporte para minimizar los costos de envío entre plantas y entre de distribución implica calcular costos unitarios, oferta y demanda, y aplicar métodos como el simplex con herramientas como solver en Excel. Esta investigación cuantitativa, fundamentada en investigación de operaciones, afirmó la reducción de costos, demostrando una disminución en Holcim S.A. de \$240.365 a \$191,205 para el 2020. Aunque útil para tomar decisiones, el modelo es una aproximación y su éxito depende del análisis gerencial, en la tabla 11 se muestra los pasos para la metodología.

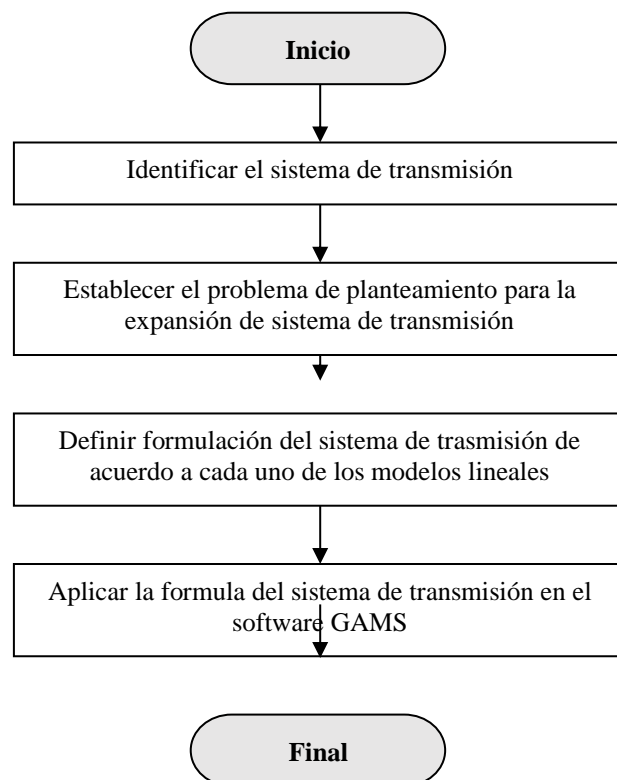
**Tabla 11.** Pasos para la metodología

Etapas
Definición del problema y recolección de datos.
Formulación de un modelo matemático que representa el problema.
Mejora de un procedimiento basado en software para poder mostrar una oportunidad de mejora al problema del modelo de red de distribución.
Perfeccionar y ejecutar en base con las necesidades.
Elaboración para aplicar el modelo.
Implementación.

*Nota:* Elaborado por la autora basado en (Flores-Tapia & Flores-Cevallos, 2021).

Giral-Ramírez et al., (2021) el diagrama de flujo indicó el cálculo de costos de expansión de sistema de transmisión usando un sistema general de modelado algebraico (GAMS) y selección de costo óptimo como se muestra en la figura 12. Para el caso de redespacho, el modelo DC y el modelo lineal disyunto arrojaron el mismo costo óptimo, mientras que el modelo híbrido lineal mostro una diferencia del 8,46\$ y el transporte un 17,58%. Con redespacho, la diferencia entre el modelo DC y el de transporte amplio al 26,81%. En sistemas pequeños como el de Garver (6 nodos), los modelos mostraron resultados similares, pero el sistema Sur Brasileiro (46 nodos) hubo variación significativa según el modelo y solucionar empleado.

**Figura 12.** Metodología para determinar los costos de expansión de sistemas de transmisión



**Nota:** Elaborado por la autora basado en (Giral-Ramírez et al., 2021)

Salas, (2022) la programación lineal es una técnica clave de optimización que permite descubrir recurso limitados para maximizar ingresos o minimizar costos en la producción empresarial. En el modelo general se cuenta con más recursos para fabricar productos, integrando restricciones de recursividad para la localización de operadores logísticos en todo el horizonte de planeación. Por ejemplo, la variable X323 asegura que, si hubo en el sitio C en el año anterior, se mantendrá la ubicación en el mismo sitio en el año siguiente, logrando así continuidad en el uso de recursos.

$b_i$  = cantidad disponible de recurso  $i$  ( $i=1, 2, 3, \dots, m$ );

$c_j$  = costos o precio unitario o actividad  $j$  ( $j = 1, 2, 3, \dots, n$ );

$x_j$  = cantidad a fabricar del artículo  $j$  ( $j = 1, 2, 3, \dots, n$ );

$a_{ij}$  = cantidad de recurso  $i$  ( $i = 1, 2, 3, \dots, m$ ) necesario para fabricar una unidad del artículo  $j$  ( $j = 1, 2, 3, \dots, n$ );

$$\begin{aligned} \max z &= \sum_{j=1}^n C_j X_j \\ \sum_{j=1}^n a_{ij} X_j &\leq b_i \\ X_j &\geq 0 \end{aligned}$$

Fuentes & Ruiz V, (2021) la restauración de imágenes borrosas se abordó como un problema de programación lineal, donde las imágenes, discretizadas en píxeles, se representa en un sistema de ecuaciones mal condicionado, muy sensible a cambios en el vector de observación. Para mejorar la calidad de restauración, se utilizó un método de regularización basado en la minimización de la norma L1, lo cual reduce el ruido en áreas homogéneas y preserva los bordes. Los resultados nos reflejan mejoras en las diferentes métricas de calidad que se presentan PSNR, SSIM, aunque en el programa un número excedente de condición en la matriz puede restringir la precisión final.

Rahmer et al., (2019) el modelo de transporte se utiliza para que la minimización de los costos de envío entre diversos puntos de origen y de entrega sea factible, en donde se consideran: la capacidad, subcontratación y demanda en un tiempo fijo. En cada periodo, se estudió la capacidad de producción en función de demanda y subcontratación, destacando que las unidades producidas en un periodo solo pueden cubrir la demanda de ese mismo periodo, evitando faltantes. Esta orientación de investigación va a permitir equilibrar oferta y demanda, facilitando poder corregir las rutas de orígenes para afirmar un equilibrio. El análisis manifestó que la estrategia es más conveniente que otras propuestas al no requerir cambios en el ámbito laboral.

$x_{ij}$  = producción total en el periodo  $i$  ( $i = 1, 2, 3, \dots$ ) para la demanda del periodo  $j$  ( $j = 1, 2, 3, \dots$ );

$c_{ij}$  = costo de producción unitario del periodo  $i$  ( $i = 1, 2, 3, \dots$ ) para la demanda del periodo  $j$  ( $j = 1, 2, 3, \dots$ );

$b_{ij}$  = unidades a producir en el periodo  $i$  ( $i = 1, 2, 3, \dots$ ) para la demanda del periodo



$j$  ( $j = 1, 2, 3, \dots$ );

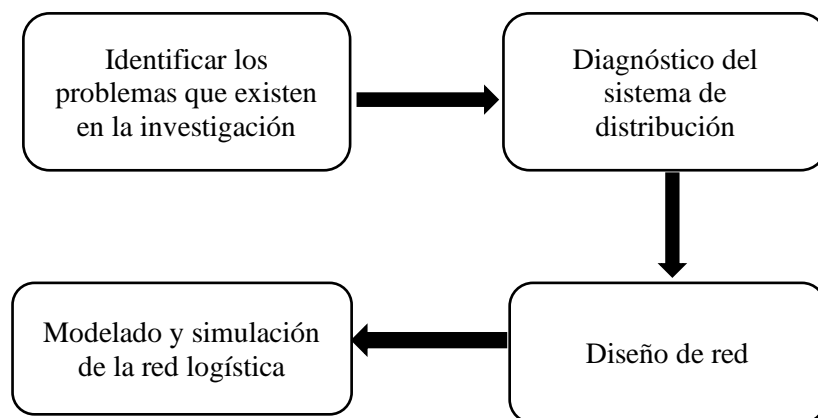
$a_i$  = capacidad de producir en el periodo  $i$  ( $i=1, 2, 3, \dots$ );

$D_j$  = Demanda pronosticada para el mes  $j$  ( $j = 1, 2, 3, \dots$ );

$$\begin{aligned} \min z &= \sum_{i=1}^{m=6} \sum_{j=1}^{n=6} C_{ij} X_{ij} \\ \sum_{i=1}^{n=6} b_{ii} &\leq a_i \quad \forall i=1,2,3, \dots, n \\ \sum_{i=1}^{n=6} b_{ij} &\leq D_j \quad \forall j=1,2,3, \dots, m \\ a_{ij}, b_{ij}, x_{ij} &\geq 0 \text{ para toda } i \text{ y } j \end{aligned}$$

Pucha-Medina et al., (2023) el estudio se centró en resolver problemas de comercialización y transporte que enfrentan los agricultores de cacao en Santa Elena. A través de la investigación de operaciones y el diseño de redes de distribución con transbordo, se mejoró la cadena logística. Como resultado, se logró una reducción de los costos de transporte de \$35,810 a \$10,000, lo que benefició a la economía de los agricultores, además de la local, contribuyendo al desarrollo agrícola, en la figura 13 se plasma la metodología que sigue la investigación.

**Figura 13.** Metodología de red de distribución.



**Nota:** Elaborado por la autora basado en (Pucha-Medina et al., 2023)

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO METODOLÓGICO**

La metodología de la investigación se llevó a cabo en base al estado del arte (Capítulo I), con el propósito de recolectar información necesaria para diseñar el modelo de distribución con transbordo en la empresa American Beverage Company Beveragem S.A., lo que permitió minimizar los costos mediante la aplicación de programación lineal. Se propuso un modelo matemático que contribuirá a mejorar la rentabilidad y eficiencia de la empresa. En cuanto al alcance del estudio, la metodología empleada es de tipo descriptiva y correlacional con un enfoque cuantitativo.

#### **2.1. Enfoque de investigación**

Los enfoques del estudio cuantitativo, cualitativo y mixto representan distintas alternativas para abordar problemas de investigación y cada uno de ellos tiene valor y utilidad en función del tipo de estudio que realice.

El enfoque cualitativo es aquel que se utiliza para describir atributos de una población dividiéndolas en grupos o categorías mutuamente excluyentes. Estas variables no se expresan en términos numéricos si no a través de clasificaciones que permiten identificar diferencias cualitativas ente unidades de análisis (Blanco, 2011).

El enfoque cuantitativo, tiene como objetivo recolectar y evaluar la información de manera precisa en relación con las variables de estudio, utilizando datos recopilados mediante métodos estadísticos para obtener conclusiones con el fin de identificar tendencias de comportamiento y validación de teorías (Del Cid et al., 2011).

El enfoque mixto, implica la recolección de diferentes análisis y composición de ambos tipos de datos con el objetivo de obtener un comprensión más adecuada del caso estudiado, además que en este se combina de manera sistemática los métodos cualitativos y cuantitativos de manera integrada en el estudio (Hernández Sampieri et al, 2014).

La presente investigación tuvo una orientación en un enfoque metodológico cuantitativo, cuyo objetivo es conseguir un análisis correlacional y descriptivo. En base al enfoque de la investigación, se realizó un diseño no experimental y descriptivo

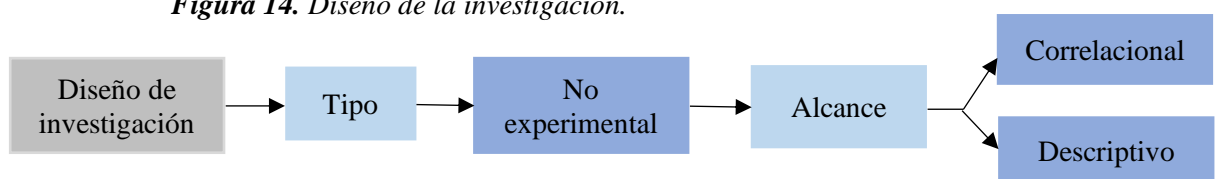
correccional accediendo a analizar cada una de variables sin manipulación directa para poder desarrollar el estudio.

## 2.2. Diseño de investigación

El tipo de estudio de esta investigación fue el diseño no experimental a partir de la recolección de datos y sin manipular las variables. Las cuales fueron observadas y analizadas en su entorno natural sin intervención. Además, el diseño adoptado fue de tipo descriptivo correlacional y cuantitativo, ya que emplearon métodos medibles y herramientas encuestas que permitieron cuantificar la magnitud de cada variable relacionada con la problemática, en la figura 14 ilustra el diseño de investigación utilizado en el caso de estudio (Montoya et al., 2021).

- ✓ **Investigación descriptiva:** busca identificar, especificar las propiedades y describir las características del fenómeno de estudio, además de que se enfoca en explorar la relación entre las variables dependientes e independientes, las cuales son la red de distribución y la minimización de costos, con el fin de proporcionar una explicación de las actividades, procesos o recursos que se involucran en la investigación.
- ✓ **Investigación correlacional:** su función es relacionar la variable dependiente e independiente mediante un patrón predecible aplicado a un grupo o población facilitando la relación entre ellas.

*Figura 14. Diseño de la investigación.*



*Nota: Elaborado por la autora.*

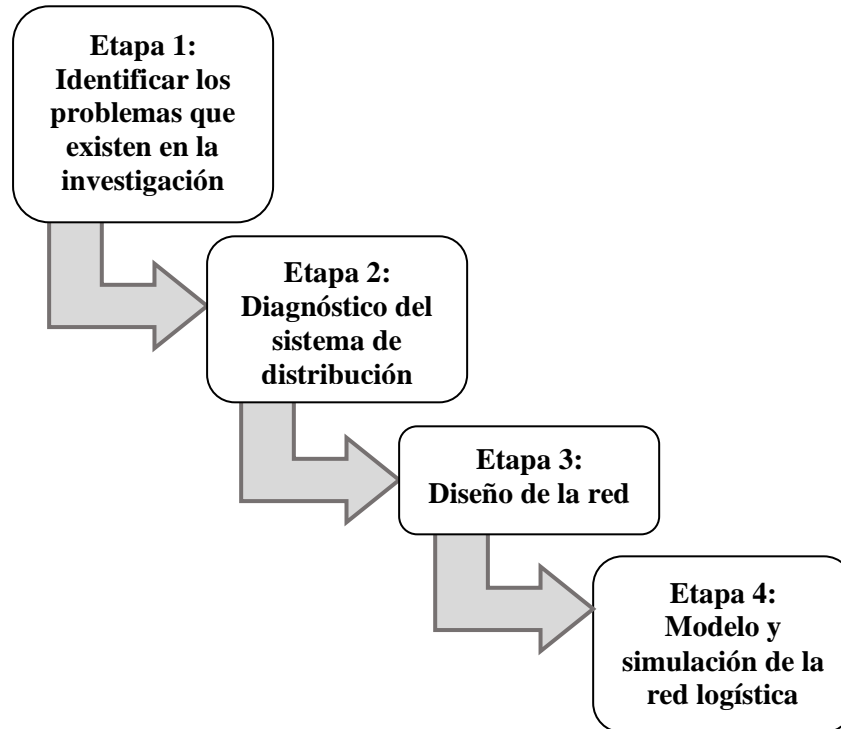
Para la recolección de datos se empleó técnicas e instrumentos como el censo dirigido a la población de la empresa American Beverage Company Beveragcom S.A., lo que llevará a cabo con el levantamiento de datos y poder analizar la red de distribución. Por esta razón, se optó por seleccionar un enfoque cuantitativo de la investigación, ya que se analizarán datos estadísticos para realizar un diagnóstico y validar la información obtenida.

## 2.3. Procedimiento metodológico

El procedimiento metodológico de esta investigación se fundamentó con el artículo de (Pucha-Medina et al., 2023), el cual describe los pasos para diseñar una red

de distribución con transbordo. Este proceso consta de cuatro pasos que abordan la solución al problema de la logística de distribución de botellones de agua, como se ilustra en la figura 15.

*Figura 15. Metodología de la red de distribución.*



*Nota: Elaborado por la autora.*

**Etapa 1:** los problemas presentes en la empresa American Beverage Company Beveragcom S.A., fueron identificados a través de una entrevista realizada al gerente general mediante una encuesta dirigida al personal administrativo y operativo, donde se plantearon preguntas claves para comprender la problemática de la empresa.

**Etapa 2:** la primera etapa del análisis de los resultados nos permitió diagnosticar la situación actual de la logística de distribución de American Beverage Company Beveragcom S.A. Se recopiló información sobre los costos de transbordo del producto, lo que resaltó la necesidad de implementar un modelo logístico de cadena de suministro para disminuir los costos.

**Etapa 3:** se diseñará un modelado de red de transbordo considerando las variables de estudio como la minimización de costos y la optimización de las rutas de transporte. El cual se basará en un análisis logístico existente y la selección del modelo matemático adecuado.

**Etapa 4:** el modelo de transbordo mediante programación lineal se desarrolló utilizando fórmulas y la función objetiva, obtenidas a partir de las investigaciones

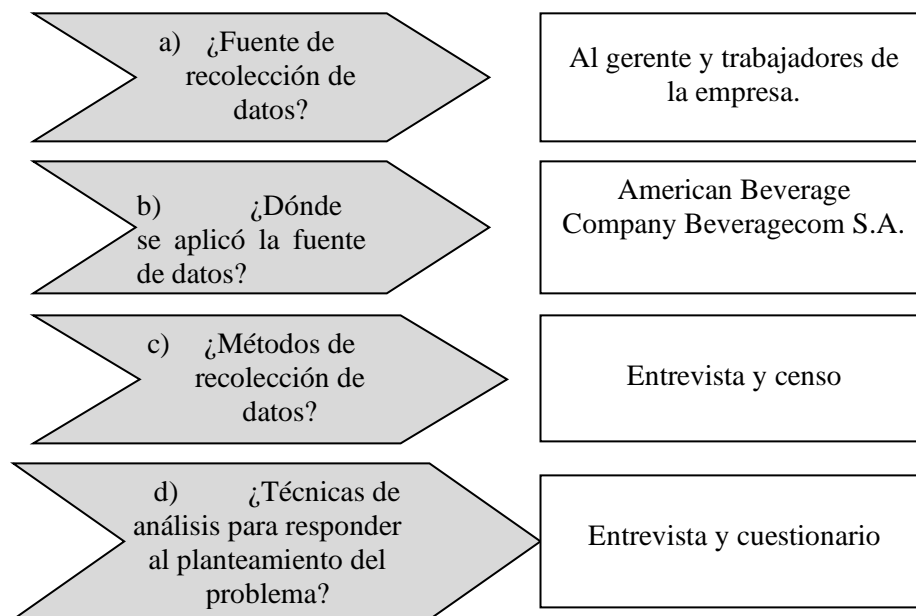
previas, revisadas en el estado del arte, lo que permitió definir el modelo a utilizado para el desarrollo de la investigación

## 2.4. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos.

### 2.4.1. Métodos de recolección de los datos.

La aplicación de métodos de recolección de datos representa una oportunidad para vincular el trabajo conceptual con la planificación de hechos concretos. Para lograrlo es esencial contar con un plan detallado que guie la obtención de la información deseada, tal como sugiere (Hernandez-Sampieri, 2014). En la figura 16 se presenta un diseño del plan de procedimiento de recolección de datos.

**Figura 16.** Plan de recolección de datos.



*Nota:* Elaborado por la autora.

Se detalló un plan de recolección de datos en base a cuatro preguntas entre las fuentes de recolección de datos, donde se va a aplicar dichas herramientas, los métodos a utilizar y finalmente las técnicas de análisis, en donde se prepararon los datos o mediciones obtenidas.

#### 2.4.1.1. Entrevista

Hernandez-Sampieri, (2014) menciona que la entrevista es un diálogo formal entre el investigador y la persona entrevistada, esta técnica de recolección de datos se considera cuantitativa y se presenta como una variante de la encuesta, tiene como objetivo recopilar información sobre el proceso de distribución actual proporcionando una referencial real y detallada por parte del entrevistado. Se abordaron con preguntas abiertas temas claves, lo que permitió al entrevistado expresar libremente la problemática relacionado con los costos de traslado que enfrenta la empresa.

La entrevista fue dirigida al gerente general de la empresa embotelladora de agua American Beverage Company Beveragecom S.A., utilizando preguntas abiertas con el propósito de conocer en detalle cómo se gestiona el proceso logístico de distribución de los botellones de agua.

#### 2.4.1.2. Censo

El censo es un procedimiento de investigación que propone estudiar la totalidad de los elementos de una población, se originan a partir en los conteos realizados por provincias para determinar su población. Para realizar un censo y obtener información de una gran o pequeña cantidad de personas se deben considerar el diseño, técnicas, metodología, como de análisis y presentación (Del Cid et al., 2011).

En la tabla 12 se detalló cada uno de los departamentos con los que cuenta la empresa en donde se va abarcar al personal de American Beverage Company Beveragecom S.A., ubicada en provincia de Santa Elena, cantón La Libertad. La muestra conformada por 2 operarios del área administrativa, 3 del área de despacho, 8 del área de ventas y 7 de área de producción con un total de 20 personas.

*Tabla 12. Población de censo para distintos departamentos.*

Áreas de la empresa	Personal de áreas	Porcentaje de contribución
Ventas	8	40%
Producción	6	30%
Bodega	3	15%
Administrativa	3	15%
<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>100%</b>

*Nota: Elaborado por la autora.*

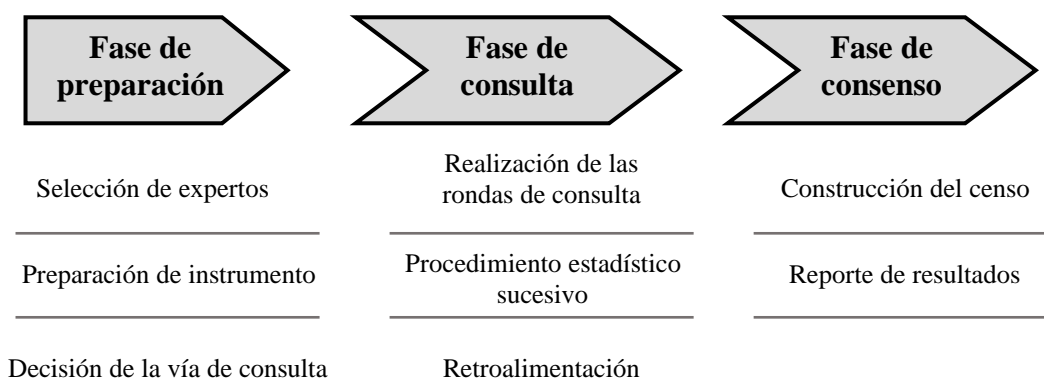
Para este trabajo de investigación se utilizó una muestra de tipo censal que da un total de 20 trabajadores el cual en el departamento de ventas consta del 40% de participación en la empresa mientras, que el de producción un 30% y a su vez las áreas de bodega y administración constan de un 15%, en donde se muestra las áreas en donde se realizará el censo.

#### 2.4.2. Técnicas de recolección de datos

En la figura 17 se explica la técnica aplicada para la recolección de datos en la investigación cuantitativa, que concluyeron en entrevistas y censos, con preguntas claras que permitirán recopilar la información necesaria las cuales fueron validadas mediante un método Delphi, lo que facilitó la recopilación de opiniones de expertos

sobre el problema procesando los datos con herramientas estadísticas para lograr el censo general (Valdés & Marín, 2013).

*Figura 17. Procedimiento de realización del método Delphi.*



*Nota: Elaborado por la autora basado en (Valdés & Marín, 2013).*

### Fase preparatoria

- Selección de expertos:** la elección del panel de expertos es clave, ya que influye en la calidad de los resultados obtenidos. Aunque no existe un número óptimo ni fijo, se sugiere entre cuatro y treinta expertos, para esta selección de expertos se basaran en criterios de inclusión y exclusión varían segunda la sensibilidad de estudio como los son la profesión, experiencia, divulgaciones, y conocimiento del tema.
- Preparación del instrumento:** el cuestionario es el documento base con mayor importancia para la consulta a expertos. Puede estar predestinados o ser construido desde cero junto a los expertos mediante reuniones, especialmente si el tema es nuevo. El método se inicia con preguntas abiertas para evitar confusiones y recoger opiniones sin influencias. Las deben ser claras y cuantificables, permitiendo distintos tipos de respuestas (dicotómicas, tipo Likert, entre otros.), lo que facilita un análisis estadístico y retroalimentación precisa.
- Decisión de la vía de consulta:** debido a los avances de tecnología, las consultas de las preguntas, se realizan continuamente por correo o plataformas online, proporcionando el acceso y comunicación con expertos de diversas geografías. El internet mediante su uso ha revitalizado el método al simplificar el proceso de consulta y lo que permite un alcance global de expertos en tiempo real.

### **Fase de consulta**

- 6. Realización de las rondas de consulta:** en esta fase se realizan varias rondas hasta alcanzar consenso, se plantea entre 2 y 4 rondas. Es necesario definir el número óptimo de rondas, tratando que sean adecuadas para que el experto no llegue a cansarse, ya que un exceso puede llegar a agotar al panel y causar abandonos. La primera fase de ronda presenta a los expertos el cuestionario junto con los objetivos y condiciones del estudio. En esta segunda fase se quiere reducir el esparcimiento de opiniones y causar el desorden del censo.
- 7. Procesamiento estadístico sucesivo:** para la revisión se tratan diferentes rondas de manera sucesiva, que van a requerir ponderación, se puede emplear el coeficiente de concordancia de Kendall. Se presta atención a especial atención a las respuestas divergentes, ya que estas van aportar perspectivas de sumo interés enriquecen en análisis grupal.
- 8. Retroalimentación de resultados del procesamiento de las respuestas:** en cada ronda, se devuelve a cada uno de los expertos el análisis estadístico de las contestaciones grupales junto con sus respuestas anteriores para mejorar la claridad y fomentar cambios. Ya que esta parte del proceso permitirá que el experto compare su opinión con la del grupo. La retroalimentación debe ser clara para evitar interpretaciones erróneas.

### **Fase de consenso**

- 9. Construcción del consenso:** la literatura no proporciona una guía específica para la construcción del cuestionario que los especialistas van a revisar, es por ellos que es importante definir el horizonte del cuestionario ante de comenzar el estudio, además generalmente se considera un consenso entre el 75% y 85%; en temas con implicaciones éticas, puede exigirse hasta un 100%.
- 10. Reporte de resultados:** por la cantidad de pasos a seguir se utilizan método se debe explicar meticulosamente, es por ellos que el informe final deberá detallar cada proceso seguido. Esto nos permitirá una evaluación completa de la validez, relevancia y consistencia del estudio, facilitando de esa manera que otros investigadores estimen y apliquen los hallazgos encontrados en contextos similares.



## 2.5. Instrumentos de recolección de los datos

Hernandez Sampieri et al., (2014) menciona que los instrumentos de recolección para las investigaciones son herramientas esenciales que garantizan que las técnicas que se emplean logren su propósito. Lo que permite que el investigador con los instrumentos puede registrar e interpretar datos relacionados con las variables de estudio.

Con el fin de recolectar los datos necesarios, se llevó a cabo una entrevista y censo dirigido al gerente general, personal administrativo y operarios de la empresa American Beverage Company Beveragcom S.A. Se aplicó un cuestionario basado en la variable independiente (red de distribución) y la variable dependiente (minimización de costos).

Antes de su implementación el cuestionario fue sometido a una validación por expertos asegurando así la confiabilidad y relevancia del instrumento. La selección de los expertos que integraron el comité de validación se realizó siguiendo criterios específicos de inclusión y exclusión que se describen en el documento.

### Criterios de inclusión

- **Experiencia laboral:** para aseverar que los expertos escogidos poseen los conocimientos sólidos relacionados en el campo de estudio, en este caso, la logística y distribución. Uno de los requisitos para los participantes que realicen la revisión del cuestionario tengan al mínimo cinco años de experiencia laboral, lo que asevera un nivel avanzado en base a la experiencia relacionada con las problemáticas concretas del sector.
- **Formación académica:** en esta fase se establece que los expertos deben de tener una formación académica que involucre temas relacionados con la investigación, habiendo una preferencia por que posean un título en ingeniería o en áreas afines que se relacionen con la logística y la distribución. Una formación con estudios académicos en estas áreas proporciona una base teórica sólida, lo que asegura que el panel cuente con participantes que perciben profundamente los conceptos que resguardan sus prácticas profesionales.
- **Publicaciones previas:** este criterio certifica que los expertos han ayudado al conocimiento en su área mediante investigaciones publicadas, lo que refuerza su credibilidad y experiencia en el tema. Las publicaciones en revistas aseguran que estén familiarizados con metodologías de investigación y avances en el campo o fuera de él, aportando aspectos actualizadas.

- **Experiencia práctica:** asegura que los expertos no solo posean un conocimiento teórico de tema de investigación, sino que también tienen el conocimiento para la solución de estos conceptos en situaciones reales. La práctica que se realizan en campo ayuda a los expertos con un aporte importante en procedimientos realistas y ejemplos concretos que pueden enriquecer el proceso Delphi.
- **Reconocimiento profesional:** en esta última fase para seleccionar a personas cuya experticia y capacidad han sido aprobadas por otros profesionales, lo que aumenta un peso al proceso que se realizará. Conjuntamente, los técnicos con estos reconocimientos suelen tener una visión más amplia del tema y sobre todo actualizada del estudio, lo que incrementa la confiabilidad el consenso final.

### **Criterios de exclusión**

- **Conflictos de interés:** los expertos no pueden tener conflictos de interés en dependencia con los temas abordados en el estudio serán desheredados, esto puede sugerir que si el experto tiene una relación laboral, comercial o personal que pueda sesgar su opinión en el panel. Asegurar la autonomía de los expertos es crucial para mantener la integridad del proceso.
- **Falta de experiencia:** aquellos candidatos que no cumplan con el mínimo de experiencia profesional serán excluidos. En el método Delphi es esencial que cada participante tenga un nivel adecuado de experiencia para aportar perspectivas valiosas y bien informadas.
- **Falta de disponibilidad:** no se consideran expertos que no puedan comprometerse con el tiempo necesario para la validación, a que se requiere la participación de ellos a lo largo de varias rondas de consulta, por lo que es fundamental que estén a disposición y comprometidos con el estudio.
- **Baja reputación profesional:** es un aspecto que se considera para evitar seleccionar expertos cuya trayectoria no es alineada con los valores de integridad y profesionalismo necesario en una investigación. Si el experto ha tenido incidentes que cuestionen su ética o credibilidad.
- **Inadecuación al estudio:** se va a requerir que los participantes tengan conocimientos específicos en el área de investigación, en este caso, logística y distribución o afines. Si un experto no cumple con los conocimientos específicos o no a trabajado directamente en el campo, es posible que no aporte valor significativo en el consenso.

## 2.6. Variable del estudio

Las variables de estudio pueden variar y adoptar diferentes valores especialmente cuando se incluye en una hipótesis o teoría, además pueden ser medidas u observadas. La variable independiente se distingue por ser un factor experimental que no está bajo control, es decir no depende de otras variables de estudio. En conclusión, la variable dependiente es controlada y puede ser modificable, asimismo su valor va a depender de las reformas que se le efectúen a la variable independiente (Rodríguez et al., 2021).

En base a la conceptualización teórica y empírica, se ha de terminado la definición precisa de las variables independiente y de dependiente en la investigación cualitativa. Definir estas variables es esencial para estructurar un diseño experimental sólido que merita evaluar las relaciones y efectos de manera objetiva.

- ✓ **Variable Independiente (VI):** Red de distribución
- ✓ **Variable Dependiente (VD):** Minimización de costos

## 2.7. Operacionalización de las variables

Según, Rodríguez et al., (2021) la operacionalización de las variables consta en transformar la definición conceptual, que abarca la comprensión abstracta del fenómeno, en una definición operacional mediante diferentes indicadores que den una solución al estudio a realizar.

En la tabla 13 se presenta una matriz de operacionalizaciones de las variables, detallando cada componente en términos de concepto, indicadores, categorías, técnica esta matriz permite desglosar las variables en dimensiones e indicadores específicos, transformando los conceptos intactos en elementos concretos y cuantificables dentro del estudio. Al definir claramente cada dimensión y sus correspondientes indicadores, se facilita la recolección y el análisis de datos de manera estructurada y precisa.

**Tabla 13.** Operacionalización de variables.

Variable Independiente	Concepto	Categoría	Indicadores	Preguntas	Técnicas e Instrumento
<b>Red de distribución</b>	Conjunto de instalaciones y métodos de transporte que gestiona la entrega de bienes, haciéndolo accesible para los clientes (García, 2020).	Distribución	Transporte	¿Considera que el tipo de servicio de transporte utilizando por la empresa para la distribución de botellones de agua es eficiente?	Censo, cuestionario
				¿Cuál es la capacidad de carga de los camiones utilizados en las rutas de distribución?	Entrevista, cuestionario
				¿Evalúa que la cantidad de camiones que tiene la empresa es suficiente para cubrir la demanda de distribución de botellones de agua?	Censo, cuestionario
		Distribución	Beneficio	¿En la empresa embotelladora de agua como se maneja el ruteo de distribución?	Entrevista, cuestionario
				¿Considera que flota de camiones es suficiente para llegar a todas las zonas de la provincia de Santa Elena donde se necesite entregar los botellones de agua?	Censo, cuestionario
				Despacho	¿Considera que la empresa necesita cubrir más puntos de venta para mejorar las zonas de distribución?
		¿Considera que la empresa necesita cubrir más puntos de venta para mejorar las zonas de distribución?	Censo, cuestionario		
		Distribución	¿Cuáles son los puntos donde se distribuyen los botellones de agua?	Entrevista, cuestionario	
¿Qué distancia recorren los camiones desde el centro de acopio de almacenamiento hasta los puntos de distribución?	Entrevista, cuestionario				

<b>Variable Dependiente</b>	<b>Concepto</b>	<b>Categoría</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Técnicas e Instrumento</b>
			Almacenaje	¿Percibe que las rutas de distribución están optimizadas para minimizar los tiempos de entrega de botellones de agua? Censo, cuestionario
			Retrasos de entrega	¿Considera que los principales problemas durante la distribución de botellones de agua afectan de manera considerable la eficiencia operativa? Censo, cuestionario
<b>Minimización de costos</b>	Es vista como una estrategia para mejorar el desempeño organizacional al optimizar recursos (Rojas et al., 2017).	Estrategia	Precio	¿Cuál es la capacidad de producción semanal de la empresa? ¿Opina que los inconvenientes en la distribución de botellones de agua generan costos adicionales para la empresa? Entrevista, cuestionario
			Costo de transporte	¿Evalúa que los costos de transportar los botellones de agua desde la empresa hasta el centro de acopio son razonables? ¿Cuáles son los costos por unidad de los botellones de agua? Censo, cuestionario
			Gestión de la demanda	¿Estima que los costos de transportar los botellones de agua desde el centro de acopio hasta los clientes son justificados? ¿Cree usted que es necesario diseñar un modelo de red logística para distribución de botellones de agua? Censo, cuestionario

*Nota: Elaborado por la autora.*

## 2.8. Procedimiento para la recolección de los datos

El procedimiento de la recolección de datos sirve para analizar, sistematizar y reorganizar lógicamente los resultados obtenidos mediante técnicas de recopilación de datos (Figueredo et al., 2019). En la tabla 14 se describe el procedimiento a efectuar del plan de recolección de datos de la empresa American Beverage Company Beveragecom S.A.

*Tabla 14. Procedimiento para la recolección de datos.*

N°	Plan	Procedimiento
1	Procesamiento de datos	a) Exposición de los datos recopilados.
		b) Reunión de la información obtenida.
		c) Organización y clasificación de los resultados.
2	Presentación de datos	a) Redacción de los resultados obtenidos a través de los métodos de recolección de datos.
		b) Visualización de la información recopilada mediante herramientas organizadas.
		c) Representación gráfica de los resultados cuantificados.

*Nota: Elaborado por la autora.*

Este proceso de recolecciones de datos se llevó a cabo en dos fases principales: la cual estuvo enfocada en la compilación y análisis de datos obtenidos con base en los objetivos para que sean de manera precisa y sistemática. La segunda fase, se centra en la presentación minuciosa de los resultados en donde se proporcionará una visión clara y perceptible de la situación actual de la red de distribución de la empresa.

## 2.9. Plan de análisis e interpretación de los datos

En el plan de análisis de la investigación se emplearon software como Lingo 20.0 y IBM SPSS Statistics v25.0, la elección de programa Lingo se fundamenta en su capacidad de resolver problemas lineales, permitiendo de esta manera identificar las rutas óptimas en la logística de distribución de la empresa embotelladora de agua y demostrar el modelo matemático aplicado. Por otro lado, SPSS v25.0 se eligió debido a su capacidad para realizar análisis estadísticos avanzados facilitando el examen detallado de la recopilación de datos que se dieron durante el estudio lo que permitió verificar la viabilidad, fiabilidad de los datos mediante y el coeficiente alfa Cronbach.

En la Tabla 15 se presenta una explicación detallada del plan de análisis e interpretación de resultados, dando como resultado el cumplimiento de los objetivos específicos propuestos, además de presentar los métodos y recursos utilizados en la investigación que incluyen procedimientos, métodos de apoyo y resultados de cada capítulo del trabajo.

**Tabla 15.** Plan de análisis e interpretación de los datos.

Objetivo Específicos	Actividad	Instrumentos	Resultados esperados
1. Establecer una revisión sistemática mediante un metaanálisis para la investigación de las bases teórica que respalden la red logística en la distribución de botellones de agua.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Revisión de la literatura.</li> <li>2. Análisis de los modelos de transporte de distintos autores.</li> <li>3. Elección del modelo para encontrar la solución</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Revisión sistemática de la literatura</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Interpretación de los artículos científicos que sustenten la relación de la variable I+D</li> <li>2. Identificación de los modelos aplicables en el estudio.</li> </ol>
2. Argumentar con una metodología que permita que la red de distribución tenga una evaluación de la situación actual.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Metodología en base a la problemática de red de distribución en la empresa.</li> <li>2. Elección de los instrumentos para conocer la situación actual del manejo de distribución.</li> <li>3. Ejecución de la entrevista, cuestionario para la recolección de datos.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Entrevista</li> <li>2. Cuestionario</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Desarrollo de la metodología utilizado en la red de distribución.</li> <li>2. Instrumentos de recolección de datos</li> <li>3. Operacionalización de las variables de investigación</li> </ol>
3. Demostrar como un modelo de distribución fundamentado en la investigación de operaciones, reduce los costos de transbordo en la empresa American Beverage Company Beveragcom S.A, provincia de Santa Elena.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ejecución de técnicas recopiladas de los datos por su fiabilidad.</li> <li>2. Emplear el software para la validez de resultados.</li> <li>3. Resultados y análisis de fiabilidad</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Software SPSS V 25.0, Rstudio</li> <li>2. Alfa Cronbach</li> <li>3. Lingo 20.0</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Diagnóstico de los datos.</li> <li>2. Desarrollo del modelo de transbordo mediante programación lineal</li> <li>3. Rutas optimizadas en la red de distribución.</li> </ol>

*Nota:* Elaborado por la autora.

## CAPÍTULO III

### MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Descripción de la empresa

##### 3.1.1. Generalidades

American Beverage Company Beveragecom S.A, fundada el 24 de julio de 2018 está conformada por tres socios mayoristas, su principal actividad es el procesamiento y embotellamiento de agua purificada para consumo humano. La empresa cuenta con una estructura organizacional basada en áreas funcionales. Entre ellas destaca un equipo especializado de 17 personas en la producción y distribución de agua purificada que abastece a dos centros de distribución ubicados en el cantón La Libertad, zona norte y zona sur. Desde estos centros se distribuye los productos a diversos puntos de venta para su consumo final.

En la Figura 18, el logotipo se divide de la siguiente manera, el cual se ilustra con el nombre de la marca del agua la cual es Fontana en la parte central con un círculo de fondo con su color rojo representativo para la empresa y en la parte inferior un hashtag de fill your life que su traducción es llena tu vida.

*Figura 18. Logo de la empresa American Beverage Company Beveragecom S.A.*



*Nota: Logotipo emitido por la empresa American Beverage Company Beveragecom S.A.*

##### 3.1.2. Organización estructural y funcional

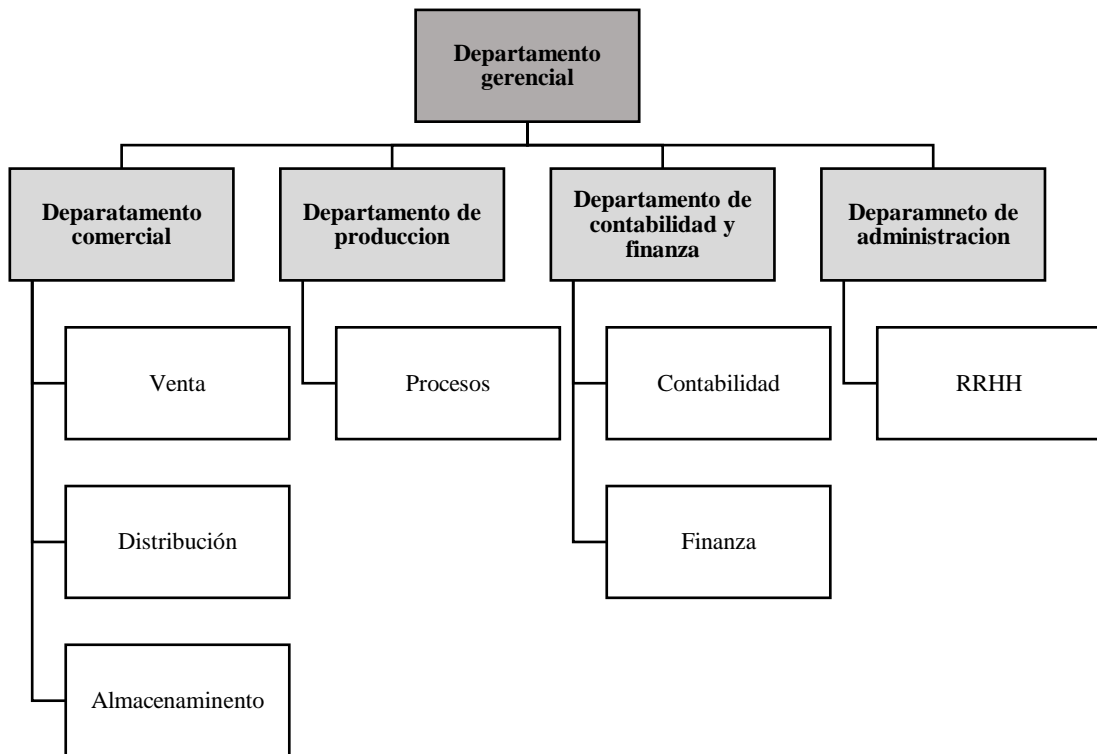
###### 3.1.2.1. Organigrama estructural

La empresa de purificación y distribución American Beverage Company Beveragecom S.A. tiene una estructura jerárquica compuesta por 21 personas distribuidas en distintas áreas, comienza por el gerente general, Jorge Albarracín (GG), quien supervisa todas las operaciones. Bajo su dirección, el gerente de producción, Villao Alejandro (GP) se encarga de los operarios; gerente de ventas, Frank Reyes (GV) gestiona a los vendedores y estrategias comerciales; mientras que la gerente administrativa, Karen Suarez (GA) dirige el trabajo y garantiza el funcionamiento



adecuado de las tareas administrativas, el contador general, Tomalá Christian (CG) coordina las finanzas con el apoyo de un asistente contable. El jefe de bodega, Peralta Adrián (JB) supervisa el almacenamiento y logista como se ilustra en la figura 19.

*Figura 19. Estructura organizacional de la empresa*



*Nota: Elaborado por la autora.*

### 3.1.2.2. Organigrama funcional

**Gerencial general:** establece las políticas y objetivos estratégicos de la empresa, asegurando que cada departamento cumpla con los estándares de calidad y eficiencia. Supervisar las operaciones de manera integral, garantizando que las decisiones de cada área estén alineadas con la organización. Además, gestiona la asignación de recursos y evalúa el rendimiento de la empresa.

**Producción:** es donde se ha asegurado la eficiencia del uso de materiales mientras se tiene una gran responsabilidad de ejecutar los procesos de producción. Además, que se supervisa el control de calidad embotellado y empaquetado de cada uno de los productos, garantizando que cumplen con los estándares de la empresa. De igual manera, se reorganiza con el equipo de operarios para dar solución a cualquier incidente en la línea de producción, minimizando productos que nos lleguen retrasados y reducir costos.

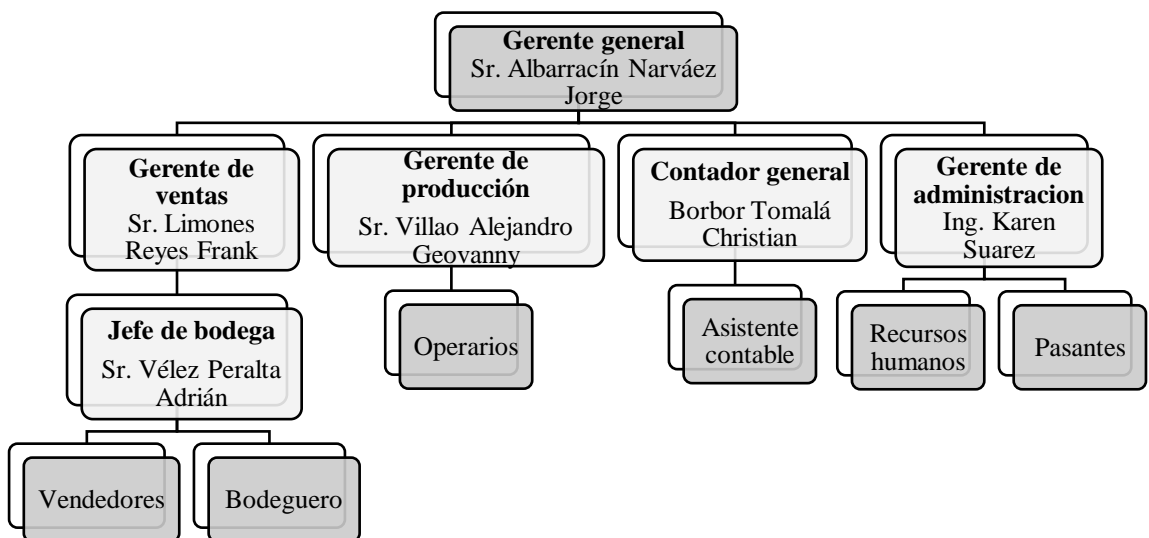
**Ventas:** Gestiona las relaciones con clientes clave y desarrolla de campañas de promoción para posicionar los productos en nuevos canales de distribución. Monitorea las tendencias de mercado y adapta las estrategias comerciales en función de la demanda y competencia.

**Contabilidad y finanzas:** es el responsable de la planificación el control de los recursos financieros de la empresa, asegurando que todos los ingresos y egresos estén registrados de manera precisa y transparente. Además de gestionar el presupuesto, controla los costos operativos supervisa el cumplimiento de las obligaciones fiscales.

**Administración:** este equipo es fundamental para la operatividad diaria de la empresa, ya que proporciona soporte administrativo a cada departamento. Los asistentes administrativos realizan tareas de gestión documental, coordinación de reuniones y apoyo logístico, facilitado la comunicación interna que funcione de manera correcta.

**Almacén:** gestiona el inventario, controla las entradas y salidas de productos terminados. Asegurando que el almacenamiento cumpla con los estándares de seguridad, calidad, y que las entregas a los puntos de distribución se realicen en el tiempo y forma para satisfacer la demanda del mercado.

*Figura 20. Orden jerárquico en la empresa.*



*Nota: Elaborado por la autora.*

El área administrativa compuesto por 3 personas, se encarga de analizar, planificar y tomar decisiones relacionadas con la cadena de semestritos. El área de producción con 6 empleados, tiene la responsabilidad de llevar a cabo el proceso logístico de embotellado basado en la demanda establecida. En bodega, 3 empelados

supervisa el almacenamiento y el control de inventario. Por último, el área de venta, con un equipo de 8 personas, se ocupa del transporte de producto terminado asegurando su distribución hacia los puntos de venta.

### **3.2. Marco de resultados**

Para demostrar los resultados obtenidos en la empresa American Beverage Company Beveragecom S.A., se recopilaron datos mediante entrevistas y censos en el área de producción. Esta recopilación permitió evaluar la validez de los instrumentos mediante el método Alfa de Cronbach, utilizando el software IBM SPSS y Rstudio. La sección de resultados presenta los datos obtenidos de estas encuestas y entrevistas, validando así los instrumentos de medición empelados.

Adicionalmente, se plantearon hipótesis y se cumplió con el tercer objetivo establecido, que consistía en crear un modelo matemático para la red de distribución de la empresa. Este proceso se fundamenta en la metodología de redes de distribución y las etapas descritas por el autor (Pucha-Medina et al., 2023), incluyendo: i) identificar los problemas que existen en la investigación, ii) diagnóstico del sistema de distribución, iii) diseño de la red, iiiii) modelo y simulación de la red logística. Finalmente, con el software LINGO 20.0 se optimiza el modelo de red de distribución para la empresa, lo que permite establecer una solución eficiente en costos y logística.

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

##### **3.2.1.1. Validación del instrumento**

Para la recopilación de datos e información, se aplicaron técnicas de censo a todo el personal administrativo y operativo complementadas en una entrevista al Sr. Albarracín Narváez Jorge, gerente general de American Beverage Company Beveragecom S.A. Las preguntas estuvieron enfocadas en el proceso de distribuciones de agua embotellada, con el fin de analizar y evaluar el estado actual de la red de distribución. La validación del instrumentos de recolección de datos se realizó mediante el método Delphi (Sección 2.5.2), el cual busca alcanzar un consenso entre un grupo de expertos a través de una análisis detallado y una reflexión profunda sobre un problema definido, se estructura de tres fases como lo describe (Valdés & Marín, 2013).

##### **Fase 1: Preparación y selección de expertos**

En la fase de preparación y selección de expertos, se formularon once preguntas de tipo cerrado para crear el instrumento a validar y se eligieron los participantes que formarían el grupo de expertos que validarían el instrumento para

analizar los procesos realizados en la distribución, con el objetivo de recopilar información sobre el modelo logístico de distribución.

### **Fase 2: Consulta a la selección de expertos**

Se condescendió a formar la comisión de expertos el cual constó de cuatro evaluadores elegidos en base a los criterios determinados de inclusión y exclusión (sección 2.5.3), para poder corroborar que el instrumento de recolección de datos siguiera los pasos establecidos. Los expertos fueron seleccionados en función a su nivel académico, años de experiencia, relevancia y cargo actual en sus áreas de conocimiento. Entre los criterios de inclusión se consideraron expertos con amplia experiencia, publicaciones en el área y formación académica de posgrado, lo que llevo a tener un discernimiento profundo y una perspectiva crítica para la evaluación del instrumento. Además, se priorizaron especialistas cuyas áreas de conocimiento estuvieran directamente relacionadas con los objetivos del estudio. En cuanto a los criterios de exclusión, se evitó incluir a aquellos con experiencia limitada o con poca vinculación en el área de estudio, como se muestra en la tabla 16.

*Tabla 16. Selección de expertos para validación del instrumento.*

<b>Selección de expertos</b>				
<b>Nombre</b>	<b>Años de experiencia</b>	<b>Publicaciones</b>	<b>Formación Académica</b>	<b>Áreas de conocimiento</b>
Marco Vinicio Bermeo García	20 años	6 publicaciones	Ingeniero Industrial	Máquinas y herramientas.
Edison Noe Buenaño Buenaño	7 años	7 publicaciones	Ingeniero Industrial	Cadena de abastecimiento y logística. Automatización Industrial. Sistemas flexibles de producción
Gerardo Antonio Burnett Herrera	35 años	5 publicaciones	Ingeniero Industrial	Seguridad Industrial
Alejandro Crisóstomo Veliz Aguayo	30 años	6 publicaciones	Ingeniero Industrial	Máquinas y herramientas.

*Nota: Elaborado por la autora*

### **Fase 3: Consenso y reporte de resultados**

La definición y validación del cuestionario se llevaron a cabo a través de dos consultas sucesivas, también conocidas como rondas de evaluación, cuyo objetivo fue obtener el grado de aceptación de comité de expertos seleccionados. En las primeras rondas y realizaron correcciones de estructura y ortografía, mientras que en la segunda

ronda se finalizó y evaluó el cuestionario confirmando su validez antes de proceder con el uso del instrumento como se muestra en la tabla 17.

*Tabla 17. Revisión por expertos*

Revisión por expertos		
Validez		
Expertos	Ronda I	Ronda II
1	x	
2	x	
3	x	
4		X
<b>Total</b>	<b>3</b>	<b>1</b>

*Nota: Elaborado por la autora*

Los resultados de las dos rondas realizadas a los expertos para el análisis y validación del instrumento de recolección de datos. Se analizaron las respuestas para obtener un consenso claro entre los mismos miembros del comité. Cada experto proporciona su evaluación, y se calcularon tanto las frecuencias, como porcentajes correspondiente en cada respuesta como se releja en la tabla 18.

*Tabla 18. Análisis de frecuencia de las rodas de validación*

Análisis de frecuencia				
Rondas	Frecuencia	Frecuencia acumulada	Frecuencia relativa	Porcentaje
<b>I</b>	3	3	0,75	75%
<b>II</b>	1	4	0,25	25%
<b>Total</b>	<b>4</b>		<b>1</b>	<b>100%</b>

*Nota: Elaborado por la autora*

### 3.2.2 Análisis de fiabilidad Alfa de Cronbach

La validez del instrumento fue estimada mediante la valoración de un grupo de expertos utilizando el método Delphi. Posteriormente la confiabilidad de los datos recolectados en el censo se verificó a través del coeficiente de Cronbach, calculado con la herramienta estadística de software IBM SPSS (Anexo B). Este coeficiente mide la confiabilidad de un instrumento valorando la variación entre cada uno de los ítems de un cuestionario y formulando dicha confiabilidad a través de un numero decimal positivo (Rodríguez-Rodríguez & Reguant-Álvarez, 2020).

Se llevo a cabo la recolección de información sobre la situación que enfrenta la empresa mediante un cuestionario fundamentado en la opinión de los 20 trabajadores de diferentes áreas. El cual se presentan preguntas estructuradas que

contienen una escala de Likert con 5 niveles de respuesta. La implementación del cuestionario permitió recolectar datos valiosos para el análisis. De acuerdo (Hernandez-Sampieri, 2014) sugiere que el coeficiente (k) sigue criterios estándar para medir la fiabilidad en una escala de intervalo 0 a 1 proporcionando una evaluación, según lo siguiente:

- Coeficiente  $0,8 < k < 0,9$  es eficiente
- Coeficiente  $0,5 < k < 0,8$  es estable
- Coeficiente  $< 0,5$  es deficiente

### 3.2.3 Resultados del censo

#### 3.2.3.1 Fiabilidad del instrumento de censo

Los expertos asignaron una puntuación a cada pregunta del cuestionario, utilizando la escala de Likert propuesta por. En la escala, 1 representa totalmente en desacuerdo, 2 en desacuerdo, 3 indeciso, 4 de acuerdo, 5 totalmente de acuerdo, cabe destacar que los resultados obtenidos se detallan en la tabla 19.

*Tabla 19. Puntuación de los expertos*

Puntuación de expertos							
Preguntas	Puntos	Suma	Promedio	Validación			
					N° de preguntas	Expertos	1 2 3 4
P1	Calificación	4 5 4 4	17	3,4			Si
P2	Calificación	5 4 5 5	19	3,8			Si
P3	Calificación	5 5 5 5	20	4			Si
P4	Calificación	5 5 5 5	20	4			Si
P5	Calificación	5 5 5 5	20	4			Si
P6	Calificación	5 5 5 5	20	4			Si
P7	Calificación	5 5 5 5	20	4			Si
P8	Calificación	5 5 5 5	20	4			Si
P9	Calificación	5 5 5 5	20	4			Si
P10	Calificación	5 5 5 5	20	4			Si
P11	Calificación	5 5 5 5	20	4			Si

*Nota: Elaborado por la autora*

Los resultados tabulados corresponden a la comisión de cuatro expertos para la aprobación de las preguntas cerradas que se realizaron en la empresa American Beverage Company Beveragem S.A., donde se reflejaron 11 casos válidos, lo que representa el 100% de los encuestados sin ningún caso excluido, como se detalla en la tabla 20 (Anexo F).

**Tabla 20.** Valoración del procesamiento de datos por juicio de expertos

Resumen de procesamientos de casos			
		N	%
Casos	Valido	11	100,0
	Excluido		0,0
	Total	11	100,0

*Nota:* Elaborado por la autora

El análisis arrojó un coeficiente de Alfa de Cronbach de 0.808, lo que indica que considerablemente “estable”. Esta valoración se obtuvo a partir de la valorización de los expertos quienes evaluaron el cuestionario compuesto por 11 preguntas con 5 alternativas basadas en la escala de Likert, como se muestra en la tabla 21.

**Tabla 21.** Fiabilidad del instrumento de juicios por expertos

Estadística de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
,808	4

*Nota:* Elaborado por la autora

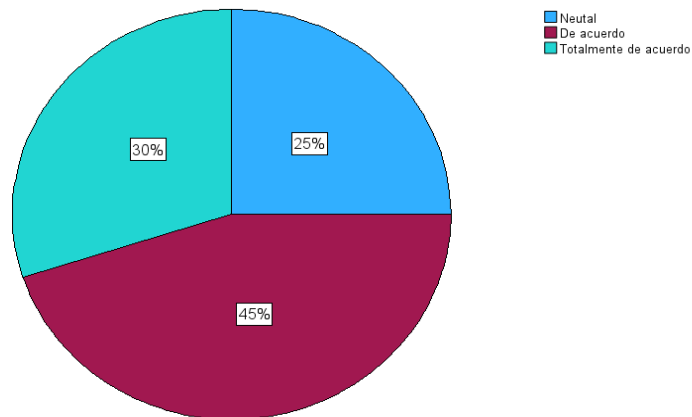
### 3.2.3.2 Análisis de resultados del censo

Se censó a 20 trabajadores de la empresa American Beverage Company Beveragcom S.A., a través de 11 preguntas, cuyos resultados fueron tabulados utilizando el software IBM SPSS Statistics, que proporcionaron datos valiosos para analizar y crear el modelado matemático de la red de distribución (Anexo C).

**Pregunta 1** ¿Considera que el tipo de servicio de transporte utilizando por la empresa para la distribución de botellones de agua es adecuado?

Se realizó un análisis que reveló que el 45% de los encuestados están acordes con el servicio de alquiler de transporte que utiliza la empresa, recalando aspectos que dan respuesta positiva con su experiencia, y a su vez el 25% de los obreros mantiene una postura imparcial, lo que propone que no perciben ventajas, ni desventajas significativas en el uso de arrendamiento del transporte. Finalmente, un 30% se muestra totalmente satisfecho con el servicio ofrecido, indicando que cumple con sus expectativas en términos de calidad, puntualidad y comodidad. Estos datos reflejan una diversidad de opiniones sobre el transporte que utiliza la empresa, aunque predomina las valoraciones positivas.

**Figura 21. Servicio de transporte**

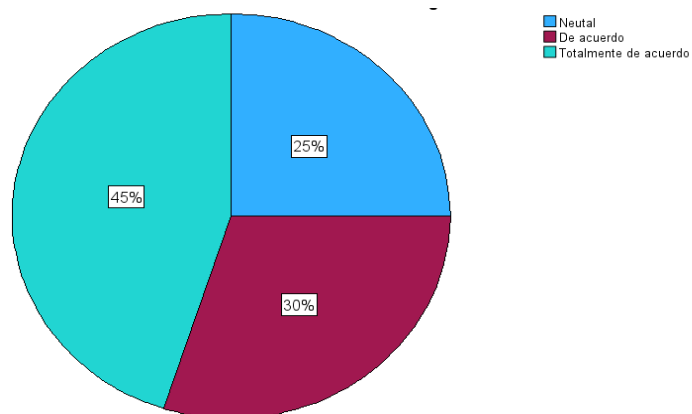


*Nota: Elaborado por la autora.*

**Pregunta 2** ¿Evalúa que la cantidad de camiones que tiene la empresa es suficiente para cubrir la demanda de distribución de botellones de agua?

Según el análisis se expresa que el 45% de los entrevistados está plenamente de acuerdo con la cantidad de camiones disponibles en la empresa, indicando que los vehículos actuales son suficientes para poder satisfacer apropiadamente la demanda de distribución. Posterior a esto, el 30% de las opiniones de los trabajadores es que están de acuerdo, pero con menos persuasión, mostrarse que están de acuerdo con el número de camiones que manejan. Para finalizar, el 25% de estos entrevistados mantiene una actitud neutral, lo que conlleva a divisar que ellos no tienen una diferencia clara entre el beneficio actual y posible mejoras. Los resultados nos proporcionan que se podría mejorar en diversos aspectos operativos en general, sobre todo en la capacidad de distribución, aunque existe un margen de mejora en la optimización de la logística.

**Figura 22. Cantidad de camiones**



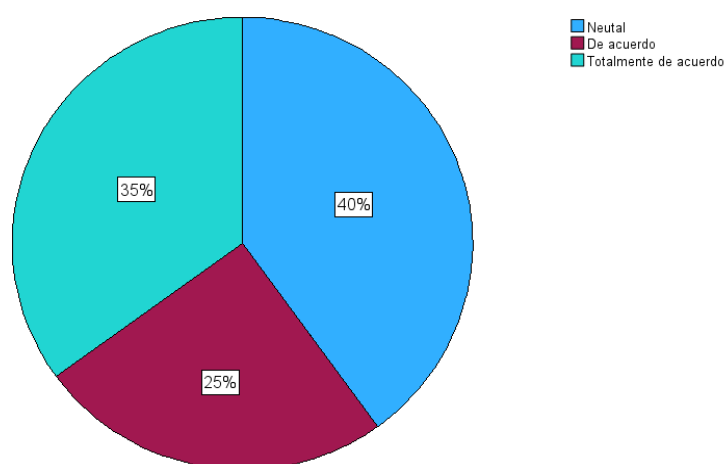
*Nota: Elaborado por la autora.*



**Pregunta 3** ¿Considera que flota de camiones es suficiente para llegar a todas las zonas de la provincia de Santa Elena donde se necesite entregar los botellones de agua?

Se observa que el 40% de los encuestados mantiene una posición neutral respecto a si la flota de camiones es suficiente para cubrir todas las zonas de la provincia de Santa Elena en la entrega de botellones de agua, Por su parte, el 35% está totalmente de acuerdo, indicando que considera la flota adecuada para cumplir con las demandas de distribución en la provincia, por consiguiente el 25 % de los participantes se muestra de acuerdo, aunque con menos convicción la cual sugieren que se podría mejorar para optimizar las entregas. Los resultados nos indican que la flota de camiones es adecuada, aunque una parte significativa mantiene una postura neutral, lo que podría existir oportunidades de mejora.

*Figura 23. Flota para satisfacer demanda*

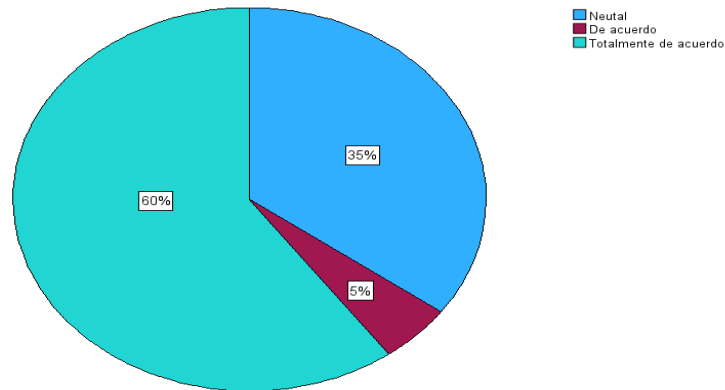


*Nota: Elaborado por la autora.*

**Pregunta 4** ¿Considera que la empresa necesita cubrir más puntos de venta para mejorar las zonas de distribución?

El 60% de los entrevistados está totalmente de acuerdo en que la empresa debe ampliar la cobertura de puntos de venta, mejorar la red de distribución por otro lado el 35% mantiene una respuesta de manera neutral, lo que se percibe en que no es urgente la expansión. Finalmente, el 5% está de acuerdo, indicando que apoya la idea de cubrir más puntos de venta. Estos resultados reflejan una fuerte inclinación hacia la expansión de la red de distribución en la región

**Figura 24. Puntos de distribución**

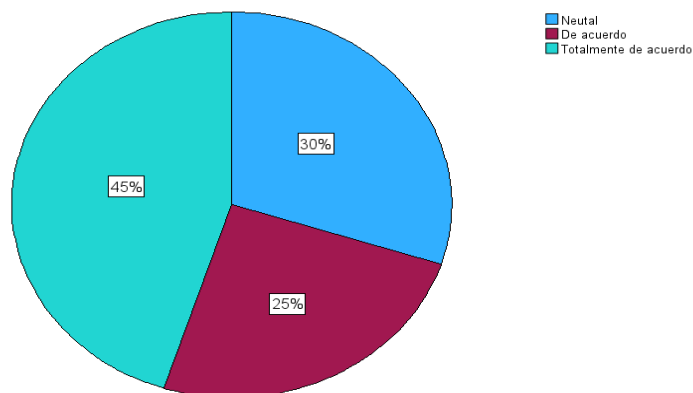


*Nota: Elaborado por la autora.*

**Pregunta 5** ¿Considera que la frecuencia con que la empresa distribuye los botellones de agua es apropiada para satisfacer las necesidades del cliente?

Los resultados indican que el 45% de los trabajadores considera adecuada la frecuencia con la que la empresa distribuye los botellones de agua destacando que las entregas diarias satisfacen las necesidades de los clientes. Un 30% de los encuestados expuso una postura neutral, sin mostrar una opinión marcada sobre la regularidad de las entregas, por último, el 25 % también está de acuerdo reconociendo que el servicio de distribución cumple con los requisitos. Los resultados reflejan que los trabajadores consideran satisfactoria la frecuencia de distribución, aunque algunos creen que la regularidad podría optimizarse para responder de mejor manera a la demanda.

**Figura 25. Frecuencia de distribución**



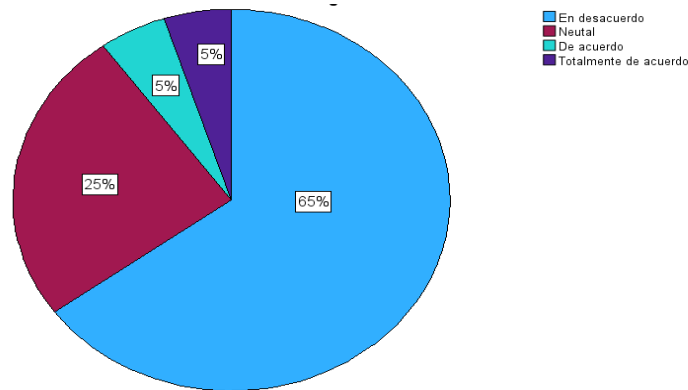
*Nota: Elaborado por la autora.*

**Pregunta 6** ¿Percibe que las rutas de distribución están optimizadas para minimizar los tiempos de entrega de botellones de agua?

El 65% de los encuestados está en desacuerdo con que las rutas de distribución estén optimizadas para reducir los tiempos de entrega lo que sugiere una percepción

general de ineficiencia en el proceso logístico, un 25% se mantiene neutral sin expresa una opinión clara al respeto. Mientras tanto el 5% está totalmente de acuerdo considerando que las rutas actuales cumplen sus objetivos de tiempos de entrega, y el otro 5% también de acuerdo, aunque con menos convicción. Estos resultados reflejan una preocupación mayorista por la falta de optimización en las rutas de distribución.

**Figura 26. Rutas de distribución**

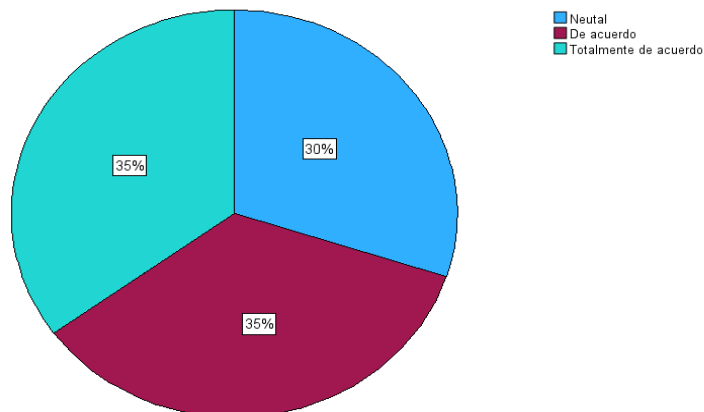


*Nota: Elaborado por la autora.*

**Pregunta 7** ¿Considera que los principales problemas durante la distribución de botellones de agua afectan de manera considerable la eficiencia operativa?

Los resultados reflejaron que el 35% de los encuestados está en total acuerdo que la mayor problemática es el tráfico y las malas condiciones en carretera que afectan negativamente la eficiencia operativa de la empresa. Otro 35% esta solo de acuerdo lo que los indica que hay un menor énfasis reconociendo el impacto de estos factores en el rendimiento. Para finalizar, el 30% de los participantes se mostró neutral. Estos resultados recalcan que una mayoría distingue estos problemas como obstáculos importantes para la eficiencia logística.

**Figura 27. Principales problemas de distribución**

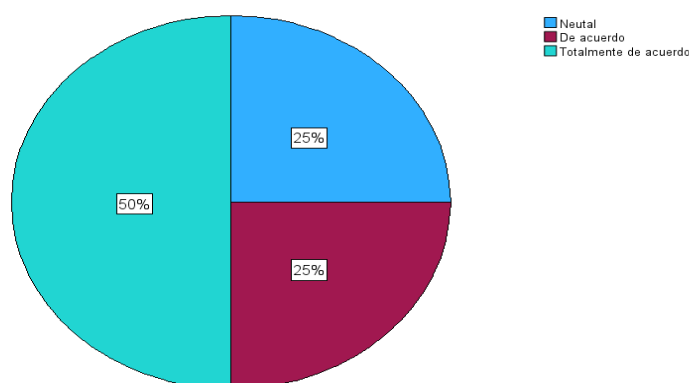


*Nota: Elaborado por la autora.*

**Pregunta 8** ¿Opina que los inconvenientes en la distribución de botellones de agua generan costos adicionales para la empresa?

El 50% de los participantes expresaron que están totalmente de acuerdo en que los inconvenientes surgidos durante la distribución de botellones de agua generan costos adicionales en la empresa. Un 25% de los encuestados también está de acuerdo, reconociendo el impacto financiero de estos problemas. Finalmente, el 25% restante se mantiene neutral, sin tomar una postura clara sobre si estos inconvenientes contribuyen a mayores costos operativos. Los resultados resaltan la percepción general de las dificultades en la distribución tienen un impacto económico significativo.

**Figura 28.** Costos adicionales por inconvenientes

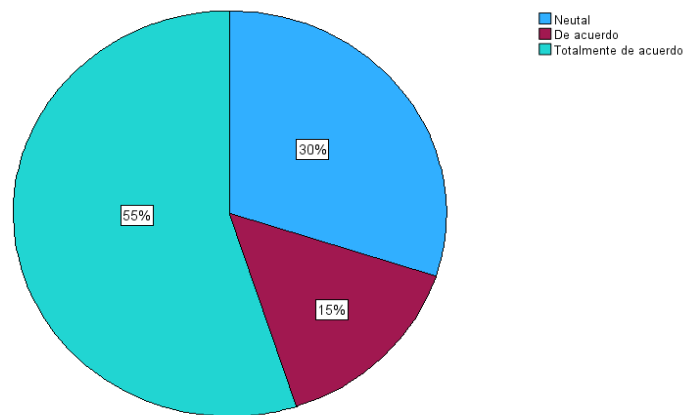


*Nota:* Elaborado por la autora.

**Pregunta 9** ¿Evalúa que los costos de transportar los botellones de agua desde la empresa hasta el centro de acopio son razonables?

El resultado de las encuestas nos dio un valor del 55% los cuales consideran que los costos asociados al transporte de botellones de agua desde la empresa American Beverage Company Beveragcom S.A. hasta los dos centros de acopio ubicados en el cantón La Libertas y en Santa Elena son razonables y adecuados, por otro lado, el 30% se mostró neutral, sin emitir una opinión clara respecto a los costos expresados, finalmente, el 15 % de los participantes está de acuerdo, sugiriendo que estos costos de transporte están justiciados. Estos resultados nos indican que la mayoría de los encuestados tiene claro que los costos de transporte son aceptables, aunque existe un porcentaje mínimo que muestra que esta de acuerdo con os costos que maneja la empresa.

**Figura 29. Costos de E a T**

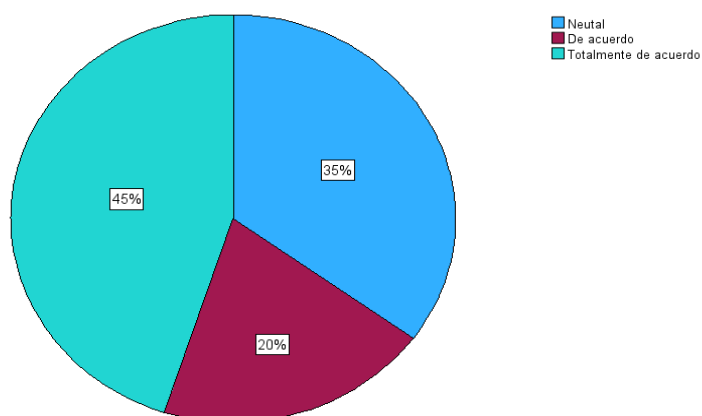


*Nota: Elaborado por la autora.*

**Pregunta 10** ¿Estima que los costos de transportar son elevados para la distribución los botellones de agua desde el centro de acopio hasta los clientes?

El 45% de los participantes están totalmente de acuerdo que los costos de distribución desde el centro de acopio hasta los clientes son elevados. Un 35% se mantiene neutral, sin tomar una postura clara sobre la razonabilidad de estos costos. Por último, el 20% está de acuerdo, aunque con menos convicción, indicando que reconocen que los costos son altos. Estos resultados sugieren que, si bien a una percepción de costos altos de distribución, también existe una variedad de opiniones entre los participantes.

**Figura 30. Costos de T a D**



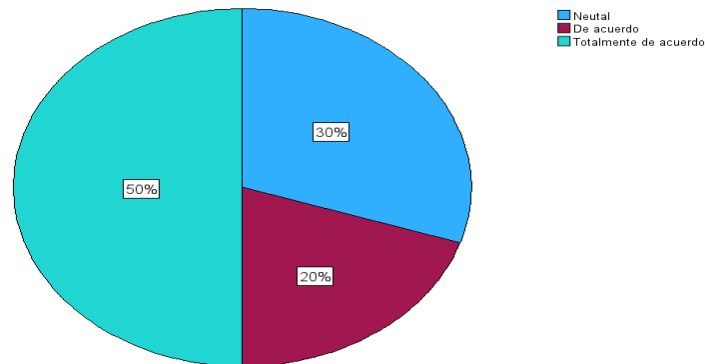
*Nota: Elaborado por la autora.*

**Pregunta 11** ¿Cree usted que es necesario diseñar e implementar un modelo de red logística para distribución de botellones de agua?

Como resultado del cuestionario refleja que el 50% de los trabajadores que se sometieron a la encuesta están completamente de acuerdo en que es necesario el poder diseñar un modelo de red para la distribución de agua purificada por medio de

botellones, el 30% mantiene una postura imparcial, y por último un 20% está de acuerdo, dando a pensar que los trabajadores si le ven valor en el diseño de un modelado de red de transbordo. Estas resoluciones muestran que hay una fuerte inclinación hacia la ejecución de un enfoque estructurado para mejorar las rutas de distribución para el reparto de botellones de agua.

**Figura 31.** Diseñar un modelo de red logística



*Nota:* Elaborado por la autora.

Los resultados del censo reflejan una percepción positiva general sobre el servicio de transporte de botellones de agua, aunque también resaltan áreas de mejora, como la optimización de las rutas y la suficiencia de la flota de camiones. Los empleados perciben desafíos externos significativos, como el tráfico y las condiciones de las carreteras, los cuales afectan la eficiencia operativa generan costos adicionales para la empresa. Existe un extenso reconocimiento de la necesidad de mejorar la distribución a través de un modelo logístico organizado, la mayoría de los encuestados está de acuerdo en una estrategia de mejora continua que optimice los procesos logísticos y desarrolle la eficiencia en la distribución, lo que sugiere que los trabajadores evalúan que un enfoque que apruebe reducir costos en la empresa y aumentar la puntualidad en las entregas, le beneficiaría en su productividad.

Mediante el censo que fue realizado mediante encuesta al personal del área administrativa y operativo de la empresa American Beverage Company Beveragecom S.A., se alcanzaron resultados tabulados que se muestran en la tabla 22. Estos resultados a identificar la situación actual de la empresa y los problemas que enfrentan. Asimismo, se recopilamos datos clave sobre la operación logística, incluyendo la percepción de los empleados acerca de si a la empresa cumple con la satisfacción del cliente, una información crucial para el desarrollo del modelo matemático propuesto, lo que va a permitir analizar la puntualidad en las entregas, además de evaluar los indicadores esenciales para el modelo.

**Tabla 22.** Tabulación de los datos obtenidos en el censo

Preguntas	Respuestas					Total
	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Neutral	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	
<b>P1</b>	6	9	4	1	0	20
<b>P2</b>	9	6	3	2	0	20
<b>P3</b>	7	5	8	0	0	20
<b>P4</b>	12	1	7	0	0	20
<b>P5</b>	9	5	4	2	0	20
<b>P6</b>	11	2	7	0	0	20
<b>P7</b>	7	7	6	0	0	20
<b>P8</b>	10	5	4	1	0	20
<b>P9</b>	11	3	5	1	0	20
<b>P10</b>	9	4	7	0	0	20
<b>P11</b>	10	4	4	2	0	20
<b>Total</b>	<b>101</b>	<b>47</b>	<b>59</b>	<b>9</b>	<b>0</b>	<b>220</b>

*Nota:* Elaborado por la autora.

Se presenta la matriz de tabulación general de las once preguntas formuladas en el censo aplicado. Todas las 20 personas incluidas en la organización para la realización del instrumento fueron censadas lo que permite obtener datos estadísticos más representativos de la realidad. La ponderación de estos datos facilito el análisis de fiabilidad y validez del instrumento utilizando un software estadístico (Anexo H)

Los resultados tabulados corresponden a los trabajadores de los distintos departamentos de la empresa American Beverage Company Beveragecom S.A. reflejaron 20 casos válidos, lo que representa el 100% de los encuestados sin ningún caso excluido, como se detalla en la tabla 23.

**Tabla 23.** Valoración del procesamiento de datos

Resumen de procesamientos de casos			
		N	%
Casos	Valido	20	100
	Excluido*	0	0,0
	<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>100,0</b>

*Nota:* Elaborado por la autora.

La confiabilidad del alfa de Cronbach (sección 3.2.2.) se calculó a partir de los datos tabulados utilizando el software IBM, obteniendo un coeficiente adecuado lo que confirma que la calificación de los datos se realizó de manera efectiva. La evaluación del cuestionario obtenida a través del coeficiente con un valor total de 0,942. Según

los criterios de confiabilidad, este valor se considera “eficiente”. Este resultado se basa en el procedimiento del cuestionario compuesto por once preguntas y 5 alternativas de respuesta, como se muestra en la tabla 24 (Anexo J)

**Tabla 24.** *Fiabilidad del instrumento*

Estadística de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
0,942	11

*Nota:* Elaborado por la autora.

### 3.2.4 Resultados de la entrevista

#### 3.2.4.1 Fiabilidad del instrumento de la entrevista

Los expertos evaluaron cada pregunta de la entrevista utilizando la escala de Likert, la cual nos va a permitir medir el grado de acuerdo y desacuerdo de las preguntas, con un valor que va desde 1, que significa totalmente desacuerdo, hasta 5, que representa totalmente de acuerdo. Este enfoque ayuda a obtener información clara sobre las opiniones y percepciones de los expertos, como se muestra en la tabla 25 (Anexo E).

**Tabla 25.** *Puntuación de los expertos para entrevista*

Puntuación de expertos								
Preguntas	Puntos					Suma	Promedio	Validación Si/no
		N° de preguntas	Expertos	1	2			
P1	Calificación	4	5	4	4	17	3,4	Si
P2	Calificación	5	4	5	5	19	3,8	Si
P3	Calificación	5	5	5	5	20	4	Si
P4	Calificación	5	5	5	5	20	4	Si
P5	Calificación	5	5	5	5	20	4	Si
P6	Calificación	5	5	5	5	20	4	Si
P7	Calificación	5	5	5	5	20	4	Si

*Nota:* Elaborado por la autora

Los resultados obtenidos de la valoración realizada por una comisión de cuatro expertos sobre una entrevista de puntas cerradas, compuesta por casos válidos, representan el 100% en la empresa American Beverage Company Beveragecom S.A. asegurando que la información a recopilarse es válida, como se muestra en la tabla 26.



**Tabla 26.** Valoración del procesamiento de datos por juicio de expertos

Resumen de procesamientos de casos			
		N	%
Casos	Valido	7	100,0
	Excluido		,0
	<b>Total</b>	<b>7</b>	<b>100,0</b>

*Nota:* Elaborado por la autora

Se consiguió un coeficiente Alfa de Cronbach de 0.888, lo que se atribuye un nivel constante de consistencia interna. Este resultado proviene de la evaluación realizada por los cuatro expertos, a partir de una entrevista que consta de 7 preguntas con respuesta vierta. El análisis fue realizado a acabo utilizando el software Rstudios, lo que permitió validar información de manera efectiva, como se expresa en la tabla 27 (Anexo K).

**Tabla 27.** Fiabilidad del instrumento de juicios por expertos

Estadística de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
,888	4

*Nota:* Elaborado por la autora

#### **3.2.4.2 Análisis de resultados de la entrevista**

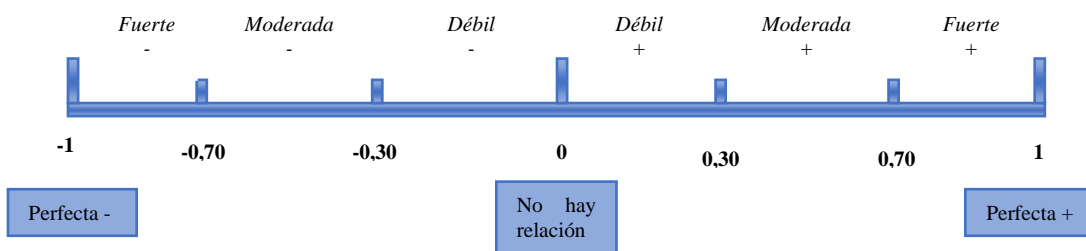
Para obtener información necesaria para la investigación se llevó a cabo una entrevista con el Sr. Albarracín Narváez Jorge, gerente general de American Beverage Company Beveragecom S.A. ubicado en el cantón La Libertad, Santa Elena. El objetivo fue recopilar datos sobre la logística de distribución de los botellones de agua purificada

Las preguntas del cuestionario fueron abiertas, permitiendo al entrevistado expresar sus perspectivas de manera detallada (Anexo D). Según la información obtenida, la empresa se dedica a la purificación y distribución de agua embotellada, y actualmente opera una planta de procesamiento ubicada en La Libertad, sector Eleodoro Solorzano, conjuntamente con dos centros de distribución, ubicados en el cantón Santa Elena. Dentro de la aceptación en el mercado, la empresa distribuye a 20 puntos de venta en la provincia: 12 en Santa Elena, 5 en Libertad y 3 en Salinas, alcanzando una demanda aproximada de 5,400 botellones por semana. Los costos de transporte oscilan entre \$50.00 y \$85.00 diarios entre los centros de distribución y los destinos. La empresa aun no cuenta con un sistema de distribución optimizado, por lo que maneja las rutas de manera aleatoria, sin un plan establecido para el ruteo.

### 3.2.5 Correlación de las variables

Para llevar a cabo el análisis estadístico utilizando del coeficiente de compensación de Pearson, primero se estableció una relación entre las dos variables que se están investigando. El coeficiente de compensación de Pearson es un indicador que mide tanto la normalidad como la fuerza de la compensación entre variables aplicándose únicamente a variables de tipo cuantitativo (Fiallos, 2021). Por su parte Santabárbara, (2019) afirma que el método preciso para realizar una análisis de varianza como muestras menos de 30 observaciones ( $n < 30$ ), indica que cuando  $r = 1$ , hay una relación positiva entre las variables aceptando la hipótesis alternativa. Por lo contrario, cuando  $r = -1$ , la relación es negativa lo que sugiere una relación opuesta entre variables. Para facilitar la comprensión, la figura 32 muestra una representación de la interpretación del coeficiente de compensación de Pearson.

**Figura 32.** *Fiabilidad del instrumento*



**Nota:** *Elaborado por la autora basado en (Santabárbara, 2019).*

- Si  $r = 0$  no existe semejanza entre las variables.
- Si  $0 < r < 0.30$  = débil correlación.
- Si  $0.30 \leq r < 0.70$  = existe correlación moderada.
- Si  $0.70 \leq r < 1$  = existe una correlación fuerte.
- Si  $r = \pm 1$  = perfecta correlación

Una vez calculada esta evaluación, se procede a realizar mediante el coeficiente de correlación de Pearson la formulación de la hipótesis nula, que afirma que no existe una relación significativa entre las variables, y la hipótesis alternativa, que sugiere la existe una relación entre ellas.

**VI:** Red de distribución

**VD:** Minimización de costos

**Hipótesis nula (H<sub>0</sub>):**

El modelo de red logística para la distribución de botellones de agua no influye en la minimización de costos en la empresa American Beverage Company Beveragcom S.A. emplazado en el cantón La Libertad, provincia de Santa Elena.

### Hipótesis alternativa (Ha):

El modelo de red logística para la distribución de botellones de agua influye en la minimización de costos en la empresa American Beverage Company Beveragecom S.A. ubicado en el cantón La Libertad, provincia de Santa Elena.

### Comprobación de hipótesis con la correlación de Pearson

La hipótesis es esencial para poder analizar y para evitar errores al formular supuestos, tal como lo menciona en su investigación (Amaiquema-Marquez et al., 2019). Este proceso va a permitir una mejor alineación con los objetivos de la investigación. Para comprobar la hipótesis, se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson que interviene con una medida para poder determinar si existe la relación entre las variables. Además este coeficiente es ampliamente en estudios técnicos, según lo señalado por (Hernández-Lalinde et al., 2018).

De acuerdo con Zuñiga et al., (2021), una interpretación adecuada del coeficiente de correlación de Pearson analizó tanto el valor del coeficiente como la significancia estadística asociada a dicho (valor p). Un coeficiente cercano a 1 sugiere una correlación positiva fuerte mientras que valores próximos a 0 indican una correlación débil. Además, para que los resultados sean considerados estadísticamente significativos el valor p debe ser inferior a 0,05.

Se presenta el análisis de correlación de Pearson, donde se obtuvo un coeficiente de 0.876, lo que reflejó una correlación fuerte entre las variables estudiadas. Asimismo, el valor de significancia estadística fue  $p = 000$  lo que corrobora que la relación observada entre las variables es significativa desde un punto de vista estadístico, como se muestra en la tabla 31 (Anexo L).

**Tabla 28.** Coeficiente de correlación de Pearson

Correlaciones			
		VI	VD
VI	Correlación de Pearson	1	,876**
	Sig. (bilateral)		,001
	N	20	20
VD	Correlación de Pearson	,876**	1
	Sig. (bilateral)	,001	
	N	20	20

**Nota:** Elaborado por la autora.

A partir de lo presentado se confirma la existencia de una fuerte correlación entre las variables independiente y dependiente, respaldada por un alto índice de confiabilidad. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se acepta la hipótesis alternativa ( $H_a$ ), la cual establece lo siguiente: *El modelo de red logística para la distribución de botellones de agua influye en la minimización de costos en la empresa American Beverage Company Beveragcom S.A. emplazado en el cantón La Libertad, provincia de Santa Elena.*

### **3.2.6 Diagnostico situacional**

La empresa produce 4,500 botellones de agua purificada por semana los cuales se almacenan en dos centros de distribución sin una planificación estructurada. El costo semanal de transporte desde la planta hasta los centros de distribución es de \$5 mientras que los costos de distribución desde estos centros hacia los 20 clientes ascienden a \$80, un mal manejo de las rutas hace que los costos de transporte asciendan causando que tengan retrasos en los tiempos de entregas. Todo el proceso se realiza en función de la demanda de cada cliente, con ambos centros de almacenamiento enviando el producto a los clientes que lo soliciten.

### **3.3. Propuesta de mejora para la distribución de la empresa**

#### **Fase 1: Identificación de los problemas existentes**

Para poder identificar los problemas que se presentan en la red de distribución de la empresa, se llevó a cabo el cuestionario y entrevista que nos facilitó información de las entregas diarias que la compañía realiza, utilizando cuatro vehículos para suministrar a los centros de distribución ubicados en diferentes áreas de la provincia de Santa Elena. Para el traslado desde los centros de distribución hacia los puntos de venta, se utilizan los mismo cuatro vehículos, en donde cada uno de estos consta con una capacidad de transportar desde 2,5 hasta 9 toneladas. Los costos de transbordo desde la empresa hasta los almacenamientos de distribución oscilan entre \$70,00 y \$80,00. Estos vehículos son alquilados por la empresa y la cantidad de botellones de agua transportados depende de la demanda de cada cliente. El precio de venta al público es de \$1,50 por botellón y cada centro de distribución tiene una capacidad de almacenar de 5,400 botellones por semana lo que genera un valor bruto de \$ 25.850,00.

#### **Fase 2: Diagnostico de sistema de distribución**

Con base en los resultados obtenidos, la distribución de agua purificada en botellones desde los centros de almacenamiento se realiza según la demanda del

producto. El vehículo disponible en cada centro de distribución es responsable de llevar a cabo las rutas asignadas, asegurando el abastecimiento de los puntos de venta. Al implementar la modelación y simulación de la red de distribución se logra reducir los costos de transporte, lo que resalta la importancia de desarrollar un modelo matemático para que la empresa pueda atender a todos sus clientes, cumpliendo con la oferta y demanda dentro de los horarios establecidos, lo que contribuirá a la eficiencia económica de la empresa.

### **Clientes y ubicación**

La empresa se dedica al procesamiento y distribución de botellones de agua, cuenta con dos centros de distribución y almacenamiento en Santa Elena (atrás de tecnicentro llantas express) y La Libertad (diagonal a Automotriz Pérez). Desde estos centros, se dirige la distribución hacia los 20 puntos de venta, según la demanda, como se detalla en la tabla 29.

*Tabla 29. Puntos de venta de los productos.*

<b>N°</b>	<b>Clientes (Provincia Santa Elena)</b>	<b>N°</b>	<b>Clientes (Provincia Santa Elena)</b>
<b>1</b>	Ayangue	<b>11</b>	Eugenio Espejo
<b>2</b>	Montañita	<b>12</b>	Zacachun
<b>3</b>	Salango	<b>13</b>	Muey
<b>4</b>	Punta Blanca	<b>14</b>	Ancón
<b>5</b>	Chanduy	<b>15</b>	Sindicato de Sales
<b>6</b>	Esperanza	<b>16</b>	San Pablo
<b>7</b>	Eloy Alfaro	<b>17</b>	La Rinconada
<b>8</b>	Santa Elena	<b>18</b>	Enrique Gallo
<b>9</b>	El Tambo	<b>19</b>	Anconcito
<b>10</b>	Olón	<b>20</b>	Ballenita

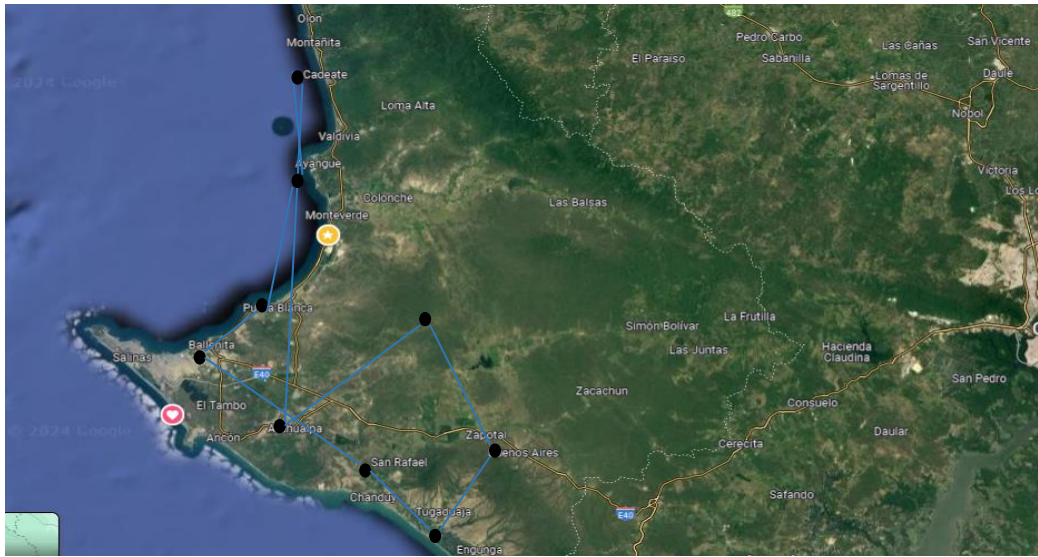
*Nota: Elaborado por la autora.*

### **Rutas**

La empresa American Beverage Company Beveragecom S.A. carece de rutas de distribución preestablecidas, lo cual implica que la entrega a los distintos puntos de localización se realiza de forma aleatoria y en función de la cantidad demandada. En muchas organizaciones, la implementación de un sistema de monitoreo en tiempo real dentro de la cadena de distribución aporta beneficios importantes a la gestión logista, permitiendo optimizar el rendimiento operativo, reducir los errores de entrega mejorar la panificación.

La figura 33 presenta los puntos de intermediación y destinos de la empresa de botellones de agua en el cantón Santa Elena, donde la ruta de entrega varía de acuerdo con el flujo de pedidos y la disponibilidad de producto en cada punto de distribución.

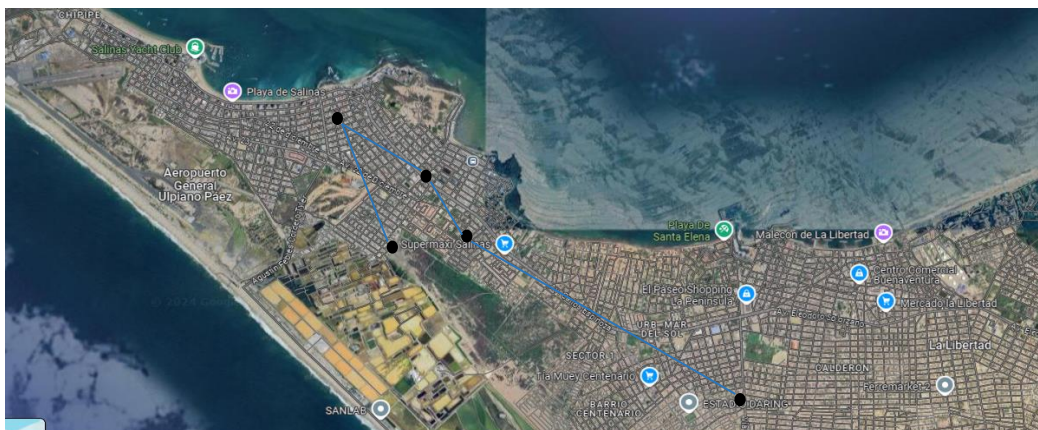
**Figura 33.** *Rutas de puntos destinos- Santa Elena*



*Nota:* Elaborado por la autora.

La figura 34 representa cada uno de los destinos de entrega que la empresa purificadora y embotelladora de agua en el cantón Salinas utilizan para realizar sus entregas diarias. Estos puntos de los clientes finales representan áreas claves donde la demanda de productos es significativa, por lo que su provisión forma parte fundamental de la estrategia de distribución en dichos puntos.

**Figura 34.** *Rutas de puntos destinos- Salinas*



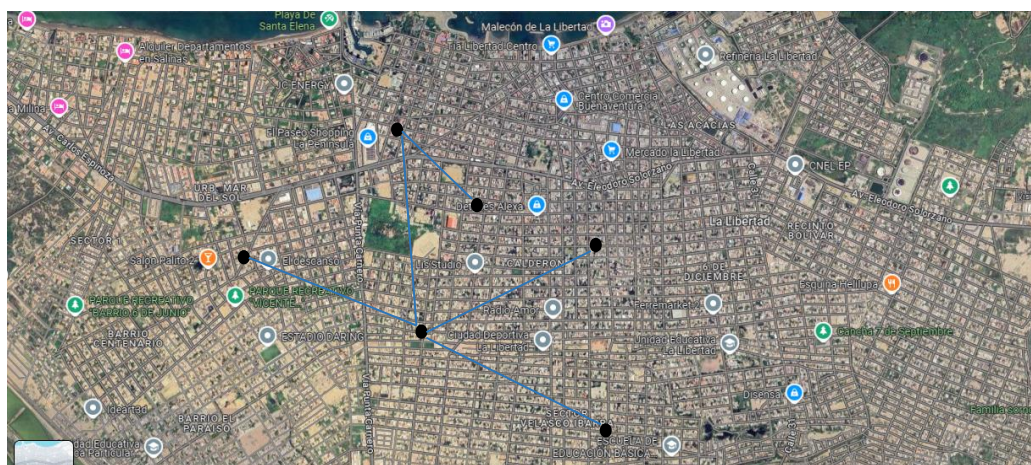
*Nota:* Elaborado por la autora.

La figura 35 ilustra los puntos de venta que realizan en el centro cantonal los trabajadores de la empresa de agua purificada. Dado que la planta de producción se halla en el mismo cantón, los puntos de entrega reciben un abastecimiento de manera



casi inmediata, lo que permite que sean prioritarios con una disponibilidad contigua de productos para los clientes de la zona.

**Figura 35. Rutas de puntos destinos- La Libertad**



*Nota: Elaborado por la autora.*

La tabla 30 muestra las distancias, en kilómetros, entre los puntos de origen y los nodos intermedios, y desde estos hasta los destinos finales. Este desglose detallado de las rutas de distribución permite una comprensión precisa de las trayectorias que recorren los productos, facilitando la planificación logística.

**Tabla 30. Distancia de los diferentes nodos**

Origen	Centro de distribución	Distancia
Planta purificadora y distribuidora de agua	Santa Elena (atrás de tecnicentro llantas express)	1,8 km
	La Libertad (diagonal Automotriz Pérez)	5,3 m
Centro de distribución	Cliente	Distancia
Santa Elena (Atrás de tecnicentro llantas express)	Santa Elena	130,7 km
	La Libertad	4,2 km
	Salinas	11,7 km
La Libertad (Diagonal Automotriz Pérez)	Santa Elena	7,8 km
	La Libertad	8,3 km
	Salinas	3,4 km

*Nota: Elaborado por la autora.*

La empresa asigna semanalmente entre \$5,00 y \$ 10,00 para cubrir el costo de transporte de su producto desde la planta purificadora y distribuidora ubicada en avenida Eleodoro Solorzano hacia los puntos de distribución en los cantones de Santa Elena y La Libertad. A su vez, destina entre \$50,00 y \$60,00 para la entrega desde estas sucursales hacia 20 puntos de venta, como tiendas y minimarkets.

Estos componentes representan gastos mensuales que son esenciales para asegurar la eficiencia de las operaciones logísticas, como se muestra en la tabla 33.

**Tabla 31.** Datos de la empresa.

Descripción	Valor mensual (USD)
Salario	\$ 460,00
Viáticos	\$ 6,00
Alquiler	\$ 800,00
Costos adicionales	\$ 3,26

*Nota:* Elaborado por la autora.

En base, a los datos recolectados los empleados valoran la importancia de disminuir los costos de transporte a través de la aplicación de métodos matemáticos adaptados a la situación actual de la empresa American Beverage Company Beveragem S.A. Reconocen que, además de minimizar los costos, la implementación de un modelo de transporte puede mejorar la productividad, elevar los estándares de calidad y fortalecer la capacidad de respuesta hacia los clientes, contribuyendo así una gestión logística eficiente y alineada con los objetivos.

### **Fase 3: Diseño de la red de distribución**

Se presentó la producción semanal de la planta American Beverage Company Beveragem S.A., ubicada en La Libertad, los puntos de distribución tomando como referencia las sucursales en los cantones de Santa Elena y La Libertad, el número de puntos de venta distribuidos en las tres zonas de la provincia. Los datos brindados por el gerente Sr. Albarracín Narváez. Donde se proyecta la situación actual de la empresa, sin embargo, la creciente demanda del producto ha llevado a un incremento en el consumo, lo cual puede influir en la cantidad de producción, los costos de transporte, el precio del producto, otras variables, ajustándose conforme cambian condiciones del mercado, se muestra en la tabla 34.

**Tabla 32.** Puntos de distribución y venta de la empresa

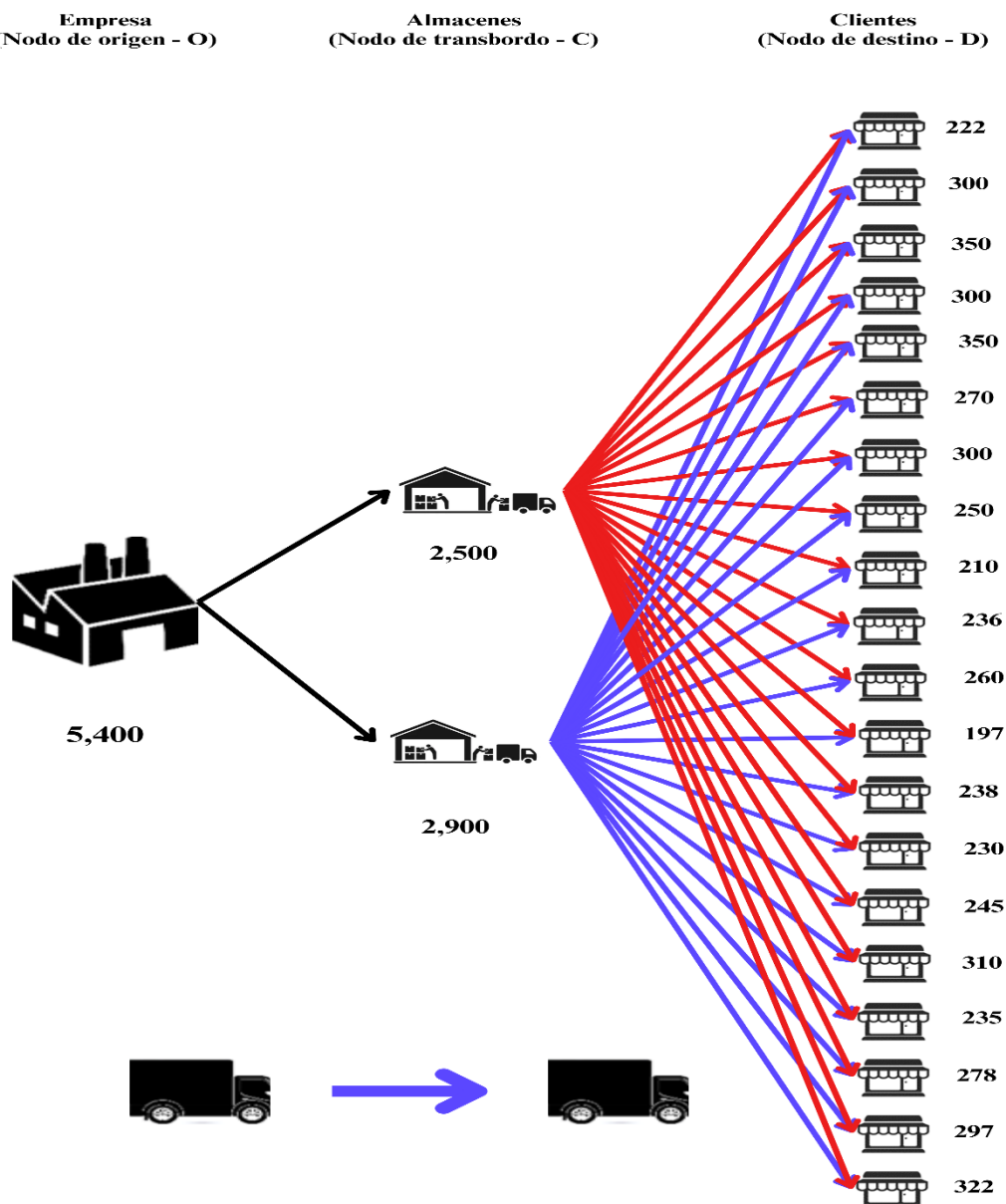
Punto de producción	Producción de botellones de agua (semanales)	Puntos de distribución y capacidad	Puntos de destino
Empresa	5,400 unidades (botellones de agua)	Santa Elena (2,500) La Libertad (2,900)	Santa Elena: 9 puntos de venta La libertad: 6 puntos de venta Salinas: 5 puntos de venta

*Nota:* Elaborado por la autora.



La empresa American Beverage Company Beveragecom S.A. emplazado en el cantón La Libertad, provincia de Santa Elena, cuenta con una unidad productiva denominada nodos de origen (O1). Los almacenes temporales se sitúan en los llamados nodo intermedio o de transbordo (C1 y C2) cuya ubicación se determina por costos de transporte (i, j). Desde estos nodos intermedios, el laboratorio distribuye sus productos a los puntos de entrega finales, conocidos como nodos de destino (D1, D2, ..., D20). Se consideran también los costos de transporte (j, k) desde los nodos de transbordo hasta los puntos de destino final. La figura 36 muestra detallada el flujo de distribución desde el nodo de origen de la empresa procesador a y purificadora de agua, pasando por almacenes temporales, hasta llegar a los clientes finales.

**Figura 36.** Método logístico de la empresa American Beverage Company Beveragecom S.A.



*Nota: Elaborado por la autora.*

Se presentan los costos de transporte semanales que se originan desde la planta purificadora y embotelladora de agua (nodo de origen O) hacia los dos centros de distribución (nodos de transbordo T1 y T2) de la empresa, los cuales están ubicados en la provincia de Santa Elena y La Libertad, plasmados en la tabla 35.

**Tabla 33.** Costos de transporte de planta a aamacen

Empresa	Centros de distribución	
	T1	T2
O	\$ 3,00	\$ 2,00

*Nota: Elaborado por la autora.*

Se muestran los costos de transbordo semanales generados desde cada uno de los centros de almacenamiento (nodos de transbordo T1 y T2) hacia los 10 clientes o puntos de venta (nodos de destino D1, D2, D3.....D10) distribuidos en diversos sectores de la provincia de Santa Elena. Estos costos reflejan la logística necesaria para abastecer a los clientes finales, garantizando que el producto llegue a tiempo a cada destino según la demanda existente como se muestra en la siguiente tabla 36.

**Tabla 34.** Costos de transporte de almacén a cliente

Nodo de Transbordo	Costos de distribución de almacenes a clientes \$USD									
	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10
C1	\$ 1,00	\$ 2,00	\$ 1,00	\$ 1,00	\$ 2,00	\$ 2,00	\$ 1,00	\$ 1,00	\$ 3,00	\$ 3,00
C2	\$ 3,00	\$ 2,00	\$ 1,00	\$ 2,00	\$ 3,00	\$ 1,00	\$ 1,00	\$ 2,00	\$ 3,00	\$ 1,00

Nodo de Transbordo	Costos de distribución de almacenes a clientes \$USD									
	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D20
C1	\$ 2,00	\$ 1,00	\$ 2,00	\$ 1,00	\$ 3,00	\$ 3,00	\$ 2,00	\$ 2,50	\$ 2,20	\$ 2,00
C2	\$ 3,00	\$ 2,00	\$ 1,00	\$ 3,00	\$ 2,00	\$ 1,00	\$ 1,00	\$ 1,00	\$ 1,00	\$ 1,00

*Nota: Elaborado por la autora.*

#### **Fase 4: Modelo y simulación de la red logística**

A través de la revisión integradora de la literatura, se desarrolló un modelo matemático de transbordo utilizando programación lineal, basado en el artículo de (Pucha-Medina et al., 2023). Este modelo está compuesto por el nodo de origen (O), el nodo de transbordo (T1), y los arcos que representan el sentido y dirección.

La simulación y el análisis de los resultados para la red logística de distribución de la empresa American Beverage Company Beveragcom S.A., se llevará a cabo utilizando el software Lingo 20.0 como se detalla en la sección 3.3.1. La función

objetiva del modelo está enfocada en la minimización de los costos totales de distribución de los botellones de agua de la empresa, se describe mediante la siguiente ecuación.

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

**Sujeto a:**

$$\sum x_{ij} \leq S_j \text{ Nodos de origen}$$

$$\sum x_{ij} \geq 0 \text{ Nodos de transbordo}$$

$$\sum \geq d_i \text{ Nodos de demanda}$$

**Donde:**

*m*: cantidad de orígenes

*n*: cantidad de destino

$x_{ij}$  = Cantidad de unidades a enviar desde origen *i* a destino *j*

$C_{ij}$  = Cantidad de transporte por semana desde origen *i* al destino *j*

$S_i$  = Oferta del origen *i*

$d_j$  = Demanda del destino *j*

**Datos del problema:**

*i* = 1 Empresa

*j* = 1,2 almacén o centro de distribución

*k* = 1,2,3, ...,20 clientes

$C1_{ij}$  = Costo de transporte por semana desde origen *i* a destino *j*

$C2_{jk}$  = Costo de transporte por semana desde destino *j* cliente *k*

$x_{ij}$  = Cantidad de unidades a enviar desde origen *i* a destino *j*

$y_{jk}$  = Cantidad de unidades enviadas de destino *j* a los clientes *k*

Oferta<sub>*i*</sub> = 5400 unidades semanales

Capacidad<sub>*j*</sub> = ( 2500 2900)

Demanda<sub>*k*</sub> = (222 300 350 270 300 350 270 300 250 210 236 260 197 238  
230 245 310 235 278 297 322)

**Definición de las variables**

$x_{1.1}$  = Cantidad de unidades enviadas de la empresa al centro de distribución 1

$x_{1.2}$  = Cantidad de unidades enviadas de la empresa al centro de distribución 2

$y_{1.1}$  = Cantidad de unidades enviadas del centro de distribución 1 al cliente 1

$y_{1.2}$  = Cantidad de unidades enviadas del centro de distribución 1 al cliente 2

$y_{1.3}$  = Cantidad de unidades enviadas del centro de distribución 1 al cliente 3

$y_{1.20}$  = Cantidad de unidades enviadas del centro de distribución 1 al cliente 20

$y_{2.1}$  = Cantidad de unidades enviadas del centro de distribución 2 al cliente 1

$y_{2.2}$  = Cantidad de unidades enviadas del centro de distribución 2 al cliente 2

$y_{2.3}$  = Cantidad de unidades enviadas del centro de distribución 2 al cliente 3

$y_{2.10}$  = Cantidad de unidades enviadas del centro de distribución 2 al cliente 20

### **Función objetivo del problema de ruteo de vehículo con múltiples depósitos**

$$\text{Minimizar} = \sum_{i=1}^1 \sum_{j=1}^2 \text{Costos1}_{ij} * x_{ij} + \sum_{j=1}^2 \sum_{k=1}^{20} \text{Costos2}_{jk} * y_{jk}$$

$$\begin{aligned} \text{Minimizar} = & C_{1.1} * x_{1.1} + C_{1.2} * x_{1.2} + C_{1.1} * y_{1.1} + C_{1.2} * y_{1.2} + C_{1.3} * y_{1.3} + C_{1.4} * y_{1.4} \\ & + C_{1.5} * y_{1.5} + C_{1.6} * y_{1.6} + C_{1.7} * y_{1.7} + C_{1.8} * y_{1.8} + C_{1.9} * y_{1.9} + C_{1.10} * y_{1.10} + C_{2.1} * y_{2.1} \\ & + C_{2.2} * y_{2.2} + C_{2.3} * y_{2.3} + C_{2.4} * y_{2.4} + C_{2.5} * y_{2.5} + C_{2.6} * y_{2.6} + C_{2.7} * y_{2.7} + C_{2.8} * y_{2.8} \\ & + C_{2.9} * y_{2.9} + C_{2.10} * y_{2.10} + C_{1.11} * x_{1.11} + C_{1.12} * x_{1.12} + C_{1.13} * y_{1.13} + C_{1.14} * y_{1.14} \\ & + C_{1.15} * y_{1.15} + C_{1.16} * y_{1.16} + C_{1.17} * y_{1.17} + C_{1.18} * y_{1.18} + C_{1.19} * y_{1.19} + C_{1.20} * y_{1.20} \\ & + C_{2.11} * y_{2.11} + C_{2.12} * y_{2.12} + C_{2.13} * y_{2.13} + C_{2.14} * y_{2.14} + C_{2.15} * y_{2.15} + C_{2.16} * y_{2.16} \\ & + C_{2.17} * y_{2.17} + C_{2.18} * y_{2.18} + C_{2.19} * y_{2.19} + C_{2.20} * y_{2.20} \end{aligned}$$

### **Restricciones:**

#### **Restricciones de la oferta:**

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

$$x_{1.1} + x_{1.2} \leq 5.400$$

#### **Restricciones de demanda**

$$\sum_{i=1}^{20} X_j \leq \text{demanda } k$$

Las restricciones de la demanda máxima que pueden cubrirlos 20 puntos de venta (nodos de destino D) desde los centros de almacenamiento nodos de transbordo T1 Y T2). Estas limitaciones aseguran que cada centro distribuya la cantidad adecuada de productos, respetando la capacidad máxima asignada para cada sucursal como se muestra en la tabla 37.

**Tabla 35. Restricciones de la demanda**

$y_{1.1} + y_{2.1} = 222$	$y_{1.11} + y_{2.11} = 260$
$y_{1.2} + y_{2.2} = 300$	$y_{1.12} + y_{2.12} = 197$
$y_{1.3} + y_{2.3} = 350$	$y_{1.13} + y_{2.13} = 238$
$y_{1.4} + y_{2.4} = 300$	$y_{1.14} + y_{2.14} = 230$
$y_{1.5} + y_{2.5} = 350$	$y_{1.15} + y_{2.15} = 245$
$y_{1.6} + y_{2.6} = 270$	$y_{1.16} + y_{2.16} = 310$
$y_{1.7} + y_{2.7} = 300$	$y_{1.17} + y_{2.17} = 235$
$y_{1.8} + y_{2.8} = 250$	$y_{1.18} + y_{2.18} = 278$
$y_{1.9} + y_{2.9} = 210$	$y_{1.19} + y_{2.19} = 297$
$y_{1.10} + y_{2.10} = 236$	$y_{1.20} + y_{2.20} = 322$

### Equilibrio de centros de distribución

$$x_{1.1} = y_{1.1} + y_{1.2} + y_{1.3} + y_{1.4} + y_{1.5} + y_{1.6} + y_{1.7} + y_{1.8} + y_{1.9} + y_{1.10}$$

$$0 = y_{1.1} + y_{1.2} + y_{1.3} + y_{1.4} + y_{1.5} + y_{1.6} + y_{1.7} + y_{1.8} + y_{1.9} + y_{1.10}$$

$$x_{2.1} = y_{2.1} + y_{2.2} + y_{2.3} + y_{2.4} + y_{2.5} + y_{2.6} + y_{2.7} + y_{2.8} + y_{2.9} + y_{2.10}$$

$$0 = y_{2.1} + y_{2.2} + y_{2.3} + y_{2.4} + y_{2.5} + y_{2.6} + y_{2.7} + y_{2.8} + y_{2.9} + y_{2.10}$$

#### 3.3.1. Solución del modelo matemático

Para la simulación del modelo matemático de programación lineal con transbordo en la red de distribución, se empleó la versión 20.0 de un software especializado. Con los datos obtenidos, se procederá al análisis de los resultados. La figura 37 ilustra la estructura del modelo, identificado variables como costos, capacidad, demanda y producción, lo cual permite el desarrollo de las ecuaciones y restricciones necesarias, con el objetivo de optimizar y reducir los costos de distribución para la empresa.

**Figura 37.** Solución del modelado en la programación Lingo 20.0

```

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

DATA:

!Valor de los atributos;
OFERTA =5400;
CAPACIDAD =2500 2900;
DEMANDA =222 300 350 300 350 270 300 250 210 236 260 197 238 230 245 310 235 278 297 322;
COSTO1 =3 2;
COSTO2 =1 2 1 1 2 2 1 1 3 3 2 1 2 1 3 3 2 2 2 2
        3 2 1 2 3 1 1 2 3 1 3 2 1 3 2 1 1 1 1 1;
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 (TRANSBORDO (J) :CANTIDAD1 (I, J) )<=OFERTA (I) );

!Restriccion por demanda;
@FOR (DESTINO (K) :@SUM (TRANSBORDO (J) :CANTIDAD2 (J, K) )=DEMANDA (K) );

!Restriccion por balance de los puntos de transbordo;
@FOR (TRANSBORDO (J) :@SUM (PLANTA (I) :CANTIDAD1 (I, J) )=@SUM (DESTINO (K) :CANTIDAD2 (J, K) ));
END

```

**Nota:** Datos del modelado en el software lingo 20.0, elaborado por la autora.

En la figura 38 se ilustra una solución alcanzada, en donde el costo total de repartición desciende en un total de \$19.584 en paralelo o comparación con el costo presente de \$25.850, lo que constituye en una disminución demostrativa del 24 % y una conservación de ahorro del \$\$6.266 en los procesos de distribución. De igual forma, se detallan los elementos del modelo matemático, que incluyen variables, constantes y el total de cifras distintas de cero.

**Figura 38.** Solución del modelado en la programación Lingo 20.0

```

Licensee info: Eval Use Only
License expires: 19 APR 2025

Global optimal solution found.
Objective value:                19584.00
Infeasibilities:                 0.000000
Total solver iterations:         0
Elapsed runtime seconds:         0.62

Model Class:                    LP

Total variables:                 42
Nonlinear variables:             0
Integer variables:               0

Total constraints:               24
Nonlinear constraints:           0

Total nonzeros:                  126
Nonlinear nonzeros:              0

```

**Nota:** Datos del modelado en el software lingo 20.0, elaborado por la autora.

La figura 39 exhibe la capacidad de la producción de botellones de agua, que alcanzó los 5.400 del mismo, así como también se plasma la cantidad distribuida a cada uno de los centros de distribución, identificados como “T1 y T2”. En esta comercialización, se especifica la cantidad asignado a cada centro, lo cual permite un control adecuado de la logística de abastecimiento.

**Figura 39. Capacidad de la empresa**

```

Licensee info: Eval Use Only
License expires: 19 APR 2025

Global optimal solution found.
Objective value:                19584.00
Infeasibilities:                 0.000000
Total solver iterations:         0
Elapsed runtime seconds:         0.62

Model Class:                     LP

Total variables:                 42
Nonlinear variables:             0
Integer variables:               0

Total constraints:               24
Nonlinear constraints:           0

Total nonzeros:                  126
Nonlinear nonzeros:             0

Variable      Value      Reduced Cost
OFERTA ( 1)   5400.000   0.000000
CAPACIDAD ( 1) 2500.000   0.000000
CAPACIDAD ( 2) 2900.000   0.000000
DEMANDA ( 1)  222.0000  0.000000
DEMANDA ( 2)  300.0000  0.000000
DEMANDA ( 3)  350.0000  0.000000
DEMANDA ( 4)  300.0000  0.000000
DEMANDA ( 5)  350.0000  0.000000
DEMANDA ( 6)  270.0000  0.000000
DEMANDA ( 7)  300.0000  0.000000
DEMANDA ( 8)  250.0000  0.000000

```

*Nota: Datos del modelado en el software lingo 20.0, elaborado por la autora.*

La figura 40 esta representando cada detalle las necesidades que se presentan en la distribución hacia el cliente, facilitando la organización para satisfacer la demanda de manera precisa. Enseña la capacidad de demanda determinada a cada consumidor final que atiende la empresa, encerrando un rango que va desde el receptor 1 hasta el destinatario 20.

**Figura 40. Cantidad de demanda requerida por cada cliente**

```

Variable      Value      Reduced Cost
OFERTA ( 1)   5400.000   0.000000
CAPACIDAD ( 1) 2500.000   0.000000
CAPACIDAD ( 2) 2900.000   0.000000
DEMANDA ( 1)  222.0000  0.000000
DEMANDA ( 2)  300.0000  0.000000
DEMANDA ( 3)  350.0000  0.000000
DEMANDA ( 4)  300.0000  0.000000
DEMANDA ( 5)  350.0000  0.000000
DEMANDA ( 6)  270.0000  0.000000
DEMANDA ( 7)  300.0000  0.000000
DEMANDA ( 8)  250.0000  0.000000
DEMANDA ( 9)  210.0000  0.000000
DEMANDA (10)  236.0000  0.000000
DEMANDA (11)  260.0000  0.000000
DEMANDA (12)  197.0000  0.000000
DEMANDA (13)  238.0000  0.000000
DEMANDA (14)  230.0000  0.000000
DEMANDA (15)  245.0000  0.000000
DEMANDA (16)  310.0000  0.000000
DEMANDA (17)  235.0000  0.000000
DEMANDA (18)  278.0000  0.000000
DEMANDA (19)  297.0000  0.000000
DEMANDA (20)  322.0000  0.000000
COSTO1 ( 1, 1) 3.000000  0.000000
COSTO1 ( 1, 2) 2.000000  0.000000
CANTIDAD1 ( 1, 1) 1809.000  0.000000
CANTIDAD1 ( 1, 2) 3591.000  0.000000
COSTO2 ( 1, 1) 1.000000  0.000000
COSTO2 ( 1, 2) 2.000000  0.000000
COSTO2 ( 1, 3) 1.000000  0.000000
COSTO2 ( 1, 4) 1.000000  0.000000
COSTO2 ( 1, 5) 2.000000  0.000000
COSTO2 ( 1, 6) 2.000000  0.000000

```

*Nota: Datos del modelado en el software lingo 20.0, elaborado por la autora.*

La figura 41 facilita una separación sección de los costos de distribución desde la empresa de producción O1 hacia los nodos de transbordo T1 y T2, recalando la capacidad emplazada para cada uno de los depósitos de transbordo 1 y 2. Esta admite representar en detalle los costos agrupados a cada punto de transbordo. Así como la necesidad de capacidad un almacenamiento positivo en cada ubicación.

**Figura 41. Precio de trasbordo desde (O1-T1 a T2) y capacidad de cada almacén**

DEMANDA ( 3)	350.0000	0.000000
DEMANDA ( 4)	300.0000	0.000000
DEMANDA ( 5)	350.0000	0.000000
DEMANDA ( 6)	270.0000	0.000000
DEMANDA ( 7)	300.0000	0.000000
DEMANDA ( 8)	250.0000	0.000000
DEMANDA ( 9)	210.0000	0.000000
DEMANDA ( 10)	236.0000	0.000000
DEMANDA ( 11)	260.0000	0.000000
DEMANDA ( 12)	197.0000	0.000000
DEMANDA ( 13)	238.0000	0.000000
DEMANDA ( 14)	230.0000	0.000000
DEMANDA ( 15)	245.0000	0.000000
DEMANDA ( 16)	310.0000	0.000000
DEMANDA ( 17)	235.0000	0.000000
DEMANDA ( 18)	278.0000	0.000000
DEMANDA ( 19)	297.0000	0.000000
DEMANDA ( 20)	322.0000	0.000000
COSTO1 ( 1, 1)	3.000000	0.000000
COSTO1 ( 1, 2)	2.000000	0.000000
CANTIDAD1 ( 1, 1)	1809.0000	0.000000
CANTIDAD1 ( 1, 2)	3591.0000	0.000000
COSTO2 ( 1, 1)	1.000000	0.000000
COSTO2 ( 1, 2)	2.000000	0.000000
COSTO2 ( 1, 3)	1.000000	0.000000
COSTO2 ( 1, 4)	1.000000	0.000000
COSTO2 ( 1, 5)	2.000000	0.000000
COSTO2 ( 1, 6)	2.000000	0.000000
COSTO2 ( 1, 7)	1.000000	0.000000
COSTO2 ( 1, 8)	1.000000	0.000000
COSTO2 ( 1, 9)	3.000000	0.000000
COSTO2 ( 1, 10)	3.000000	0.000000
COSTO2 ( 1, 11)	2.000000	0.000000
COSTO2 ( 1, 12)	1.000000	0.000000
COSTO2 ( 1, 13)	2.000000	0.000000
COSTO2 ( 1, 14)	1.000000	0.000000
COSTO2 ( 1, 15)	3.000000	0.000000
COSTO2 ( 1, 16)	3.000000	0.000000
COSTO2 ( 1, 17)	2.000000	0.000000

*Nota: Datos del modelado en el software lingo 20.0, elaborado por la autora.*

La figura 42 presenta un desglose completo de los costos asociados desde los nodos de transbordo hasta los puntos de distribución o clientes finales de T a D. En esta sección se representa cada costo involucrado en la última etapa de la cadena, desde el transbordo hasta la entrega al cliente final.

**Figura 42. Precio desde los nodos de transbordo hasta los nodos de origen.**

DEMANDA ( 18)	278.0000	0.000000	COSTO2 ( 1, 13)	2.000000	0.000000
DEMANDA ( 19)	297.0000	0.000000	COSTO2 ( 1, 14)	1.000000	0.000000
DEMANDA ( 20)	322.0000	0.000000	COSTO2 ( 1, 15)	3.000000	0.000000
COSTO1 ( 1, 1)	3.000000	0.000000	COSTO2 ( 1, 16)	3.000000	0.000000
COSTO1 ( 1, 2)	2.000000	0.000000	COSTO2 ( 1, 17)	2.000000	0.000000
CANTIDAD1 ( 1, 1)	1809.0000	0.000000	COSTO2 ( 1, 18)	2.000000	0.000000
CANTIDAD1 ( 1, 2)	3591.0000	0.000000	COSTO2 ( 1, 19)	2.000000	0.000000
COSTO2 ( 1, 1)	1.000000	0.000000	COSTO2 ( 1, 20)	2.000000	0.000000
COSTO2 ( 1, 2)	2.000000	0.000000	COSTO2 ( 2, 1)	3.000000	0.000000
COSTO2 ( 1, 3)	1.000000	0.000000	COSTO2 ( 2, 2)	2.000000	0.000000
COSTO2 ( 1, 4)	1.000000	0.000000	COSTO2 ( 2, 3)	1.000000	0.000000
COSTO2 ( 1, 5)	2.000000	0.000000	COSTO2 ( 2, 4)	2.000000	0.000000
COSTO2 ( 1, 6)	2.000000	0.000000	COSTO2 ( 2, 5)	3.000000	0.000000
COSTO2 ( 1, 7)	1.000000	0.000000	COSTO2 ( 2, 6)	1.000000	0.000000
COSTO2 ( 1, 8)	1.000000	0.000000	COSTO2 ( 2, 7)	1.000000	0.000000
COSTO2 ( 1, 9)	3.000000	0.000000	COSTO2 ( 2, 8)	2.000000	0.000000
COSTO2 ( 1, 10)	3.000000	0.000000	COSTO2 ( 2, 9)	3.000000	0.000000
COSTO2 ( 1, 11)	2.000000	0.000000	COSTO2 ( 2, 10)	1.000000	0.000000
COSTO2 ( 1, 12)	1.000000	0.000000	COSTO2 ( 2, 11)	3.000000	0.000000
COSTO2 ( 1, 13)	2.000000	0.000000	COSTO2 ( 2, 12)	2.000000	0.000000
COSTO2 ( 1, 14)	1.000000	0.000000	COSTO2 ( 2, 13)	1.000000	0.000000
COSTO2 ( 1, 15)	3.000000	0.000000	COSTO2 ( 2, 14)	3.000000	0.000000
COSTO2 ( 1, 16)	3.000000	0.000000	COSTO2 ( 2, 15)	2.000000	0.000000
COSTO2 ( 1, 17)	2.000000	0.000000	COSTO2 ( 2, 16)	1.000000	0.000000
COSTO2 ( 1, 18)	2.000000	0.000000	COSTO2 ( 2, 17)	1.000000	0.000000
COSTO2 ( 1, 19)	2.000000	0.000000	COSTO2 ( 2, 18)	1.000000	0.000000
COSTO2 ( 1, 20)	2.000000	0.000000	COSTO2 ( 2, 19)	1.000000	0.000000
COSTO2 ( 2, 1)	3.000000	0.000000	COSTO2 ( 2, 20)	1.000000	0.000000
COSTO2 ( 2, 2)	2.000000	0.000000	CANTIDAD2 ( 1, 1)	222.0000	0.000000
COSTO2 ( 2, 3)	1.000000	0.000000	CANTIDAD2 ( 1, 2)	0.000000	1.000000
COSTO2 ( 2, 4)	2.000000	0.000000	CANTIDAD2 ( 1, 3)	0.000000	1.000000
COSTO2 ( 2, 5)	3.000000	0.000000	CANTIDAD2 ( 1, 4)	300.0000	0.000000

*Nota: Datos del modelado en el software lingo 20.0, elaborado por la autora.*

La figura 43 muestra en el modelo del software la cantidad propuesta de transporte desde los nodos de almacenamiento hasta los puntos de comercialización, designados nodos de destino. Este estudio proporciona la caracterización de las rutas de distribución más eficientemente, interesados a mejorar la red de distribución.



**Figura 43.** Cantidad de propuesta de demanda a enviar (T-D)

CANTIDAD2 ( 1, 1)	222.0000	0.000000
CANTIDAD2 ( 1, 2)	0.000000	1.000000
CANTIDAD2 ( 1, 3)	0.000000	1.000000
CANTIDAD2 ( 1, 4)	300.0000	0.000000
CANTIDAD2 ( 1, 5)	350.0000	0.000000
CANTIDAD2 ( 1, 6)	0.000000	2.000000
CANTIDAD2 ( 1, 7)	0.000000	1.000000
CANTIDAD2 ( 1, 8)	250.0000	0.000000
CANTIDAD2 ( 1, 9)	0.000000	1.000000
CANTIDAD2 ( 1, 10)	0.000000	3.000000
CANTIDAD2 ( 1, 11)	260.0000	0.000000
CANTIDAD2 ( 1, 12)	197.0000	0.000000
CANTIDAD2 ( 1, 13)	0.000000	2.000000
CANTIDAD2 ( 1, 14)	230.0000	0.000000
CANTIDAD2 ( 1, 15)	0.000000	2.000000
CANTIDAD2 ( 1, 16)	0.000000	3.000000
CANTIDAD2 ( 1, 17)	0.000000	2.000000
CANTIDAD2 ( 1, 18)	0.000000	2.000000
CANTIDAD2 ( 1, 19)	0.000000	2.000000
CANTIDAD2 ( 1, 20)	0.000000	2.000000
CANTIDAD2 ( 2, 1)	0.000000	1.000000
CANTIDAD2 ( 2, 2)	300.0000	0.000000
CANTIDAD2 ( 2, 3)	350.0000	0.000000
CANTIDAD2 ( 2, 4)	0.000000	0.000000
CANTIDAD2 ( 2, 5)	0.000000	0.000000
CANTIDAD2 ( 2, 6)	270.0000	0.000000
CANTIDAD2 ( 2, 7)	300.0000	0.000000
CANTIDAD2 ( 2, 8)	0.000000	0.000000
CANTIDAD2 ( 2, 9)	210.0000	0.000000
CANTIDAD2 ( 2, 10)	236.0000	0.000000
CANTIDAD2 ( 2, 11)	0.000000	0.000000
CANTIDAD2 ( 2, 12)	0.000000	0.000000
CANTIDAD2 ( 2, 13)	238.0000	0.000000
CANTIDAD2 ( 2, 14)	0.000000	1.000000
CANTIDAD2 ( 2, 15)	245.0000	0.000000
CANTIDAD2 ( 2, 16)	310.0000	0.000000
CANTIDAD2 ( 2, 17)	235.0000	0.000000
CANTIDAD2 ( 2, 18)	278.0000	0.000000
CANTIDAD2 ( 2, 19)	297.0000	0.000000
CANTIDAD2 ( 2, 20)	313.0000	0.000000

*Nota:* Datos del modelado en el software lingo 20.0, elaborado por la autora.

Se especifica el precio y las deben ser cantidades óptimas para ser enviadas desde el nodo de origen O1 hacia los alemanes T1 y T2. A través de la programación lineal empleada en el software computacional, se determinó que la capacidad ideal es enviar de botellones de agua al almacén T1y, posteriormente, trasladar botellones de agua desde O1 al almacén T2, como se muestra en la tabla 38.

**Tabla 36.** Cantidad optimizada de botellones de agua desde el nodo (O-T)

Empresa	Almacenes (Nodos de transbordo) cantidad en unidades de botellones	
	Almacenamiento T1	Almacenamiento T2
<b>Nodo de origen</b>	Almacenamiento T1	Almacenamiento T2
<b>O1</b>	1809	3591

Empresa	Costo de transporte de los nodos de transbordo (\$)	
	Almacenamiento T1	Almacenamiento T2
<b>Nodo de origen</b>	Almacenamiento T1	Almacenamiento T2
<b>O1</b>	\$3	\$2

*Nota:* Elaborado por la autora.

La tabla 39 presenta la distribución óptima de botellones de agua desde el nodo de transbordo hacia varios nodos de destino o clientes finales. El nuevo modelo logístico sugiere la diversas cantidades y costos propuestas por el software desde los diversos puntos tanto en cantidades como presupuesto.

**Tabla 37. Cantidad y costo propuesto de botellones de agua des el nodo (T-D)**

Almacenes (Nodos de transbordo)	Distribución a clientes finales (Nodos de destino) cantidad en unidades de botellones									
	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10
<b>T1</b>	222	0	0	300	350	0	0	250	0	0
<b>T2</b>	0	300	350	0	0	270	300	0	210	236

Almacenes (Nodos de transbordo)	Distribución a clientes finales (Nodos de destino) cantidad en unidades de botellones									
	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D20
<b>T1</b>	260	197	0	230	0	0	0	0	0	0
<b>T2</b>	0	0	238	0	245	310	235	278	297	322

Almacenes (Nodos de transbordo)	Distribución a clientes finales (Nodos de destino) precio en \$									
	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10
<b>T1</b>	\$1,00	\$ -	\$ -	\$1,00	\$2,00	\$ -	\$ -	\$1,00	\$ -	\$ -
<b>T2</b>	\$ -	\$2,00	\$1,00	\$ -	\$ -	\$1,00	\$1,00	\$ -	\$3,00	\$1,00

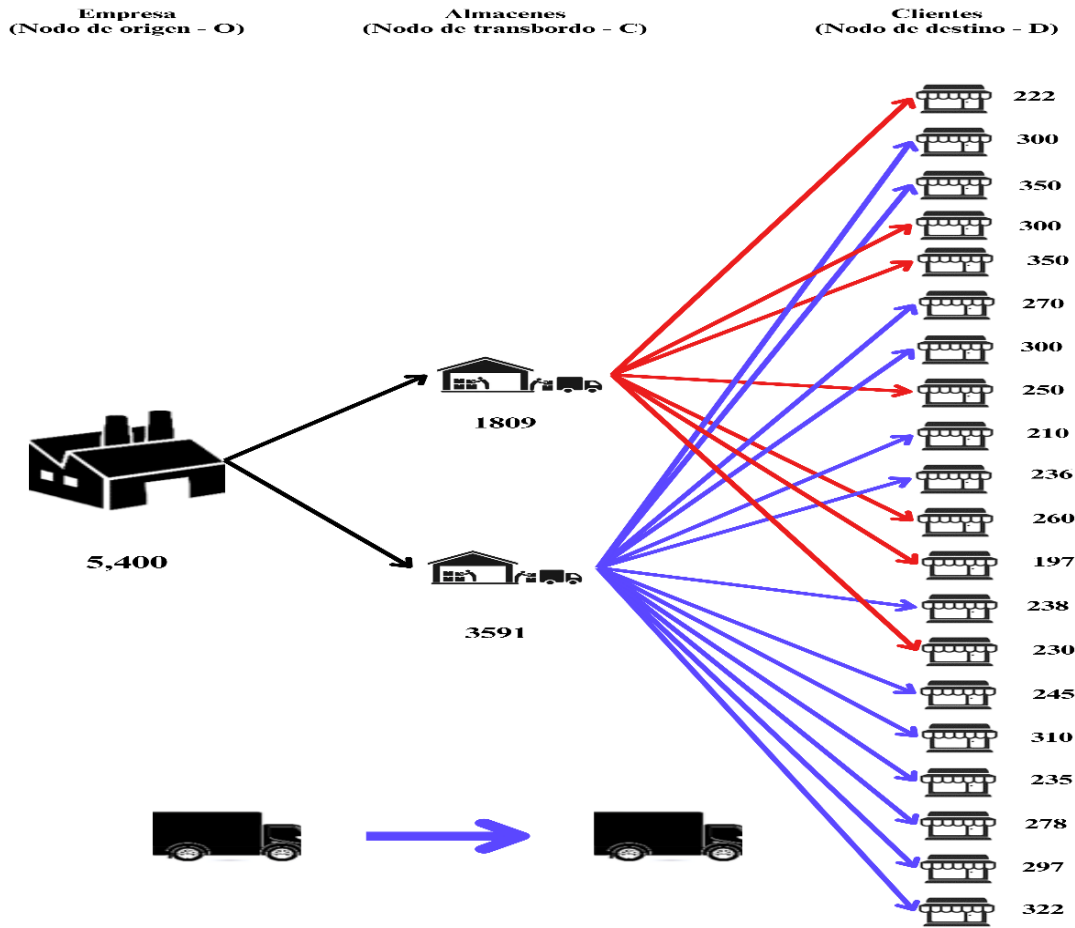
Almacenes (Nodos de transbordo)	Distribución a clientes finales (Nodos de destino) precio en \$									
	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D20
<b>T1</b>	\$2,00	\$1,00	\$ -	\$1,00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>T2</b>	\$ -	\$ -	\$1,00	\$ -	\$2,00	\$1,00	\$1,00	\$1,00	\$1,00	\$1,00

*Nota: Elaborado por la autora.*

### **Análisis de resultado**

En la figura 44 se ilustra un gráfico en donde se muestra las redes de distribución que fueron optimizadas a través del uso de las herramientas e implementación de las mismas que beneficio a la empresa Amerian Beverage Company Beveragecom S.A. Con el modelo planteado, la empresa tuvo una disminución en sus costos de transporte, lo que favorecerá a mejorar la eficiencia y rentabilidad de la planta. La solución al problema se desarrolló utilizando programación lineal dentro del marco de investigación de operaciones, utilizando el software especializado en su versión 20.0.

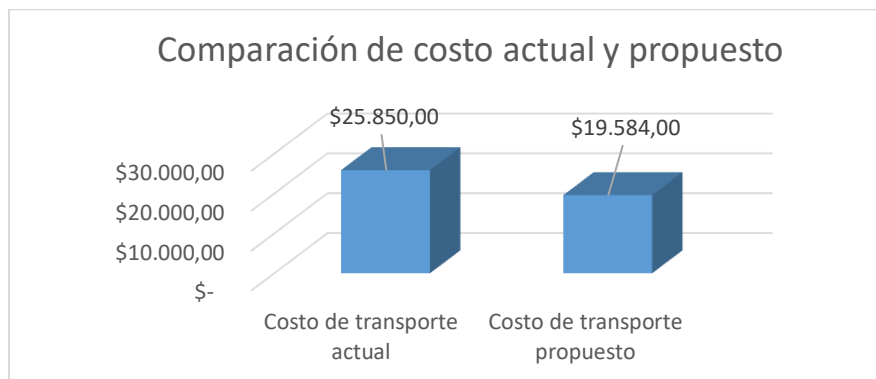
**Figura 44.** Modelo de solución de la red de distribución de botellones de agua



*Nota:* Elaborado por la autora.

Como se refleja en la figura 45 en donde se presenta una comparativa detallada de los costos de distribución tanto antes de la propuesta de mejora como después de la implementación de las herramientas, evidenciando una notable disminución del 24%, lo se evidencia la efectividad de las estrategias aplicadas.

**Figura 45.** Costos actual y propuesto de la red de distribución



*Nota:* Elaborado por la autora.

### 3.3.1 Presupuesto para la implementación de la red de distribución

Se muestran los costos que se asocian a la ejecución y ejecución del proyecto de investigación en la compañía Amerian Beverage Company Beveragcom S.A. Para el análisis de los costos, se consideró el salario mínimo vigente en el año 2023, en base al Instituto Ecuatoriano de seguridad Social (IESS). El presupuesto nos dio como resultado un total de \$4.671,25 dólares americanos, monto en el que ya se incluye si se presenta reajustes e imprevistos. Este total se desglosa en varios componentes se asignaron para recursos humanos \$450,00 destinados a la labor de investigación, además de \$ 3.087,00 para tecnología, que abarca el acceso a internet, software, computadoras y un curso de capacitación. En cuanto a los equipos de oficina, se consideraron materiales útiles de escritorio, con inversión de \$ 15,00. Finalmente, se destinaron \$185,00 para gastos que incluyen anillado, alimentación y transporte para visitas a la empresa, como se representa en la tabla 40.

*Tabla 38. Presupuesto para la implementación del modelo*

Rubro	Descripción	Cantidad	Costo Unitario (USD)	Costo Total
Recurso humano	Investigador	1	\$ 450,00	\$ 450,00
Recurso Tecnológico	Servicio de internet	3	\$ 29,00	\$ 87,00
	Software	1	\$ 500,00	\$ 500,00
	Computadora	1	\$ 1.800,00	\$ 1.800,00
	Curso de capacitación	2	\$ 350,00	\$ 700,00
Oficina	Materiales	1	\$ 15,00	\$ 15,00
Otros	Materiales de trabajo	1	\$ 25,00	\$ 25,00
	Viáticos	2	\$ 30,00	\$ 60,00
	Transporte	2	\$ 50,00	\$ 100,00
Subtotal				\$ 3.737,00
Imprevistos 10%				\$ 373,70
Reajuste 15 %				\$ 560,55
Total			\$ 4.671,25	

*Nota: Elaborado por la autora.*

Según la investigación de Fajardo et al., (2019), el valor actual neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR) son dos componentes fundamentales para evaluar la rentabilidad y viabilidad de proyectos financieros. Muchos especialistas coinciden que ambos métodos, ya sea de forma individual o conjunta, proporcionan evidencia suficiente para decidir sobre la aceptación o el rechazo de un proyecto. No obstante, en escenarios de incertidumbre, se recomienda utilizar el VAN como el criterio personal. Para estructurar el diseño de la red de distribución, se requiere una inversión

total en activos fijos de \$ 4.671,25 dólares estadounidenses. Esta inversión generara flujos de efectivo anuales de \$ 1.947,46 dólares estadounidenses durante un periodo de 5 años. Con una tasa total de 10%, se calcularon indicadores financieros como el VAN, la TIR y PR, como se presenta en la tabla 41.

- ✓ VAN (\$): Valor Actual Neto.
- ✓ TIR (%): Tasa Interna de Retorno.
- ✓ PR (t): Período de recuperación.

*Tabla 39. Cálculos del tiempo de recuperación de la inversión (VAN, TIR, PR)*

	0	1	2	3	4	5
<b>Flujo Fondo</b>	-\$ 4.671,25	\$ 1.947,46	\$ 1.247,46	\$ 1.247,46	\$ 1.247,46	\$ 1.247,46
<b>Saldo Actualizado 10%</b>	-\$ 4.671,25	\$ 1.770,42	\$ 1.030,96	\$ 937,24	\$ 852,03	\$ 774,57
<b>Saldo actualizado acumulado</b>	-\$ 4.671,25	-\$ 2.900,83	-\$ 1.869,87	-\$ 932,64	-\$ 80,61	\$ 693,97

*Nota: Elaborado por la autora.*

- ✓ **TASA (%)** = Valor por definición
- ✓ **TASA (%)** = 10%
  
- ✓ **VNA (\$)** = (Interés; flujo de caja) + desembolso inicial
- ✓ **VNA (\$)** = \$ 5.365,22
  
- ✓ **VAN (\$)** = Beneficio Neto Actualizado- Inversión inicial.
- ✓ **VAN (\$)** = \$ 693,97
  
- ✓ **TIR (%)** = Diferencia entre el valor inicial (costos) y el valor final (retorno de la inversión) de la operación, luego está la diferencial se divide entre el valor inicial, y el resultado se multiplica por 100.
- ✓ **TIR (%)** = 16%
  
- ✓ **PR (t)**= Relación entre la inversión inicial y el flujo de efectivo por período.
- ✓ **PR (t)**= 4 años, 1 meses y 7 días

Se muestra la conversión de años, meses y días al multiplicar el valor del Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI) por el número de meses. Luego, el

resultado se multiplica nuevamente por el número de días para determinar el tiempo exacto de resudaron. En este caso, la inversión realizada al implementar el modelo logístico de red de distribución en la empresa Amerian Beverage Company Beveragecom S.A., es de 4 años, 1 meses y 7 días como se muestra en la tabla 42.

**Tabla 40.** *Periodo de recuperación de la inversión*

	Año	Mes	Día
PRI	4	1	7

*Nota:* Elaborado por la autora.

### 3.4. Marco de discusión

La investigación de Rodríguez, (2023) se centra en el diseño de sistemas de redes de distribución, especialmente en el transporte, para optimizar costos y mejorar el servicio al cliente. La falta de un proceso solido de distribución dificulta el acceso efectivo al agua embotellada en áreas no urbanas Las propuestas buscan fortalecer la marca como favorita en la comunidad, lo que provee una ventaja competitiva dentro del mercado, es por ellos que se muestra dos alternativas de transporte, una con camión y la segunda propuesta en camioneta, analizando sus capacidades y rentabilidades en diversas rutas. Al mejorar la logística, se aumentó la rentabilidad y satisfacción del cliente.

El estudio nos habla de la Capacidad de Distribución (DC), donde aplicando a una empresa los resultados del costo óptimo sin redespacho son equivalentes al 46% respecto al modelo hibrido lineal y del 17,58% frente al modelo de red de distribución. En el caso de redespacho, se observa que los costos también son iguales en los modelos DC, pero con la diferencia notable de 26,81% en comparación con el modelo de transporte. En el análisis del sistema Gaver de 6 nodos, los modelos mostraron un desempeño equivalente, mientras que, en el sistema sur brasileño de 46 nodos, las diferencias en resultados fueron significativas, lo que indica la necesidad de seleccionar solver especifico según la cantidad de nodos (Giral-Ramírez et al., 2021).

Cedillo-Sánchez et al., (2023) en su estudio, implementó un modelo de programación lineal que le ayudará a reducir el número de obreros requeridos para mantener dos plantaciones, logrando minimizar la mano de obra de 14 a 5 obreros, lo que simboliza una disminución del 64,3%, generando un ahorro de 1125 dólares semanales, equivalentes a reducción de 36% en los egresos de la empresa. Además, el modelo optimizó la inversión en mano de obra a 625 dólares semanales.

(Vaquer, 2023) se implementó en su investigación a través del método Simple, el modelo de programación lineal que aborda problemas en espacios n-dimensionales, excelentes para la economía real, un análisis exhaustivo nos revela que una reducción de chatarra a 33,030.30 toneladas no inquieta el programa óptimo, pero una disminución de 20,000 toneladas perturba el consumo de DRI. El modelo promueve un plan de producción de 62,00 toneladas de acero (700) y mejora la gestión de insumos de hierro y chatarra, la PL es una herramienta eficaz para las acerías, consintiendo adaptaciones mensuales e intervención sobre el consumo.

El diseño del marco metodológico de la investigación sobre el modelo de una red de distribución de agua embotellada se fundamentó en un método cuantitativo, con un enfoque en el estudio descriptivo y correlacional, en el cual se utilizó un diseño de investigación no experimental, siguiendo cada una de las directrices propuestas por (Del Cid et al., 2011;Hernandez-Sampieri, 2014).

Para obtener la recolección de datos , se empleó una entrevista dirigida al gerente de la compañía y un cuestionario a los trabajadores de las diferentes áreas que fue autorizado por expertos mediante tres etapas del método Delphi, tal como se presenta en el trabajo de investigación de (Valdés & Marín, 2013), lo que nos certifica una credibilidad en el contexto de investigación científica. El proceso de validación implicó la revisión y el consenso de n panel de expertos, conforme a criterios de inclusión que se especifican en la selección 3.2.1. Los resultados se analizaron con el Software IBM SPSS y Rstudio, lo que confirmó la viabilidad y confiabilidad de los cuestionarios.

Basado en el estudio de (Pucha-Medina et al., 2023) a través de un modelo matemático de programación lineal (PL), se pudo determinar la cantidad óptima de productos a distribuir desde la fábrica; nodos de origen (FAB) a los dos centros de almacenamiento; nodos de transbordo (AL) y la manera más eficiente de enviar a las 20 sucursales; nodos destino. La aplicación del modelo PL ha permitido identificar los recorridos más cortos y cantidades óptimas a enviar a cada destino (T-D), logrando así una reducción en los costos de transporte a \$ 19.584,00. Esto equivale a una disminución del 20% en los costos totales, lo que se traduce en un ahorro de para la red de distribución de agua embotellada de American Beverage Company Beveragcom S.A. Los beneficios obtenidos en la planificación y el control dentro de la logística contribuyen a alcanzar un alto nivel de satisfacción en los requerimientos del cliente y, al mismo tiempo a mejorar la competitividad de la empresa.

## CONCLUSIONES

A través de una revisión integradora de la literatura para establecer el estado del estado del arte, el investigador fundamentó las bases teóricas e identificó las herramientas necesarias para implementar un modelo logístico en la red de distribución de empresas. Para seleccionar el modelo matemático, se utilizó la herramienta AHP, donde la programación lineal (PL) se posicionó en primer lugar en una ponderación 0.868, convirtiéndose en el método de solución elegido, posterior se realizó un protocolo de la investigación que da respuesta a toda la planeación de la investigación.

Se llevó a cabo un marco metodológico que incluye diversas etapas donde se menciona la identificación de problemas, el diagnóstico de la red de distribución, el diseño logístico de transbordo y el modelo en donde se detalla el enfoque del estudio, diseño que se va a implementar y el procedimiento que se debe seguir dentro de la investigación. Además, se concretaron los métodos, técnicas e instrumento precisos para recopilar los datos e información requerida para la implementación del modelo matemático.

Para autorizar la entrevista y el cuestionario, se aplicó el método Delphi que contiene minuciosos pasos, en donde se consultó a expertos en el área de investigación, y se evaluó la confiabilidad del instrumento mediante dos softwares obteniendo un coeficiente Alfa de Cronbach de 0.942 para el censo y de 0.741 para la entrevista, lo que respalda su validez; la hipótesis alternativa fue autorizada mediante una correlación de Pearson, que arrojó un resultado de 0,876. Asimismo, se demostró el cumplimiento del tercer objetivo de un modelo de red de distribución. La simulación del modelo se llevó a cabo con el software Lingo 20.0, lo que permitió visualizar un ahorro del 24% en los costos de distribución, que se redujeron de \$ 25.850,00 a \$19.584,00, resultando un ahorro de \$ 6.266,00.



## **RECOMENDACIONES**

Efectuar una revisión sistemática de la literatura con alcance nos va a permitir que este enfoque en el trabajo investigativo priorizara la recopilación de información confiable y relevante a través de bases de datos seguras a través de la web, lo que admite acceder a diferentes artículos de valor concernientes con el caso de estudio, aplicar esta revisión en una investigación nos asegura que está contenga una visión clara de estudio que nos caminamos a realizar, siguiendo cada uno de los parámetros y razonamientos tanto de inclusión como de exclusión establecidos. Al seguir estos lineamientos, se asegura que la investigación sea rigurosa y completa, brindando una panorama claro y englobado del tema analizado.

De igual manera, es de gran importancia establecer un marco metodológico, ya que este nos permite identificar tipo y diseño de investigación, apoyándose en los objetivos de estudio. Esto involucra que no solo se va a tener un sólido conocimiento teórico, si no también se va a prender a dominar las herramientas tecnológicas adecuadas, con el fin de corroborar las fiabilidad y veracidad en las diferentes de la investigación. Al integrar estos elementos de manera efectiva, se aseveran un cumplimiento adecuado del proyecto.

Para poder buscar las mejoras en la red de distribución, se pide utilizar programas con software accesibles o programas informativos que nos lleven a una solución solida del problema, ya sea de forma gratuita o con licencia académica, que contengan herramientas necesarias para realizar la simulación del modelo matemático propuesto. Esto va a garantizar una implementación optima y precisa del modelo proporcionando una evaluación y mejora de la red de distribución.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdel-Aal, M. A. M. (2024). Matheuristic approach and a mixed-integer linear programming model for biomass supply chain optimization with demand selection. *International Journal of Industrial Engineering Computations*, 15(1), 235–254. <https://doi.org/10.5267/j.ijiec.2023.10.001>
- Abdelkhalik, H. A., Refaie, H. S., & Aziz, R. F. (2020). Optimization of time and cost through learning curve analysis. *Ain Shams Engineering Journal*, 11(4), 1069–1082. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2019.12.007>
- Afanasyev, M., Pervukhin, D., Kotov, D., Davardoost, H., & Smolenchuk, A. (2022). System Modeling in Solving Mineral Complex Logistic Problems with the Anylogic Software Environment. *Transportation Research Procedia*, 68(February), 483–491. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2023.02.065>
- Aghamolaei, R., & Fallahpour, M. (2023). Strategies towards reducing carbon emission in university campuses: A comprehensive review of both global and local scales. *Journal of Building Engineering*, 76(June), 107183. <https://doi.org/10.1016/j.jobee.2023.107183>
- Al-Yakoob, S. M., & Sherali, H. D. (2013). A column generation approach for determining optimal fleet mix, schedules, and transshipment facility locations for a vessel transportation problem. *Applied Mathematical Modelling*, 37(4), 2374–2387. <https://doi.org/10.1016/j.apm.2012.05.028>
- Amaiquema Marquez, F. A., Vera Zapata, J. A., & Zumba Vera, I. Y. (2019). Enfoques para la formulación de la hipótesis en la investigación científica. *Conrado*, 15(70), 354–360. <http://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado>
- Anuziene, L., & Bargelis, A. (2010). Decision-Support System for industrial logistics distribution: cost minimisation applying an agile production approach. *International Journal of Logistics Systems and Management - Int J Logist Syst Manag*, 6. <https://doi.org/10.1504/IJLSM.2010.030957>
- Anwer AL-Shboul, M. (2022). An investigation of transportation logistics strategy on manufacturing supply chain responsiveness in developing countries: the

mediating role of delivery reliability and delivery speed. *Heliyon*, 8(11), e11283.  
<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e11283>

ARCSA. (2021). *Arcsa intensifica acciones de control en plantas embotelladoras de agua del país*. <https://www.controlsanitario.gob.ec/arcsa-intensifica-acciones-de-control-en-plantas-embotelladoras-de-agua-del-pais/>

Argueta, C. M., Iniestra, J. G., & López, M. del P. E. A. (2021). Un enfoque multicriterio para el diseño de una red para el transporte de embarques internacionales. *Contaduría y Administración*, 59(4), 193–221.  
[https://doi.org/10.1016/s0186-1042\(14\)70160-3](https://doi.org/10.1016/s0186-1042(14)70160-3)

Asociación Internacional de Agua Embotellada, I. (2023). *IBMW*.  
<https://bottledwater.org/>

Báez, A. (2023). Gobernanza: estado del arte. *Estudios de La Gestión: Revista Internacional de Administración*, 13(13), 125–148.  
<https://doi.org/10.32719/25506641.2023.13.6>

Ballantine, P. W., Ozanne, L. K., & Bayfield, R. (2019). Why buy free? Exploring perceptions of bottled water consumption and its environmental consequences. *Sustainability (Switzerland)*, 11(3). <https://doi.org/10.3390/su11030757>

Balza, V. I., & Cardona, D. A. (2020). La relación entre logística, cadena de suministro y competitividad: una revisión de literatura. *Revista Espacios*, June, 19.  
<https://acortar.link/XkTL98>

Berra, S. (2020). Fundamentals and method of systematic reviews. *ARETÉ ARETÉ Fonoaudiología Revista*. <https://arete.iberro.edu.co/article/view/art.20208>

Berumen, S. A., & Llamazares Redondo, F. (2020). Berumen\_Redondo\_2007. *Cuadernos de Administración*, 20(34), 65–87.

Blanco, C. (2011). Encuesta y estadística. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Issue 9).

Cai, Y., Lin, J., Wan, C., & Song, Y. (2020). A bi-level trading model for an active distribution company considering demand response exchange. *2016 IEEE PES Asia-Pacific Power and Energy Engineering Conference (APPEEC)*, 64–68.

<https://doi.org/10.1109/APPEEC.2016.7779471>

- Carini, M., Maiolo, M., Pantusa, D., Chiaravalloti, F., & Capano, G. (2020). Modelling and optimization of least-cost water distribution networks with multiple supply sources and users. *Ricerche Di Matematica*, 67(2), 465–479. <https://doi.org/10.1007/s11587-017-0343-y>
- Castro, L., Hernández, M., & Oreiro, C. (2019). Mecanismos de elaboración, aprobación y asignación del presupuesto para la ANEP en Uruguay. *Revista Propuesta Educativa*, 2(52), 97–110. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=403062991009>
- Cedillo Sánchez, F. R., Garzón Montealegre, V. J., Garcia Batista, R. M., Espinosa Aguilar, M. A., & Galvez Palomeque, P. (2023). Modelo de programación entera para la optimización operativa de la finca la Rosita ubicada en Chilla el Oro Ecuador. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(1), 7974–7984. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v7i1.5024](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i1.5024)
- Chapa Montemayor, A. S., & Connolly, D. J. (2023). Alcohol reduction interventions for transgender and non-binary people: A PRISMA-ScR-adherent scoping review. *Addictive Behaviors*, 145(January), 107779. <https://doi.org/10.1016/j.addbeh.2023.107779>
- Chunduri, V., Raparathi, M., Yellu, R. R., Keshta, I., Byeon, H., Soni, M., & Bhatt, M. W. (2024). Blockchain-based secure optimized traceable scheme for smart and sustainable food supply chain. *Discover Sustainability*, 5(1), 43621. <https://doi.org/10.1007/s43621-024-00287-2>
- Del Cid, A., Méndez, R., & Sandoval, F. (2011). Investigación Fundamentos y Metodología. In Pearson. <https://josedominguezblog.files.wordpress.com/2015/06/investigacion-fundamentos-y-metodologia.pdf>
- Edgar Serna M. (2012). Desarrollo e Innovación. *Dirección de Posgrados, Investigación y Bibliotecas Departamento de Investigación*, 1, 10.
- Escrig Sos, V. J., Lluca Abella, J. A., Granel Villach, L., & Bellver Oliver, M. (2021). Metaanálisis: una forma básica de entender e interpretar su evidencia. *Revista de*

*Senología y Patología Mamaria*, 34(1), 44–51.  
<https://doi.org/10.1016/j.senol.2020.05.007>

Fajardo, L., Girón Guerrero, M., Vásquez, C., Fajardo, L., Zúñiga, X., Salazar, L., & Pérez, J. (2019). Valor actual neto y tasa interna de retorno como parámetros de evaluación de las inversiones. *Investigacion Operacional*, 40(4), 469–474.  
<http://www.invoperacional.uh.cu/index.php/InvOp/article/viewFile/693/653>

Fiallos, G. (2021). La Correlación de Pearson y el proceso de regresión por el Método de Mínimos Cuadrados. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 5(3), 2491–2509. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v5i3.466](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i3.466)

Figueredo, A. L. F., Aguilar, R. F. L., & Roselló, M. M. M. (2019). Procedure for the processing of scientific information in the DPI of the Forest Engineering programme. *Biblios*, 75(75), 46–61. <https://doi.org/10.5195/biblios.2019.473>

Flores Tapia, C. E., & Flores Cevallos, K. L. (2021). Modelo de transporte aplicado a una empresa distribuidora de cemento. Caso de estudio en Ecuador. *Revista Científica de FAREM-Estelí*, 40, 81–95.  
<https://doi.org/10.5377/farem.v10i40.13046>

Fuentes, J., & Ruiz V, J. M. (2021). Blurred Image Restoration Using a Regularized Linear Programming Model. *Ingenieria (Colombia)*, 26(2), 254–272.  
<https://doi.org/10.14483/23448393.17240>

Gámez-Albán, H. M., Mejía-Argueta, C., & León Espinosa de los Monteros, R. A. (2017). Diseño de una red de distribución a través de un modelo de optimización considerando agotados. *Ingeniare*, 25(4), 619–632.  
<https://doi.org/10.4067/S0718-33052017000400619>

García-Loor, E. A., Chávez-Wilson, J. V., Loor-zambrano, H. Y., & Córdova-Mosquera, R. A. (2020). Plantas purificadoras: Realidad del agua embotellada en Ecuador. *Dominio de Las Ciencias*, 6, 692–705.  
<https://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/1241/2057>

García-Martínez, R., Poblano-Ojinaga, E. R., & García-Gámez, L. (2024). Factores Determinantes en la Elección de una Carrera Universitaria. *Investigación Administrativa*, 53–1, 1–18. <https://doi.org/10.35426/iav53n133.02>

- García-Rueda, L., & Jenaro, C. (2020). Alteraciones en funciones cognitivas en mujeres maltratadas. *Psico*, 51(3), e33346. <https://doi.org/10.15448/1980-8623.2020.3.33346>
- García, J. (2020). Redes de distribución y aprovechamiento. *RIUNET Repositorio UPV*. <http://hdl.handle.net/10251/137037>
- Giral Ramírez, D. A., Montoya Giraldo, O. D., Vargas Robayo, C. Y., & Blanco Valbuena, D. F. (2021). Evaluación de modelos de programación lineal y no lineal para la planeación de sistemas de transmisión en el software GAMS. *Tecnura*, 25(69), 16–50. <https://doi.org/10.14483/22487638.17957>
- Gozali, L., Kristina, H. J., Yosua, A., Zagloel, T. Y. M., Masrom, M., Susanto, S., Tanujaya, H., Irawan, A. P., Gunadi, A., Kumar, V., Garza-Reyes, J. A., Jap, T. B., & Daywin, F. J. (2024). The improvement of block chain technology simulation in supply chain management (case study: pesticide company). *Scientific Reports*, 14(1), 53694. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-53694-w>
- Guédez Fernández, C. (2023). Programación lineal e Ingeniería Industrial: una aproximación al estado del arte. *Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias*, 2(6), 61–78. <https://www.redalyc.org/pdf/2150/215021914005.pdf>
- Guidani, B., Accorsi, R., Manzini, R., & Ronzoni, M. (2022). Post pandemic strategic planning of food catering production and distribution networks: A regional case study. *Transportation Research Procedia*, 67, 46–55. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2022.12.034>
- Guo, C., Thompson, R. G., Foliente, G., & Kong, X. T. R. (2021). An auction-enabled collaborative routing mechanism for omnichannel on-demand logistics through transshipment. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 146, 102206. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tre.2020.102206>
- Hernández Lalinde, J. D., Espinoza castro, F., Rodríguez, J. E., Chacón Rangel, J. G., Toloza Sierra, C. A., Arenas Torrado, M. K., Cariillo Sierra, S. M., & Bermúdez Pirela, V. J. (2018). Sobre el uso adecuado del coeficiente de correlación de Pearson. *Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica*, 37(5), 586–601. [http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev\\_aavft/article/view/16165](http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_aavft/article/view/16165)

- Hernandez Sampieri, Roberto-Fernandez Collado, Carlos-Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la Investigación*.
- Hosoda, J., Maher, S. J., Shinano, Y., & Villumsen, J. C. (2024). A parallel branch-and-bound heuristic for the integrated long-haul and local vehicle routing problem on an adaptive transportation network. *Computers and Operations Research*, 165(February), 106570. <https://doi.org/10.1016/j.cor.2024.106570>
- INEC. (2023). *Producción de la Industria Manufacturera*. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/produccion-industria-manufacturera/>
- Jasmine, k. (2020). Diseño de un modelo logístico para la gestión de costos de distribución en la empresa rectima CIA. LTDA. *Penambahan Natrium Benzoat Dan Kalium Sorbat (Antiinversi) Dan Kecepatan Pengadukan Sebagai Upaya Penghambatan Reaksi Inversi Pada Nira Tebu*.
- Ji, Y. (2024). Logistics distribution scheduling algorithm based on artificial intelligence. *Measurement: Sensors*, 34(May), 101247. <https://doi.org/10.1016/j.measen.2024.101247>
- Jiménez-Ruiz, C. A., López-Padilla, D., Alonso-Arroyo, A., Aleixandre-Benavent, R., Solano-Reina, S., & de Granda-Orive, J. I. (2021). COVID-19 and Smoking: A Systematic Review and Meta-Analysis of the Evidence. *Archivos de Bronconeumología*, 57, 21–34. <https://doi.org/10.1016/j.arbres.2020.06.024>
- Khanavandi, H. A., Gandomkar, M., & Nikoukar, J. (2024). Resiliency planning of distribution network using of active distribution network partitioning. *Heliyon*, 10(16), e36422. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e36422>
- Laribi, O., & Rudion, K. (2021). Optimized planning of distribution grids considering grid expansion, battery systems and dynamic curtailment. *Energies*, 14(17). <https://doi.org/10.3390/en14175242>
- Li, M., Wang, Y., Peng, P., & Chen, Z. (2024). Toward Efficient Smart Management: A Review of Modeling and Optimization Approaches in Electric Vehicle-Transportation Network-Grid Integration. *Green Energy and Intelligent Transportation*, 100181. <https://doi.org/10.1016/j.geits.2024.100181>

- Lin, C., & Kou, G. (2021). A heuristic method to rank the alternatives in the AHP synthesis. *Applied Soft Computing*, *100*, 106916. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2020.106916>
- López González, A. J., Yunuen, E., Mateos, M., Arely, M., Garrido, L., & López Díaz, L. (2022). *Artículos científicos Digital teaching competencies in higher education: a literature review*. 9. <https://orcid.org/0000-0003-4089-7396>
- Luz, Z., Monar, Q., & Margarita, G. (2020). *Calidad en proyectos de Aguas Purificadas Comercializadas*. 3. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8890915>
- Macrina, G., Di Puglia Pugliese, L., Guerriero, F., & Laporte, G. (2020). Crowdsipping with time windows and transshipment nodes. *Computers & Operations Research*, *113*, 104806. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cor.2019.104806>
- Mandegari, M., Ebadian, M., & Saddler, J. (John). (2023). Decarbonizing North America's rail sector, international initiatives and local opportunities. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, *21*(May), 100859. <https://doi.org/10.1016/j.trip.2023.100859>
- Mejía, C., Camilo, O., Cardona, S., Mauricio, H., Albán, G., & Moreno, P. (2020). Análisis del tema no costos logísticos : un caso de estudio en Colombia. *Estudios Gerenciales*, *31*(134), 111–121. <http://dx.doi.org/10.1016/j.estger.2014.06.009>
- Mendoza, M., Alfonso, A., Herrera, F., José, T., Cadavid, V., Alberto, D., Alfonso, A., & Mendoza, M. (2020). Optimización Multiobjetivo En Una Cadena De Suministro. *Revista Ciencias Estratégicas*, *22*(32), 295–308.
- Ministerio de Producción, Comercio Exterior, I. y P. (2021). Libro Blanco de Economía Circular de Ecuador. *Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca*, *1*(9), 1–211. [https://www.produccion.gob.ec/wp-content/uploads/2021/05/Libro-Blanco-final-web\\_mayo102021.pdf](https://www.produccion.gob.ec/wp-content/uploads/2021/05/Libro-Blanco-final-web_mayo102021.pdf)
- Montoya, O. D., Gil-González, W., & Hernández, J. C. (2021). Efficient operative cost reduction in distribution grids considering the optimal placement and sizing of d-statcoms using a discrete-continuous vsa. *Applied Sciences (Switzerland)*, *11*(5), 1–18. <https://doi.org/10.3390/app11052175>



- Morro-Mello, I., Padilha-Feltrin, A., Melo, J. D., & Heymann, F. (2021). Spatial connection cost minimization of EV fast charging stations in electric distribution networks using local search and graph theory. *Energy*, 235, 121380. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.121380>
- Munim, Z. H., Duru, O., & Ng, A. K. Y. (2022). Transshipment port's competitiveness forecasting using analytic network process modelling. *Transport Policy*, 124(September 2020), 70–82. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2021.07.015>
- Muyulema-Allaica, J.-C., & Rodríguez-Balón, J.-C. (2023). Redes de distribución con transbordo como elemento de resiliencia empresarial: una revisión sistemática. *Revista Científica*, 47(2), 39–54. <https://doi.org/10.14483/23448350.20430>
- Muyulema-Allaica, J. C., & Tapias-Molina, D. B. (2024). Propuesta de marco para la evaluación de la sostenibilidad organizacional de las PyMEs agroalimentarias. *Arandu UTIC*, 11(2), 161–187. <https://www.uticvirtual.edu.py/revista.ojs/index.php/revistas/article/view/256/387%0Ahttps://www.uticvirtual.edu.py/revista.ojs/index.php/revistas/article/view/256>
- Nugent, M., Manuela Alberto, L., Quispe Teves. Julia, Taco Llave, A. M., & Flores Morales, J. (2019). *Universidad del Zulia (LUZ) Revista Venezolana de Gerencia (RVG) Gestión de cadena de suministro: una mirada desde la perspectiva teórica*. 88, 1–12.
- Oscar, A., & Carrasco, V. (2023). El Metaanálisis En La Investigación Científica Médica. *Rev Med La Paz*, 29(2).
- Panda, S., Mohanty, S., Rout, P. K., Sahu, B. K., Bajaj, M., Zawbaa, H. M., & Kamel, S. (2022). Residential Demand Side Management model, optimization and future perspective: A review. *Energy Reports*, 8, 3727–3766. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2022.02.300>
- Passalacqua, B. P., & Molin, J. P. (2020). *PATH ERRORS IN SUGARCANE TRANSSHIPMENT TRAILERS The need for accuracy in sugarcane machine traffic has boosted the adoption of automatic steering systems . These have been used in tractors pulling transshipment trailers . Such sets are long and articulated.*

<https://www.scielo.br/j/eagri/a/Z6ddwpWtvZKJtNZZhcMZYsL/?format=pdf&lang=en>

- Paul, J., & Barari, M. (2022). Meta-analysis and traditional systematic literature reviews—What, why, when, where, and how? *Psychology and Marketing*, 39(6), 1099–1115. <https://doi.org/10.1002/mar.21657>
- Pucha-Medina, P. M., Muyulema-Allaica, J. C., Sánchez-Macías, R. A., Bermeo-García, M. V., Ricardo-Tomalá, A. L., & Reyes-Soriano, F. E. (2023). Modelo optimizado de la red de distribución de la producción agrícola del cacao: un caso de estudio en el Cantón Santa Elena - Ecuador. *Gestión Del Conocimiento Perspectiva Multidisciplinaria Libro 51*, 1(March), 53–72.
- Rahmer, B., Garzón, H., & Garzón, J. (2019). Análisis comparativo de modelos de planificación agregada. El caso de las empresas manufactureras colombianas. *Revista De Métodos Cuantitativos Para La Economía Y La Empresa*, 33, 285–309. [www.upo.es/revistas/index.php/RevMetCuant/article/view/3946](http://www.upo.es/revistas/index.php/RevMetCuant/article/view/3946)
- Raicu, S., Costescu, D., Popa, M., & Bujor, C.-R. (2024). Strategic and tactical management of warehousing in distribution logistics. *Transportation Research Procedia*, 79(2022), 385–392. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2024.03.051>
- Riaño, F. E., Cruz, J. F., Montoya, O. D., Chamorro, H. R., & Alvarado-Barrios, L. (2021). Reduction of losses and operating costs in distribution networks using a genetic algorithm and mathematical optimization. *Electronics (Switzerland)*, 10(4), 1–25. <https://doi.org/10.3390/electronics10040419>
- 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 de Innovación Recerca En Educació*, 13(2), 1–13. <https://doi.org/10.1344/reire2020.13.230048>
- Rodriguez, C., Breña, J., & Esenarro, D. (2021). Las Variables en las metodología de la investigacion científica. In *Universidad Andres Bello* (Vol. 7, Issue 1). <https://drive.google.com/file/d/1jvYNB1AOz814ezOp5ydZ1hYxrahvDkNM/view>

- Rodríguez, M. (2023). *Diseño de red de distribución para optimizar el reparto en una planta purificadora de agua*. 4696–4709.
- Rojas, M. D. L., Valencia, M. E. C., & Cuartas, D. P. (2017). Optimización racional de costos. *Espacios*, 38(39), 47–103.
- Salas, H. G. (2022). *Tecnura*. 165–189.
- Samuel, C. N., Diallo, C., Venkatadri, U., & Ghayebloo, S. (2021). Multicomponent multiproduct closed-loop supply chain design with transshipment and economies of scale considerations. *Computers & Industrial Engineering*, 153, 107073. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cie.2020.107073>
- Santabárbara, J. (2019). Cálculo del intervalo de confianza para los coeficientes de correlación mediante sintaxis en SPSS. *REIRE Revista de Innovación y Recerca En Educació*n, 12 (2), 1–14. <https://doi.org/10.1344/reire2019.12.228245>
- Sherif, M. (2020). Journal IP. *Economics Letters*, 109008. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2024.109349>
- Shoukat, R. (2024). Integrated supply chain plan under multiple distribution networks: an implementation of mixed integer linear programming. *Circular Economy and Sustainability*, 43615. <https://doi.org/10.1007/s43615-024-00404-3>
- Sierra, J., Rojas, O., & Zamudo. (2015). (PDF) Modelo de transbordo multimodal multiperiodo. Solución a empresas con robustez logística. *Congreso Internacional de Logística y Cadena de Suministro (CiLOG2015)*, October. [https://www.researchgate.net/publication/282947974\\_Modelo\\_de\\_transbordo\\_multimodal\\_multiperiodo\\_Solucion\\_a\\_empresas\\_con\\_robustez\\_logistica](https://www.researchgate.net/publication/282947974_Modelo_de_transbordo_multimodal_multiperiodo_Solucion_a_empresas_con_robustez_logistica)
- Silva-Rodríguez, J. D., & Ocampo-Velez, P. C. (2023). Comparison of mathematical models in reverse logistics: case of pesticide containers and packaging. *DYNA (Colombia)*, 90(228), 47–54. <https://doi.org/10.15446/dyna.v90n228.108240>
- Soares, L. C., Ferneda, E., & do Prado, H. A. (2022). Transportation and logistics observatories: Guidelines for a conceptual model. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 16(August 2021), 0–2. <https://doi.org/10.1016/j.trip.2022.100682>

- Soares, R., Marques, A., Amorim, P., & Parragh, S. N. (2024). Synchronisation in vehicle routing: Classification schema, modelling framework and literature review. *European Journal of Operational Research*, 313(3), 817–840. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2023.04.007>
- Tadeo R. Saldivar-Patiño, Jorge L. Recalde-Ramírez, M. M. L. (2021). *Reorganización de establecimientos escolares en el departamento de Caazapá mediante un modelo programación matemática*. 26(2), 24–40.
- Tan, K., Xu, F., Fang, X., & Li, C. (2023). Research on Location Selection for Urban Networks of Less-than-Truckload Express Enterprises Based on Improved Immune Optimization Algorithm. *Mathematics*, 11(6). <https://doi.org/10.3390/math11061543>
- Torres, H., Luis, J., Piedra, R., Ivan, C., Cueva, M., Marilyn, N., & Empresarial, L. (2020). *Hidalgo torres jose luis rivadeneira piedra christian ivan moreno cueva nidia marilyn moreno cueva neima yadira*.
- Valdés, M. G., & Marín, M. S. (2013). Delphi method for the expert consultation in the scientific research. *Revista Cubana de Salud Publica*, 39(2), 253–267.
- Vaquer, A. J. (2023). Aplicación de la programación lineal en el planeamiento de la producción de una acería. *South Florida Journal of Development*, 4(4), 1623–1638. <https://doi.org/10.46932/sfjdv4n4-015>
- Wang, X., Guo, Q., Tu, C., Li, J., Xiao, F., & Wan, D. (2023). A two-stage optimal strategy for flexible interconnection distribution network considering the loss characteristic of key equipment. *International Journal of Electrical Power and Energy Systems*, 152(May), 109232. <https://doi.org/10.1016/j.ijepes.2023.109232>
- Wolfinger, D. (2021). A Large Neighborhood Search for the Pickup and Delivery Problem with Time Windows, Split Loads and Transshipments. *Computers and Operations Research*, 126, 105110. <https://doi.org/10.1016/j.cor.2020.105110>

- Yavari, M., & Zaker, H. (2020). Designing a resilient-green closed loop supply chain network for perishable products by considering disruption in both supply chain and power networks. *Computers & Chemical Engineering*, 134, 106680. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.compchemeng.2019.106680>
- Yepes. (2020). Declaracion PRISMA 2020: una guia actualizada para la publicacion derevisiones sistematicas. *The BMJ*, 372(9), 790–799.
- Zapata Cortes, J. A., Vélez Bedoya, Á. R., & Arango Serna, M. D. (2020). Mejora del proceso de distribución en una empresa de transporte. *Investigación Administrativa*, 49–2, 0–17. <https://doi.org/10.35426/iav49n126.08>
- Zuñiga, E. A., Chambi, S. C., Carbajal, C. C., Meléndez, F. R. A., Figueroa, I. T., Viveros, W. Y., & Coaquira, J. E. Q. (2021). Relative economic values for fineness traits in alpaca fibre of the Puno Region. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Peru*, 32(4), 1–11. <https://doi.org/10.15381/RIVEP.V32I4.20936>

# ANEXOS

## Anexo A. Software de análisis de jerarquía (AHP)

	PL	MINLP	SM	HYB	MOLP	DP	MT	MILP	VPR	MBA	Matriz Normalizada										Ponderación		
15	PL	1	7	3	5	2	5	3	5	5	0.302	0.575	0.346	0.361	0.206	0.297	0.182	0.203	0.169	0.161	0.280		
16	MINLP	0,142857143	1	2	2	1	2	2	3	2	0,043	0,082	0,231	0,145	0,103	0,119	0,122	0,068	0,097	0,113	0,113		
17	SM	0,333333333	0,5	1	3	2	2	2	5	7	0,101	0,041	0,115	0,217	0,206	0,119	0,121	0,203	0,237	0,258	0,162		
18	HYB	0,2	0,5	0,333333333	1	2	2	2	3	2	0,060	0,041	0,038	0,072	0,206	0,119	0,121	0,122	0,068	0,065	0,091		
19	MOLP	0,5	1	0,5	0,5	1	3	3	2	5	0,151	0,082	0,058	0,036	0,103	0,178	0,182	0,061	0,169	0,097	0,114		
20	DP	0,2	0,5	0,5	0,5	0,333333333	1	2	3	2	0,060	0,041	0,058	0,036	0,034	0,059	0,121	0,122	0,068	0,065	0,066		
21	MT	0,333333333	0,5	0,5	0,5	0,333333333	0,5	1	2	2	0,101	0,041	0,058	0,036	0,034	0,030	0,061	0,081	0,068	0,065	0,057		
22	MILP	0,2	0,333333333	0,5	0,333333333	0,5	0,333333333	0,5	1	3	0,060	0,027	0,058	0,024	0,052	0,020	0,030	0,041	0,102	0,097	0,051		
23	VPR	0,2	0,5	0,2	0,5	0,2	0,5	0,5	0,333333333	1	2	0,060	0,041	0,023	0,036	0,021	0,030	0,030	0,014	0,034	0,065	0,035	
24	MBA	0,2	0,333333333	0,125	0,5	0,333333333	0,5	0,5	0,333333333	0,5	1	0,060	0,027	0,014	0,036	0,034	0,030	0,030	0,014	0,017	0,032	0,030	
25	TOTAL	3,30952381	12,16666667	8,658333333	13,83333333	9,7	16,83333333	16,5	24,66666667	29,5	31												

	PL	MINLP	SM	HYB	MOLP	DP	MT	MILP	VPR	MBA	Matriz Normalizada										Ponderación		
15	PL	1	7	3	5	2	5	3	5	5	0.302	0.575	0.346	0.361	0.206	0.297	0.182	0.203	0.169	0.161	0.280		
16	MINLP	0,142857143	1	2	2	1	2	2	3	2	0,043	0,082	0,231	0,145	0,103	0,119	0,122	0,068	0,097	0,113	0,113		
17	SM	0,333333333	0,5	1	3	2	2	2	5	7	0,101	0,041	0,115	0,217	0,206	0,119	0,121	0,203	0,237	0,258	0,162		
18	HYB	0,2	0,5	0,333333333	1	2	2	2	3	2	0,060	0,041	0,038	0,072	0,206	0,119	0,121	0,122	0,068	0,065	0,091		
19	MOLP	0,5	1	0,5	0,5	1	3	3	2	5	0,151	0,082	0,058	0,036	0,103	0,178	0,182	0,061	0,169	0,097	0,114		
20	DP	0,2	0,5	0,5	0,5	0,333333333	1	2	3	2	0,060	0,041	0,058	0,036	0,034	0,059	0,121	0,122	0,068	0,065	0,066		
21	MT	0,333333333	0,5	0,5	0,5	0,333333333	0,5	1	2	2	0,101	0,041	0,058	0,036	0,034	0,030	0,061	0,081	0,068	0,065	0,057		
22	MILP	0,2	0,333333333	0,5	0,333333333	0,5	0,333333333	0,5	1	3	0,060	0,027	0,058	0,024	0,052	0,020	0,030	0,041	0,102	0,097	0,051		
23	VPR	0,2	0,5	0,2	0,5	0,2	0,5	0,5	0,333333333	1	2	0,060	0,041	0,023	0,036	0,021	0,030	0,030	0,014	0,034	0,065	0,035	
24	MBA	0,2	0,333333333	0,125	0,5	0,333333333	0,5	0,5	0,333333333	0,5	1	0,060	0,027	0,014	0,036	0,034	0,030	0,030	0,014	0,017	0,032	0,030	
25	TOTAL	3,30952381	12,16666667	8,658333333	13,83333333	9,7	16,83333333	16,5	24,66666667	29,5	31												

Escala Numérica Escala Verbal Explicación

1 igualmente importante. Moderadamente

3 importante. Fuertemente

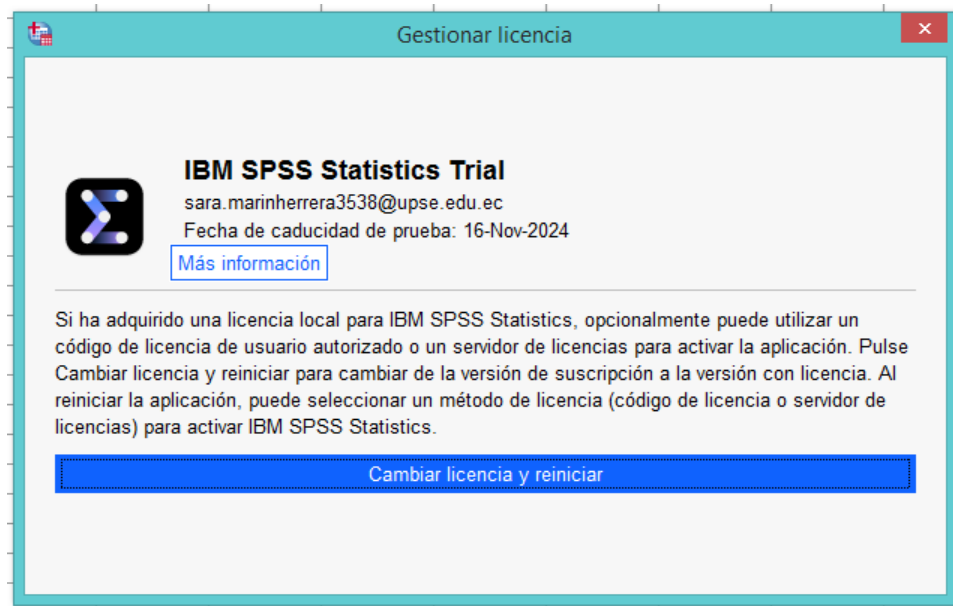
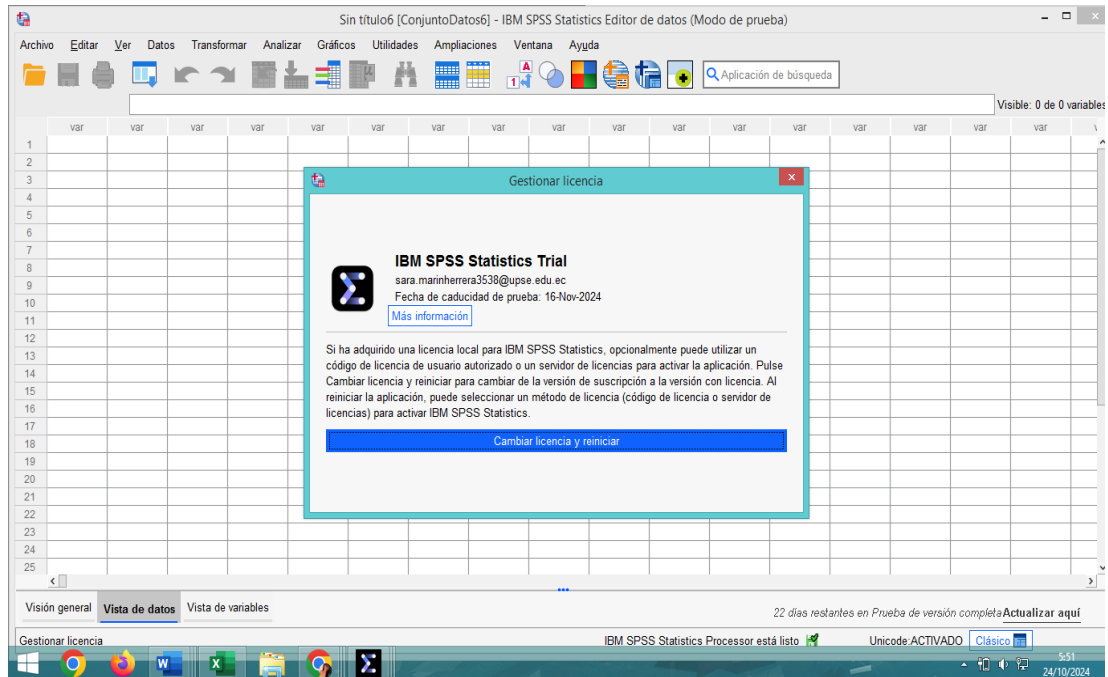
5 importancia Muy fuerte

7 o importancia extrema

9 mente

2,4,6,8

## Anexo B. Licencia para utilizar el software



*Anexo C. Cuestionario para recolección de datos*



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



**Cuestionario para la recolección de datos**

**Autor:** Sara Elizabeth Marin Herrera

**Objetivo:** Implementar el método de censo para la recolección de datos del trabajo de investigación para la modelación de una red de distribución de la empresa American Beverage Company Beveracom S.A., cantón La Libertad Ecuador.

**Preguntas:**

**P1. ¿Considera que el tipo de servicio de transporte utilizado por la empresa para la distribución de botellones de agua es adecuado?**

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Neutral
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

**P2. ¿Evalúa que la cantidad de camiones que tiene la empresa es suficiente para cubrir la demanda de distribución de botellones de agua?**

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Neutral
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

**P3. ¿Considera que la capacidad de reparto actual permite una cobertura completa para la entrega de botellones de agua en todas las zonas de la provincia de Santa Elena?**

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Neutral
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo



**P4. ¿Considera que la empresa necesita cubrir más puntos de venta para mejorar las zonas de distribución?**

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Neutral
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

**P5. ¿Considera que la frecuencia con que la empresa distribuye los botellones de agua es apropiada para satisfacer las necesidades del cliente?**

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Neutral
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

**P6. ¿Percibe que las rutas de distribución están optimizadas para minimizar los tiempos de entrega de botellones de agua?**

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Neutral
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

**P7. ¿Considera que los principales problemas durante la distribución de botellones de agua afectan de manera considerable la eficiencia operativa?**

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Neutral
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

**P8. ¿Opina que los inconvenientes en la distribución de botellones de agua generan costos adicionales para la empresa?**

Totalmente de acuerdo

De acuerdo

Neutral

En desacuerdo

Totalmente en desacuerdo

**P9. ¿Evalúa que los costos de transportar los botellones de agua desde la empresa hasta el centro de acopio son razonables?**

Totalmente de acuerdo

De acuerdo

Neutral

En desacuerdo

Totalmente en desacuerdo

**P10. ¿Estima que los costos de transportar los botellones de agua desde el centro de acopio hasta los clientes son justificados?**

Totalmente de acuerdo

De acuerdo

Neutral

En desacuerdo

Totalmente en desacuerdo

**P11. ¿Cree usted que es necesario diseñar un modelo de red logística para distribución de botellones de agua?**

Totalmente de acuerdo

De acuerdo

Neutral

En desacuerdo

Totalmente en desacuerdo



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



**Entrevista para la recolección de datos**

**Autor:** Sara Elizabeth Marin Herrera

**Objetivo:** Implementar la técnica de entrevista para la recolección del trabajo de investigación para la modelación de una red de distribución de la empresa American Beverage Company Beveracom S.A., cantón La Libertad Ecuador.

Preguntas:

**P1. ¿Cuáles son los puntos donde se distribuyen los botellones de agua?**

---

---

**P2. ¿Cuál es la capacidad de carga de los camiones utilizados en las rutas de distribución?**

---

---

**P3. ¿Cuántos pedidos se rechazan por no cumplir con las especificaciones de calidad?**

---

---

**P4. ¿Cuál es la capacidad de producción semanal de la empresa?**

---

---

**P5. ¿Cuáles son los costos de transporte para distribuir los botellones de agua?**

---

---

**P6. ¿Cuáles son los costos por unidad de los botellones de agua?**

---

---

**P7. ¿En la empresa embotelladora de agua como se maneja el ruteo de distribución?**

---

---

Anexo E. Formato para validación de la entrevista

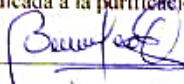


UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



ASUNTO: VALIDACIÓN DE ENTREVISTA POR EXPERTOS.

Opinión: Yo Mario Bermeo Corrales, con CI: 1207326813, a solicitud del estudiante de Ingeniería Industrial, **MARÍN HERRERA SARA ELIZABETH**, identificado con CI: **2450303538**, para evaluar la idoneidad de las preguntas incluidas en el instrumento de recolección de datos por el método de **juicio por expertos** para su tesis sobre el "Modelo de red de distribución para minimización de costos en la empresa American Beverage Company Beveragecom S.A., Cantón La Libertad - Ecuador.". Este estudio está dirigido específicamente al personal operativo de la empresa, dedicada a la purificación y distribución de agua.



FIRMA

Escala de Likert:

-1: Totalmente en desacuerdo, -2: En desacuerdo, -3: Indeciso, -4: De acuerdo, -5 Totalmente de acuerdo.

No.	PREGUNTAS	RESPUESTA DECLARADA POR EXPERTO
1.	¿Cuáles son los puntos donde se distribuyen los botellones de agua?	
2.	¿Cuál es la capacidad de cargando los camiones utilizando en las rutas de distribución?	
3.	¿Cuántos pedidos se rechazan por no cumplir con las especificaciones de calidad?	
4.	¿Cuál es la capacidad de producción semanal de la empresa?	
5.	¿Cuáles son los costos de transporte para distribuir los botellones de agua?	
6.	¿Cuáles son los costos por unidad de los botellones de agua?	
7.	¿En la empresa embotelladora de agua como se maneja el ruteo de distribución?	

Datos del Experto

Profesión:	<u>Iny Industrial</u>	Correo:	<u>mbermeo@upse.edu.ec</u>
Años de experiencia:	<u>20</u>	Fecha de validación:	<u>18 OCTUBRE 2024</u>




Anexo F. Formato para validación de cuestionario



UNIVERSIDAD ESTADAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



<b>ASUNTO: VALIDACIÓN DE ENTREVISTA POR EXPERTOS.</b>		
Opinión: Yo <u>Mario Bermeo Corrales</u> , con CI: <u>1207320813</u> , a solicitud del estudiante de Ingeniería Industrial, <b>MARÍN HERRERA SARA ELIZABETH</b> , identificado con CI: <b>2450303538</b> , para evaluar la idoneidad de las preguntas incluidas en el instrumento de recolección de datos por el método de <b>juicio por expertos</b> para su tesis sobre el "Modelo de red de distribución para minimización de costos en la empresa American Beverage Company Beveragecom S.A., Cantón La Libertad – Ecuador.". Este estudio está dirigido específicamente al personal operativo de la empresa, dedicada a la <b>purificación</b> y distribución de agua.		
 FIRMA		
<b>Escala de Likert:</b>		
-1: Totalmente en desacuerdo, -2: En desacuerdo, -3: Indeciso, -4; De acuerdo, -5 Totalmente de acuerdo.		
No.	PREGUNTAS	RESPUESTA DECLARADA POR EXPERTO
1.	¿Cuáles son los puntos donde se distribuyen los botellones de agua?	
2.	¿Cuál es la capacidad de cargando los camiones utilizando en las rutas de distribución?	
3.	¿Cuántos pedidos se rechazan por no cumplir con las especificaciones de calidad?	
4.	¿Cuál es la capacidad de producción semanal de la empresa?	
5.	¿Cuáles son los costos de transporte para distribuir los botellones de agua?	
6.	¿Cuáles son los costos por unidad de los botellones de agua?	
7.	¿En la empresa embotelladora de agua como se maneja el ruteo de distribución?	

Datos del Experto			
Profesión:	<u>Iny Industrial</u>	Correo:	<u>mbermeo@upse.edu.ec</u>
Años de experiencia:	<u>20.</u>	Fecha de validación:	<u>18 OCTUBRE 2024.</u>



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



5.	¿Considera que la frecuencia con la que la empresa distribuye los botellones de agua es apropiada para satisfacer las necesidades del cliente?	
6.	¿Percibe que las rutas de distribución están optimizadas para minimizar los tiempos de entrega de botellones de agua?	
7.	¿Considera que los principales problemas durante la distribución de botellones de agua afectan de manera considerable la eficiencia operativa?	
8.	¿Opina que los inconvenientes en la distribución de botellones de agua generan costos adicionales para la empresa?	
9.	¿Evalúa que los costos de transportar botellones de agua desde la empresa hasta los centros de acopio hasta los clientes son razonables?	
10.	¿Estima que los costos de transportar los botellones de agua desde centro de acopio hasta los clientes son justificados?	
11.	¿Cree usted que es necesario diseñar un modelo de red logística para distribución de botellones de agua?	

Datos del Experto			
Profesión:	<i>Ingeniero Industrial</i>	Correo:	<i>glenora@upse.edu.ec</i>
Años de experiencia:	<i>35</i>	Fecha de validación:	<i>18 Octubre 2024</i>

*Anexo G. Recolección de datos*













## Anexo H. Tabulación de datos en el software

The screenshot shows the IBM SPSS Statistics Editor interface. The title bar reads '\*TESISSARA.sav [ConjuntoDatos4] - IBM SPSS Statistics Editor de datos (Modo de prueba)'. The menu bar includes Archivo, Editar, Ver, Datos, Transformar, Analizar, Gráficos, Utilidades, Ampliaciones, Ventana, and Ayuda. The toolbar contains various icons for file operations and data analysis. The main window displays a data table with 13 variables (P1 to P11, VI, VD) and 25 rows. The variables are measured on a scale from 2 to 5. The bottom status bar indicates '22 días restantes en Prueba de versión completa Actualizar aquí' and 'IBM SPSS Statistics Processor está listo'.

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	VI	VD	var	var	var	var	var	var
1	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	16	13						
2	3	4	3	3	2	3	3	3	3	3	2	18	14						
3	4	3	4	3	2	3	3	3	5	3	2	19	16						
4	4	2	4	3	4	3	4	5	3	3	3	20	18						
5	3	3	3	5	3	3	4	4	3	5	3	20	19						
6	4	4	3	3	4	3	3	4	3	3	5	21	18						
7	4	4	4	3	3	4	3	3	4	3	5	22	18						
8	3	4	3	3	4	3	3	5	5	4	4	20	21						
9	4	5	3	5	3	5	4	4	4	4	3	25	19						
10	3	3	3	4	4	5	4	5	3	4	4	22	20						
11	4	5	5	5	5	4	4	3	4	3	4	28	18						
12	4	4	3	5	4	5	5	4	5	5	5	25	24						
13	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	30	25						
14	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	30	25						
15	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	30	25						
16	5	4	5	5	5	5	4	5	5	5	5	29	24						
17	4	5	4	5	5	5	5	5	5	5	4	28	24						
18	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	30	24						
19	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	29	24						
20	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5	5	29	24						
21																			
22																			
23																			
24																			
25																			

## Anexo I. Coeficiente Alfa de Cronbach por expertos para el censo

The screenshot shows the R Studio interface. The top pane displays a data matrix with 11 rows and 4 columns. The bottom pane shows the R console output for a Cronbach's Alpha reliability test.

	1	2	3	4
1	5	5	5	5
2	5	5	5	5
3	4	4	4	5
4	5	5	5	5
5	4	4	4	5
6	4	4	4	5
7	5	5	5	5
8	4	4	4	5
9	4	4	4	5
10	5	5	5	5
11	5	5	5	5

```

R 4.4.1: ~/alpha/
> View(PSARA)
> library(umx)
Cargando paquete requerido: OpenMx
For an overview type '?umx'

Adjuntando el paquete: 'umx'

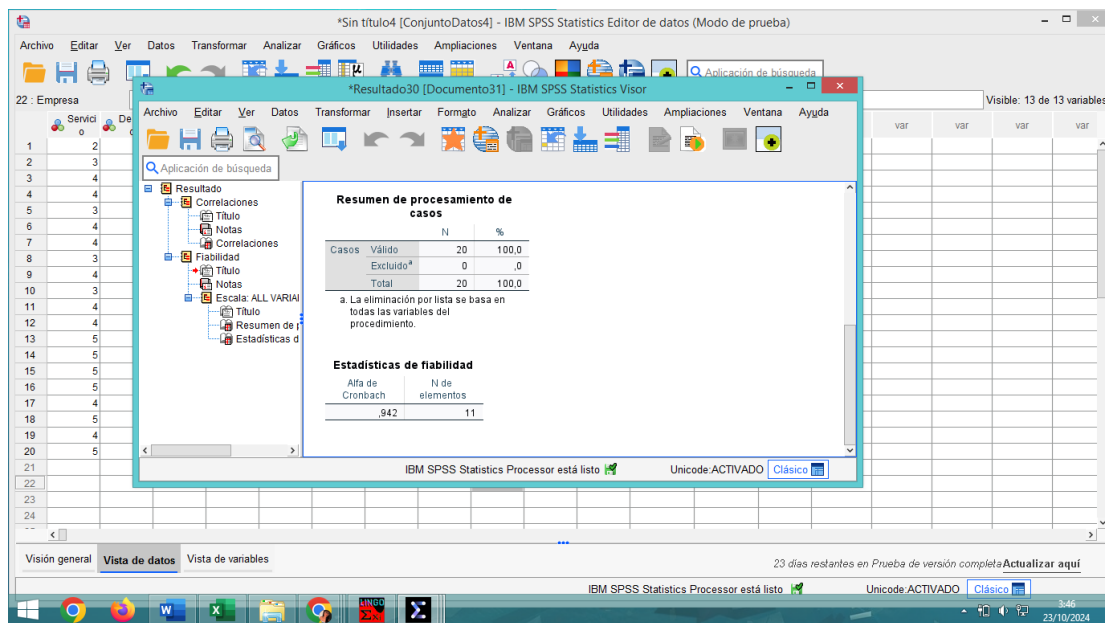
The following object is masked from 'package:stats':

  loadings

> base<-data.matrix(PSARA)
> reliability(cov(PSARA))
Alpha reliability = 0.8889
Standardized alpha = NaN
  
```



### Anexo J. Coeficiente Alfa de Cronbach en respuesta de las preguntas del censo.



### Anexo K. Coeficiente Alfa de Cronbach por expertos de Entrevista.

	E1	E2	E3	E4
1	4	4	4	5
2	4	4	4	5
3	5	4	5	5
4	4	4	4	5
5	4	4	4	5
6	5	5	5	5
7	4	4	4	5

Showing 1 to 7 of 7 entries, 4 total columns

R 4.4.1 · ~/alpha/ ↗

```
> base<-data.matrix(SARA!)
Error: inesperado '!' en "base<-data.matrix(SARA!)"
> base<-data.matrix(SARA1)
> reliability(cov(umx))
Error: objeto 'umx' no encontrado
> reliability(cov(SARA1))
Alpha reliability = 0.8081
Standardized alpha = NaN
```

```
Reliability deleting each item in turn:
Alpha Std.Alpha r(item, total)
E1 0.5769      NaN      0.9303
E2 0.7500      NaN      0.6455
E3 0.5769      NaN      0.9303
E4 0.9091     0.9065      NaN
>
```

## Anexo L. Correlación de las variables

The screenshot displays the IBM SPSS Statistics Visor interface. The main window shows a correlation matrix for two variables, VI and VD. The matrix is as follows:

	VI	VD
VI	1	,876**
Correlación de Pearson		
Sig. (bilateral)		<,001
N	20	20
VD	,876**	1
Correlación de Pearson		
Sig. (bilateral)	<,001	
N	20	20

\*\* La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

The interface includes a menu bar with options like Archivo, Editar, Ver, Datos, Transformar, Insertar, Formato, Analizar, Gráficos, Utilidades, Ampliaciones, Ventana, and Ayuda. A taskbar at the bottom shows the Windows Start button, several application icons, and the system tray with the date 23/10/2024 and time 8:44.