

**DISEÑO DE UNA RED DE DISTRIBUCIÓN LOGÍSTICA PARA EL GRUPO  
COSALCO**

**IVÁN ESTEBAN SALAZAR BAUTISTA**

**Proyecto Integral de Grado para optar por el título de  
Ingeniero Industrial**

**Orientador**

**Gustavo Adolfo Salas Orozco**

**Ingeniero Industrial**

**FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA  
FACULTAD DE INGENIERÍAS  
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
BOGOTÁ D.C.**

**2021**

**NOTA DE ACEPTACIÓN**

---

---

---

---

---

---

---

Nombre  
Firma del Director

---

Nombre  
Firma del Presidente Jurado

---

Nombre  
Firma del Jurado

---

Nombre  
Firma del Jurado

Bogotá D.C., febrero de 2021

## **DIRECTIVOS DE LA UNIVERSIDAD**

Presidente de la Universidad y Rector del Claustro

Dr. Mario Posada García-Peña

Consejero Institucional

Dr. Luis Jaime Posada García-Peña

Vicerrectora Académica y de Investigaciones

Dra. María Claudia Aponte González

Vicerrector Administrativo y Financiero

Dr. Ricardo Alfonso Peñaranda Castro

Secretaria General

Dra. Alexandra Mejía Guzmán

Decano de la Facultad

Dr. Julio César Fuentes Arismendi

Director de Programa

Dr. Julio Aníbal Moreno Galindo

## **DEDICATORIA**

Este trabajo está dedicado a mis padres, Fernando Salazar y Azucena Bautista por haberme apoyado en cada momento de esta etapa y en el proceso de formación como Ingeniero Industrial, ellos me llevaron a ser la persona que soy hoy, me motivaron constantemente para alcanzar esta meta y me acompañaron en los momentos más difíciles.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a la Universidad de América, institución en la cual finalizo mi pregrado en Ingeniería Industrial, por haberme brindado la oportunidad de formarme como profesional y como resultado crecer a nivel personal, además de esto ofrezco un reconocimiento a todos aquellos profesores con que tuve la oportunidad de aprender a lo largo de estos años, los cuales a través de su labor me han motivado a buscar la excelencia como profesional.

Adicionalmente, quiero expresar mi agradecimiento a Grupo Cosalco y a sus colaboradores, en especial a Santiago Salazar, Sebastián Salazar y Diego Pinilla, quienes confiaron en mis capacidades, este trabajo no habría sido posible sin su dedicación y orientación, quienes me facilitaron de manera oportuna la información específica y requerida para alcanzar los objetivos del presente Trabajo de Grado, sumándose a este gran logro personal.

Las directivas de la Universidad de América, los jurados calificadores y el cuerpo docente no son responsables por los criterios e ideas expuestas en el presente documento. Estos corresponden únicamente a los autores.

## TABLA DE CONTENIDO

	pág.
RESUMEN	16
INTRODUCCIÓN	17
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	18
1.1. Antecedentes	22
1.2. Pregunta de investigación	24
1.3. Justificación	24
1.4. Hipótesis	25
1.5. Objetivo general	25
1.6. Objetivos específicos	25
2. METODOLOGÍA	26
2.1. Metodología de diagnóstico	26
2.2. Metodología de definición de alternativa de configuración	27
2.3. Metodología de definición de modelo matemático	28
2.4. Metodología de identificación de variables de diseño	28
2.5. Metodología de desarrollo de modelo matemático	29
2.6. Metodología de estudio financiero	29
2.7. Lugar	30
2.8. Materiales	30
2.9. Equipos	31
2.10. Métodos de análisis documental o experimental	31
3. MARCO REFERENCIAL	32
3.1. Marco teórico	32
3.1.1. Diagnostico	32
3.1.2. Definición de alternativa de configuración	35
3.1.3. Definición de modelo matemático	37
3.1.4. Definición de modelo matemático	39
3.1.5. Desarrollo de modelo matemático	41

3.1.6. Estudio financiero	43
3.2. Marco histórico	44
3.3. Marco normativo	47
3.4. Marco organizacional	50
4. DIAGNÓSTICO	52
4.1. Análisis PESTAL internacional	52
4.1.1. Factores políticos	53
4.1.2. Factores económicos	55
4.1.3. Factores sociales	57
4.1.4. Factores tecnológicos	58
4.1.5. Factores ambientales	59
4.1.6. Factores legales	60
4.2. Análisis del sector	61
4.3. Análisis del subsector	66
4.4. Procedimiento de diagnóstico	68
4.4.1. Caracterización del proceso logístico	69
4.4.2. Identificación de causas	79
4.4.3. Priorización de causas a través de matriz Vester	83
4.4.4. Selección de fuentes primarias	89
4.4.5. Recolección de información de fuentes primarias	92
4.4.6. Validación de causas a través de fuentes primarias	94
4.4.7. Análisis de convergencia	105
4.4.8. Análisis de resultados de la encuesta	107
4.4.9. Matriz DOFA	121
5. IDENTIFICACIÓN DE FACTORES A CONSIDERAR EN EL DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN LOGÍSTICA	123
6. DEFINICIÓN DE ALTERNATIVA DE CONFIGURACIÓN DE RED DE DISTRIBUCIÓN LOGÍSTICA	131
6.1. Configuración logística de distribución actual	131
6.2. Especificación de modelo de distribución	133
6.3. Conceptualización de modelos de distribución	134



6.3.1. Distribución directa	135
6.3.2. Distribución escalonada	135
6.3.3. Distribución cross docking	137
6.3.4. Distribución directa desde almacén central	138
6.3.5. Plataforma de consolidación	139
6.4. Correspondencia de la configuración logística de distribución actual frente a los modelos de distribución	140
6.5. Selección de modelo de distribución para el diseño de red de distribución logística	147
6.5.1. Selección de criterios de decisión	148
6.5.2. Construcción de la escala de valoración	148
6.5.3. Ponderación objetiva	150
6.5.4. Ponderación subjetiva	153
6.5.5. Ponderación definitiva	155
6.5.6. Calificación de modelos de distribución	156
6.6. Validación de modelo de distribución a seleccionar a través de fuentes primarias	157
6.7. Análisis de resultados para definir modelo de distribución a considerar en el diseño de la red de distribución logística	158
6.8. Descripción de red de distribución logística propuesta	160
6.9. Decisiones relacionadas con el almacén central	162
6.9.1. Rol del almacén	164
6.9.2. Ubicación del almacén	165
7. DEFINICIÓN Y DESARROLLO DE MODELO MATEMÁTICO PARA DISEÑAR LA RED DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN	172
7.1. Formulación del modelo matemático	173
7.1.1. Índices	173
7.1.2. Parámetros	174
7.1.3. Variables	174
7.1.4. Función objetivo	174
7.1.5. Restricciones	175
7.1.6. Descripción de las ecuaciones del modelo matemático	175
7.2. Resolución del modelo matemático	176

7.2.1. Solución configuración de distribución logística actual	176
7.2.2. Solución red de distribución logística propuesta	184
7.3. Análisis comparativo de escenarios	189
7.3.1. Conjuntos de escenarios	191
7.3.2. Parámetros de escenarios	191
7.3.3. Escenario 1: Operación actual	193
7.3.4. Escenario 2: Almacén centralizado	194
7.3.5. Escenario 3: Red de distribución logística propuesta	197
7.4. Análisis de sensibilidad	201
8. ESTUDIO FINANCIERO	209
8.1. Inversión inicial	209
8.1.1. Activos fijos	209
8.1.2. Costo de capital	210
8.2. Financiación del proyecto	211
8.3. Depreciación de activos	212
8.4. Amortización de activos	213
8.5. Estado de resultados propuesto	213
8.6. Flujo de caja propuesto	214
8.7. Indicadores financieros	216
8.7.1. Tasa interna de oportunidad (TIO)	216
8.7.2. Valor presente neto (VPN)	217
8.7.3. Relación costo beneficio (B/C)	217
9. CONCLUSIONES	219
BIBLIOGRAFÍA	221
ANEXOS	230

## LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Árbol de problemas	21
Figura 2. Evolución de la logística hacia la cadena de suministro	45
Figura 3. Variación interanual del volumen del comercio mundial de bienes, enero de 2017 a mayo de 2020 (en porcentajes).	63
Figura 4. Entregas totales de enero de 2019 a junio de 2020 Cosalco Colombia	65
Figura 5. Relación de distribución de Grupo Cosalco y fabricantes	67
Figura 6. Mapa de procesos de Grupo Cosalco	70
Figura 7. Símbolos del VSM	72
Figura 8. VSM Colombia estado actual	73
Figura 9. SIPOC compras	75
Figura 10. SIPOC facturación	75
Figura 11. SIPOC despachos	77
Figura 12. SIPOC inventario en consignación	77
Figura 13. SIPOC control de inventario o reserva de inventario	79
Figura 14. Diagrama de Ishikawa a partir de método de estratificación	81
Figura 15. Plano cartesiano de la matriz Vester	87
Figura 16. Convergencia y divergencia de causas	106
Figura 17. Relación ente tiempo de respuesta y número de instalaciones	124
Figura 18. Relación ente costo de inventario y número de instalaciones	125
Figura 19. Relación ente costo de transporte y número de instalaciones	126
Figura 20. Relación ente costo de instalaciones y número de instalaciones	127
Figura 21. Relación ente tiempo de respuesta, costo logístico total y número de instalaciones	128
Figura 22. Red generalizada de flujo de productos	129
Figura 23. Grafo de la configuración logística de distribución actual	132
Figura 24. Fases para especificar el modelo de distribución	134
Figura 25. Esquema de distribución directa	135
Figura 26. Esquema de distribución escalonada	136

Figura 27. Esquema de distribución cross docking	137
Figura 28. Esquema de distribución directa desde almacén central	139
Figura 29. Esquema de plataforma de consolidación	140
Figura 30. Modelo genérico de distribución escalonada	160
Figura 31. Modelo de distribución escalonada adaptado	161
Figura 32. SIPOC manejo del almacén central	164
Figura 33. Datos de entrada LOGWARE	168
Figura 34. Resultados método centro de gravedad	169
Figura 35. Ubicación geográfica de método centro de gravedad	169
Figura 36. Grafo de la red de distribución logística propuesta	171
Figura 37. Registro de la formulación del modelo matemático configuración actual	182
Figura 38. Solución modelo matemático configuración de distribución logística actual	183
Figura 39. Registro de la formulación del modelo matemático red de distribución propuesta	187
Figura 40. Solución modelo matemático red de distribución logística propuesta	188
Figura 41. Grafo de la configuración logística de distribución actual	193
Figura 42. Grafo de la configuración logística de distribución con almacén centralizado	195
Figura 43. Grafo de la red de distribución logística propuesta	197
Figura 44. Resultados escenarios red de distribución logística (Italia)	199
Figura 45. Resultados escenarios red de distribución logística (México)	200
Figura 46. Informe de sensibilidad, variables	203
Figura 47. Informe de sensibilidad, restricciones	204
Figura 48. Solución modelo matemático red de distribución logística propuesta después de análisis de sensibilidad	208
Figura 49. Diagrama de flujo de caja	215

## LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Normatividad del comercio colombiano	47
Tabla 2. Líneas de Producto	51
Tabla 3. Listado de causas que ocasionan fallos en la cadena de suministro	82
Tabla 4. Formato matriz Vester	83
Tabla 5. Escala de calificación de la matriz Vester	84
Tabla 6. Matriz Vester desarrollada	85
Tabla 7. Clasificación de causas por matriz Vester	88
Tabla 8. Expertos a encuestar	91
Tabla 9. Trazabilidad de preguntas	92
Tabla 10. Matriz Rij de causas	96
Tabla 11. Modelo objetivo de causas	98
Tabla 12. Triángulo de Fuller de causas	99
Tabla 13. Modelo subjetivo de causas	100
Tabla 14. Modelo definitivo de causas	100
Tabla 15. Matriz de calificaciones de causas	101
Tabla 16. Clasificación de causas con base en la amplitud de intervalos	103
Tabla 17. Matriz de calificaciones de causas clasificada por intervalos	104
Tabla 18. Análisis de convergencia	105
Tabla 19. Definición de tópicos para la pregunta 2	108
Tabla 20. Categorización para la pregunta 2	110
Tabla 21. Resultados pregunta 3	113
Tabla 22. Categorización para la pregunta 3	114
Tabla 23. Categorización para la pregunta 4	115
Tabla 24. Resultados pregunta 5	116
Tabla 25. Categorización para la pregunta 5	117
Tabla 26. Resultados pregunta 6	117
Tabla 27. Categorización para la pregunta 6	118

Tabla 28. Resultados pregunta 7	119
Tabla 29. Resultados pregunta 8	120
Tabla 30. Matriz DOFA	121
Tabla 31. Lista de datos para la planeación de la red	130
Tabla 32. Lista de chequeo modelo de distribución directa	142
Tabla 33. Calificación ponderada modelo de distribución directa	142
Tabla 34. Lista de chequeo modelo de distribución escalonada	142
Tabla 35. Calificación ponderada modelo de distribución escalonada	143
Tabla 36. Lista de chequeo modelo de distribución cross docking	143
Tabla 37. Calificación ponderada modelo de distribución cross docking	144
Tabla 38. Lista de chequeo modelo de distribución directa desde almacén central	144
Tabla 39. Calificación ponderada modelo de distribución directa desde almacén central	145
Tabla 40. Lista de chequeo modelo de distribución desde plataforma de consolidación	146
Tabla 41. Calificación ponderada modelo de distribución desde plataforma de consolidación	146
Tabla 42. Resumen de resultados de listas de chequeo	147
Tabla 43. Criterios de decisión	148
Tabla 44. Escala de valoración de costos de instalaciones	149
Tabla 45. Escala de valoración de costos de inventario	149
Tabla 46. Escala de valoración de costos de transporte	149
Tabla 47. Escala de valoración de número de instalaciones	150
Tabla 48. Escala de valoración de tiempo de respuesta	150
Tabla 49. Matriz Rij especificación de modelo de distribución	151
Tabla 50. Modelo objetivo especificación de modelo de distribución	153
Tabla 51. Triángulo de Fuller especificación de modelo de distribución	153
Tabla 52. Modelo subjetivo especificación de modelo de distribución	154
Tabla 53. Modelo definitivo especificación de modelo de distribución	155
Tabla 54. Matriz de calificaciones de los modelos de distribución	157
Tabla 55. Resultados de pregunta de técnica de investigación	158
Tabla 56. Análisis de convergencia especificación de modelo de distribución	159
Tabla 57. Costo de transporte total por kilogramo configuración de distribución logística actual	177

Tabla 58. Costo de transporte total por kilogramo (ajustado) configuración actual	178
Tabla 59. Variables de decisión del modelo de programación lineal (estado inicial)	179
Tabla 60. Oferta total de producto por kilogramo configuración de distribución logística actual	179
Tabla 61. Demanda total de producto por kilogramo configuración de distribución logística actual	180
Tabla 62. Parámetros del modelo matemático configuración de distribución logística actual	181
Tabla 63. Resultados del modelo matemático configuración de distribución logística actual	184
Tabla 64. Costo de transporte total por kilogramo red de distribución logística propuesta	185
Tabla 65. Costo de transporte total por kilogramo (ajustado) red de distribución logística propuesta	185
Tabla 66. Parámetros del modelo matemático red de distribución logística propuesta	186
Tabla 67. Matriz binaria de presencia de demanda	189
Tabla 68. Demanda de producto proveniente de Italia para cada almacén	190
Tabla 69. Consideraciones de escenarios	190
Tabla 70. Costo total escenarios con aumento de demanda	201
Tabla 71. Cantidades optimas a transportar	202
Tabla 72. Demanda de acuerdo a factor de aumento	205
Tabla 73. Comparación aumento de demanda de escenarios	206
Tabla 74. Parámetros del modelo matemático después de análisis de sensibilidad	208
Tabla 75. Activos fijos	209
Tabla 76. Capital de trabajo	210
Tabla 77. Costo de capital	211
Tabla 78. División de aportes de inversión	211
Tabla 79. Depreciación de activos de inversión inicial	212
Tabla 80. Depreciación de activos fijos	212
Tabla 81. Amortización de activos	213
Tabla 82. Estado de resultados	214
Tabla 83. Flujo de caja propuesto	215

## **RESUMEN**

Este documento presenta como objetivo principal el diseño de una red de distribución para el Grupo Cosalco, inicialmente se realizó un diagnóstico tanto del ambiente externo como el interno con la finalidad de encontrar factores externos influyentes en el desarrollo de las operaciones y entender el proceso de distribución logística que opera la organización objeto de estudio respectivamente, después de esto se identificaron aquellos factores a tener en cuenta en el diseño de una red de distribución logística donde se identificaron elementos estructurales y de costos asociados; posteriormente se estableció una propuesta de diseño para la configuración actual, está fundamentada en la conceptualización de cinco modelos de distribución, una asignación de correspondencia mediante listas de chequeo y una validación a través fuentes primarias, a continuación se desarrolló un modelo matemático para así para determinar las cantidades óptimas de disponibilidad de producto, finalmente se realizó un estudio financiero para determinar la viabilidad económica de la alternativa de diseño propuesta.

**PALABRAS CLAVE:** Distribución, Logística, Red, Costos, Transporte.



## INTRODUCCIÓN

Grupo Cosalco es una organización fundada por el señor Álvaro López y la señora Ana María Franco en el año 1984 en Costa Rica, inicia desarrollando su actividad económica distribuyendo productos en representación de empresas extranjeras en áreas de artes gráficas y empaques flexibles.

El presente trabajo por medio de un análisis causal identifico la existencia de fallos en la cadena a de suministro de la organización, se decide diseñar una red de distribución logística, teniendo en cuenta que, esta se encuentra en la etapa final de la cadena de suministro donde esta se encarga de administrar el flujo de mercancía desde los proveedores hasta los clientes de la organización objeto de estudio y en consecuencia incide en la gestión de la cadena de suministro de la organización debido a la toma de decisiones estratégicas y tácticas relacionadas con las instalaciones, los inventarios, el transporte, entre otras.

## 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad el Grupo Cosalco es una organización que comercializa y distribuye materias primas, insumos, equipos auxiliares y software atendiendo a industrias de empaques flexibles, plásticos, artes gráficas, entre otras a nivel internacional; esta se compone de cuatro sedes a nivel Centroamérica y Suramérica, estas están ubicadas en Colombia, Costa Rica, El Salvador y Guatemala.

Adolfo Carreño [1] plantea que, “La cadena de suministro está formada por empresas que coordinan y colaboran con el objetivo de explotar una oportunidad de mercado, satisfaciendo las necesidades de los clientes. Dichas empresas, que conforman la cadena de suministro, son proveedores, fabricantes, distribuidores, minoristas y el mismo cliente final”.

Otro acercamiento al mismo concepto por parte de Chopra y Meindl [2] es el siguiente, “Una cadena de suministro está formada por todas aquellas partes involucradas de manera directa o indirecta en la satisfacción de una solicitud de un cliente. La cadena de suministro incluye no solamente al fabricante y al proveedor, sino también a los transportistas, almacenistas, vendedores al detalle (o menudeo) e incluso a los mismos clientes”.

A partir de las definiciones anteriores es correcto afirmar que el Grupo Cosalco cuenta con una cadena de suministro que se extiende a nivel internacional, debido a la presencia tanto de las sedes de la organización, como de proveedores y clientes, que están en diferentes países. Además de esto queda en claro la importancia que tiene cadena de suministro de la organización en la satisfacción de las necesidades de los clientes en procesos de impresión y laminación de empaques de productos que van desde la industria alimenticia, pasando por la farmacéutica hasta detergentes y varios artículos de uso diario.

La gestión de la cadena de suministro busca administrar de forma integral los flujos de información, productos y fondos que se dan a lo largo de estas redes interorganizacionales con la finalidad de mejorar el servicio al cliente e incrementar la rentabilidad de las unidades económicas.

El proceso de gestión de la cadena de abastecimiento comprende tres niveles de decisión, para Chávez y Torres [3], la gestión de la cadena de suministro es el hacer que se realiza silenciosa y cotidianamente, para lograr que los productos adecuados lleguen al lugar adecuado, en el instante adecuado, en las condiciones adecuadas y al costo adecuado. Esta definición previa coincide con aquella dada por Chopra y Meindl [2], para la operación de la cadena de suministro, esta hace referencia al nivel de planeación operativo, cuyo horizonte de tiempo es semanal o diario, las decisiones están relacionadas respecto al procesamiento de pedidos de clientes.

Una vez identificado el nivel de planeación operativo, surgen los conceptos de planeación táctica y planeación estratégica para una gestión completa de la cadena de suministro; Chopra y Meindl [2] refieren al nivel táctico como planeación de la cadena de suministro, las decisiones tomadas se presentan en un periodo inferior a un año, esta planeación incluye tomar decisiones respecto a cuáles mercados serán abastecidos y desde qué ubicaciones, la subcontratación de fabricación, las políticas de inventario que se seguirán y la oportunidad y magnitud de las promociones de marketing y precio.

En el nivel de planeación estratégico la organización toma decisiones de cómo estructurar la cadena de suministro en un horizonte superior a un año, estas incluyen número, tamaño y ubicación de almacenes, plantas y terminales, modos y medios de transporte disponibles a lo largo de las diferentes rutas de envío y el tipo de sistema de información que se utilizará.

Un análisis de red de distribución se puede definir como el estudio del flujo físico de materia prima, producto en proceso o producto terminado que se origina entre los diferentes eslabones de la cadena de suministro. El enfoque de la red de distribución se encuentra en la optimización de la gestión de la cadena de suministro en las decisiones de orden operativo, táctico y estratégico.

La cadena de suministro existente en el Grupo Cosalco se ha establecido con base al desarrollo natural del relacionamiento de los diferentes agentes que la conforman, en ésta se identificaron fallos en los niveles de decisión táctico y estratégico. En el nivel táctico se encuentran errores en la gestión de inventarios, debido a que la organización cuenta alto número de referencias de productos de stock o SKU y se presentan errores en la estimación de la demanda.

Otro factor que afecta a este nivel está relacionado con la ausencia de unificación de estrategia de transporte en las sedes de la organización, de acuerdo con Ballou [4], “Las decisiones de transporte pueden incluir la selección del modo de transporte, el tamaño del envío y al establecimiento de rutas, así como la programación. Estas decisiones son influidas por la proximidad de los almacenes a los clientes y a las plantas, lo cual, a su vez, afecta la ubicación de almacenes”. Cada una de las diferentes decisiones que componen la estrategia son independientes en cada sede de Grupo Cosalco.

Las decisiones correspondientes al nivel estratégico no se encuentran integradas en la extensión de la organización y por parte de la gerencia general de la organización surge la reflexión generada por la incertidumbre del punto óptimo, en cuanto a número, tamaño y ubicación para instalaciones de almacenamiento de materias primas o insumos.

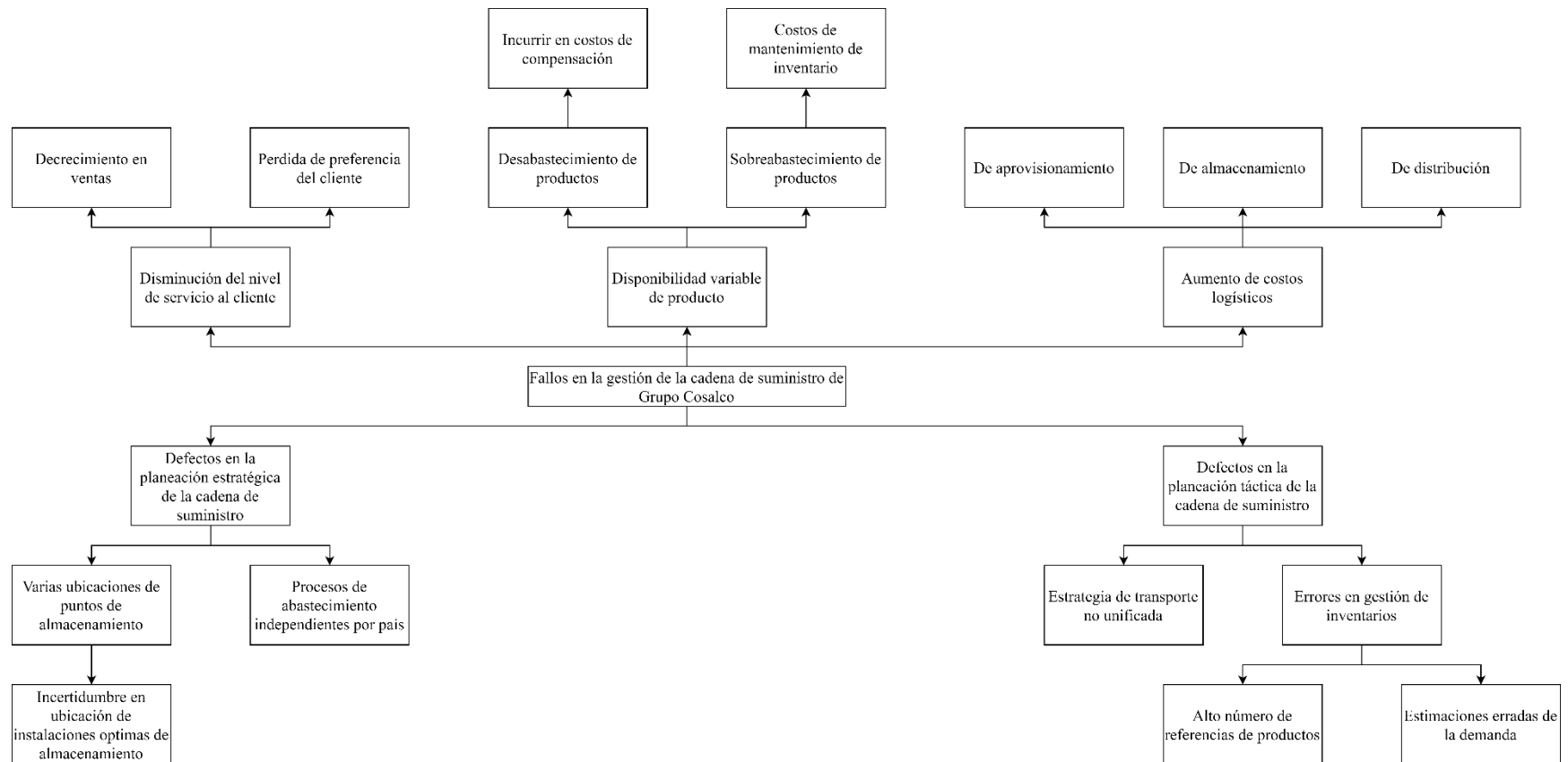
Esto genera efectos sobre el cliente, ya que puede verse afectado el servicio ofrecido y esto a su vez puede ocasionar un decrecimiento en las ventas o la pérdida de la preferencia por parte del cliente frente a los productos de la organización. Sobre el producto afecta directamente a la disponibilidad de este, de forma negativa se considera desabastecimiento, este conlleva a incurrir en costos de compensación y de forma positiva sobreabastecimiento, este resulta en costos de almacenamiento de unidades. Por otro lado, se produce un aumento general en los costos logísticos totales y sus rubros asociados.

Con base en lo previamente establecido se puede plantear que el Grupo Cosalco no ha desarrollado una metodología para la toma de decisiones a nivel estratégico y táctico frente a la gestión de su cadena de suministro. Es entonces que el diseño de una red de distribución logística toma importancia como una herramienta para establecer decisiones tácticas y estratégicas óptimas frente a los flujos de información, productos y fondos.

El anterior planteamiento del problema fue elaborado a través de la herramienta árbol de problemas, a continuación se encuentra su respectivo diagrama.

**Figura 1.**

*Árbol de problemas*



**Nota.** La figura muestra el árbol de problemas, en este se relacionan causas, el problema central y consecuencias.

## 1.1. Antecedentes

El presente trabajo realiza un recorrido general sobre el diseño de redes de distribución, en este se identifica material relacionado al tema principal del proyecto, la recopilación de esta información tiene como objetivo establecer un acercamiento del tema por parte de diferentes autores en diferentes periodos de tiempo.

En el año 2012, Escobar [5] publica en la Revista Facultad de Ingeniería de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia un artículo titulado, rediseño de una red de distribución con variabilidad de demanda usando la metodología de escenarios, donde presenta el problema del diseño de una red de distribución de gran escala con variabilidad en la demanda. El modelo está basado en el caso de una compañía multinacional de alimentos que abastece todo el territorio colombiano y varios mercados internacionales.

En el año 2015, Mafla y Escobar [6] publican en la Revista de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Central de Venezuela un artículo titulado, rediseño de una red de distribución para un grupo de empresas que pertenecen a un holding multinacional considerando variabilidad en la demanda, la problemática central radica en la determinación de las decisiones de contracción de algunos de los eslabones de la red. El problema se ha formulado como un modelo de programación lineal estocástico de dos etapas. Las decisiones de la primera etapa son de tipo estratégico; mientras que las decisiones de la segunda etapa son de tipo táctico.

Los resultados obtenidos de los dos artículos anteriores reflejan la importancia y eficiencia de la metodología propuesta como alternativa para el tratamiento de la variabilidad en la demanda para redes de suministro de gran escala.

En el año 2016, Peña, Urueña y González [7] publican en Entramado, revista de la Universidad Libre un artículo titulado, diseño de una red logística para una comercializadora ferretera en el centro del Valle del Cauca, en este tiene como finalidad diseñar un sistema de distribución eficiente, en términos de los costos logísticos totales para una comercializadora ferretera en el centro del departamento del Valle del Cauca. Para ello se adapta un modelo de programación lineal

propuesto en la teoría, en el cual se minimizan los costos totales de logística. Se concluye que es de gran importancia diseñar las redes logísticas considerando los costos logísticos que minimicen la operación mediante estrategias operativas en producción, almacenamiento y distribución de las organizaciones.

En el año 2017, Gámez y Mejía [8] publican en *Ingeniare*, Revista chilena de ingeniería un artículo titulado, diseño de una red de distribución a través de un modelo de optimización considerando agotados, esta investigación presenta un modelo de programación entera mixta en múltiples períodos que minimiza los costos de la red logística de una comercializadora de insumos veterinarios en Colombia. Junto con la solución del caso base de estudio, se resuelven ocho escenarios generados a partir de instancias modificadas: cuatro escenarios aumentan el costo del agotado y cuatro escenarios lo disminuyen. Los resultados demuestran que existe una relación inversamente proporcional entre el costo de mantener inventario y el costo del agotado al modificar el valor del agotado; lo que acarrea modificaciones estratégicas importantes en la red logística definida por la organización.

En el año 2019, Montaña [9] establece en su trabajo de grado para optar al título de ingeniero industrial, el título de trabajo, configuración de una red de distribución física para un operador logístico en Bogotá, se presenta una investigación acerca de una configuración de distribución híbrida que comprende factores logísticos presentes en la distribución de mercancías para un operador logístico en la ciudad de Bogotá. En el presente documento se rescata investigaciones realizadas acerca de la configuración de redes de distribución partiendo de la definición de conceptos acerca de problemas recurrentes en la construcción de una red de distribución donde se encuentra, en la búsqueda de alternativas, soluciones que permiten aumentar la eficiencia de la red en la disminución de dimensiones como el costo y el tiempo de respuesta ante las necesidades del cliente, entre otras.

A partir de lo anteriormente revisado se establece un horizonte en el cual el presente proyecto tiene validez, en el diseño de redes de distribución logística para generar alternativas de solución, además de esto se evidencia que existen más de un método o modelo matemático bajo el cual realizar la construcción de la red.

## **1.2. Pregunta de investigación**

¿Diseñar una red de distribución logística para el Grupo Cosalco permitirá solucionar los fallos identificados en la cadena de suministro?

## **1.3. Justificación**

El presente trabajo tiene el propósito de mejorar el desempeño logístico para una organización multinacional a partir del diseño de una red de distribución para sus sedes, se espera proponer una alternativa de diseño a la cadena de suministro actual que garantice la competitividad, asegure un nivel alto de servicio al cliente, procure reducir los rubros asociados al costo logístico y mantenga los márgenes de ganancia de Grupo Cosalco.

Por medio del diseño de una red de distribución logística para materias primas, insumos y productos afines a los mercados principales de la organización se pretende impactar de forma positiva en la problemática anteriormente planteada, brindando una herramienta de decisión para los niveles de planeación táctico y estratégico.

El ideal de este trabajo de investigación es aportar mecanismos que mejoren la eficiencia en el proceso de distribución desde el proveedor del mismo hasta el último eslabón de la cadena de suministro, el cliente final; proponiendo una metodología fundamentada en el análisis de información y modelos matemáticos.

Además de lo previamente escrito, para la organización el presente trabajo de investigación representara un soporte a tener en cuenta en el desarrollo de los procesos logísticos ya que al momento de realizar la propuesta este no cuenta con un fundamento de red de distribución logística, sino el desarrollo lógico a partir de la capacidad de resolver las necesidades de demanda para cada cliente.

El presente trabajo se realiza para optar por el título de ingeniero industrial otorgado por la Universidad de América, a través de este se aplicarán conocimientos, habilidades y capacidades



cognitivas adquiridas en las diferentes asignaturas cursadas por el autor a largo de su ciclo académico.

#### **1.4. Hipótesis**

El diseño de una red de distribución logística para el Grupo Cosalco permitirá lograr ventajas competitivas y asegurar el cumplimiento de los objetivos organizacionales relacionados con un servicio distribución logística eficiente, a partir del establecimiento de cantidades óptimas de disponibilidad del producto para así generar un aumento en los niveles de servicio al cliente.

#### **1.5. Objetivo general**

Diseñar una red de distribución logística para el Grupo Cosalco.

#### **1.6. Objetivos específicos**

- Realizar un diagnóstico de la organización para determinar la configuración actual de la cadena de suministro.
- Identificar variables a tener en cuenta en el diseño de la alternativa.
- Definir la alternativa de configuración de red fundamentada en el diagnóstico.
- Definir el modelo matemático aplicado en el diseño de una red de distribución.
- Desarrollar el modelo matemático con base al diseño de red definido.
- Evaluar la alternativa de configuración de red a partir de un estudio financiero.

## **2. METODOLOGÍA**

A continuación, se sintetizará metodológicamente la forma en que se espera cumplir los objetivos del trabajo de investigación, se realizará una aproximación a las actividades a desarrollar para cumplir con el diseño de una red de distribución logística.

### **2.1. Metodología de diagnóstico**

Como punto de partida se realizará un acercamiento a la gestión de la cadena de suministro actual de la organización, el diagnóstico será hecho a partir de del tipo de investigación descriptiva, esta tiene como finalidad describir el comportamiento del objeto de estudio.

El autor del presente trabajo de investigación llevará a cabo un proceso de recolección de datos, para esto tendrá en consideración fuentes primarias, es decir, documentos de la organización de los cuales se puede obtener información relacionada con las ubicaciones de los clientes, los niveles de ventas de productos en el tiempo y por ubicación, los términos de las ventas, las ubicaciones de atención, los tamaños de envíos, el estatus del inventario y ritmos de atención/surtido de pedidos, y los niveles de servicio al cliente son sólo algunos de los tipos de información que pueden obtenerse a partir del sistema de procesamiento de pedidos de venta; además de estos documentos, los reportes financieros representan una fuente importante de datos internos de la organización, con base a estos se pueden identificar y analizar el comportamiento de los diferentes procesos de la organización.

El procedimiento de conversión de datos a información será realizado con base al análisis cuantitativo, este será registrado en cuadros, gráficos y tablas; esto generara una línea base frente a la cual se podrán establecer comparaciones cuantitativas. Las fuentes primarias, es decir, colaboradores de la organización serán tomadas en cuenta para validar aquella información relevante que deba ser atendida en el diagnóstico.

## **2.2. Metodología de definición de alternativa de configuración**

Una vez realizado el diagnóstico de la situación externa e interna de la organización, se tendrán los datos reunidos, organizados y/o resumidos para soportar el proceso de planeación de una configuración alternativa de la distribución física de productos existente en la organización.

Para definir una alternativa de configuración de red de distribución logística primero es necesario realizar un acercamiento al concepto de modelo de distribución logística, este se realizará con base a la bibliografía y demás textos consultados por el autor; por otra parte, se deben tener en cuenta las diferentes variaciones genéricas de modelos de distribución logística propuestas por fuentes secundarias de información, por medio de una investigación exploratoria y descriptiva se busca realizar una aproximación a sus respectivos conceptos. La finalidad de este acercamiento es identificar las fortalezas y debilidades de cada uno, esto para posteriormente seleccionar aquel que represente una mejor solución a los problemas identificados relacionados con la distribución física de la organización.

El proceso de configuración de red será desarrollado a partir de fuentes secundarias y primarias, es decir, se realizará un análisis cuantitativo y cualitativo de los datos, el primero estaba soportado por el material bibliográfico del proyecto y el segundo corresponde a la intervención del personal de la organización en este proceso.

El análisis de datos para determinar aquellos componentes clave en la configuración de la red de distribución alternativa estará orientado por una metodología de análisis de datos o una técnica de priorización (matriz de ponderación) y como soporte se encuentran las fuentes primarias o el juicio de los expertos de la organización que estén más involucrados en el proceso de la gestión de la cadena de suministro.

### **2.3. Metodología de definición de modelo matemático**

Una vez obtenida la información apropiada para la planeación de la red, paso seguido se encuentra la definición de una herramienta para el análisis de esta, por lo general se refiere emplear modelos matemáticos o computacionales.

Para esto el autor debe realizar una investigación exploratoria en la definición del modelo matemático a utilizar en el desarrollo del trabajo con la finalidad de comprender aquel modelo que mejor se adapte a la situación de la organización.

Se examinarán los diferentes modelos matemáticos aplicables a la evaluación de una red de distribución con la finalidad de establecer comparaciones que justifiquen la elección, para realizar el acercamiento teórico de estos se acudirá a fuentes secundarias como revistas especializadas, libros o el repositorio institucional, para consultar trabajos de grado. Adicional a esto como fuente primaria se acudirá con docentes del claustro universitario en sinónimo de validar la información.

### **2.4. Metodología de identificación de variables de diseño**

Para identificar las variables relativas al diseño de una red de distribución es necesario caracterizar el sistema, es decir, el proceso logístico, para esto se seguirá una secuencia de etapas propuestas por fuentes secundarias; por medio de una investigación descriptiva se definirán los diferentes procesos pertenecientes a la propuesta de configuración de la red, así como los diferentes mapas y diagramas de proceso, esto brindara una representación gráfica de la secuencia lógica de la red; además será tomada en cuenta la investigación correlacional para identificar las diferentes relaciones entre procesos y subprocesos y como estos influyen en la solución del problema principal de la organización.

## **2.5. Metodología de desarrollo de modelo matemático**

Luego de definir el modelo matemático a implementar en el desarrollo del trabajo, sobre la base de la bibliografía consultada y los textos relacionados con el diseño de redes de distribución logística, se identificó un patrón para la formulación del modelo matemático, en consecuencia, se precisarán los componentes que hacen parte del desarrollo de un modelo matemático.

Las herramientas de diseño de la cadena de suministro intentan identificar la alternativa de costo más bajo, al mismo tiempo que consideran las restricciones más relevantes. Para establecer en costo más bajo de la configuración de la red es necesario analizar el comportamiento de los costos fijos y variables, puntos de distribución, transporte, entre otras variables.

El autor recurrirá a fuentes secundarias para asegurar una completa estructuración del modelo matemático, en una primera aproximación se seguirán las etapas propuestas por Ramos et al. [10] para desarrollar un modelo matemático, la finalidad de este es construir un entorno de solución de problemas y orientar el desarrollo de la investigación al logro de objetivos coherentes con la solución de problemas.

Además de las fuentes ya mencionadas el modelo será alimentado con información de fuentes primarias para acercar la interpretación del modelo a la realidad de la organización.

## **2.6. Metodología de estudio financiero**

Se realizará un estudio financiero de la alternativa propuesta de red de distribución logística, para esto se utilizará el estado financiero, flujo de caja, este define las entradas y salidas de dinero en un determinado periodo de tiempo; adicional a este se evaluarán diferentes indicadores financieros para determinar la viabilidad del proyecto.

La conceptualización de la información será a través de fuentes secundarias, estas brindarán al análisis financiero un marco para estructurarse; las fuentes primarias, serán el soporte para la realización de una investigación evaluativa, a partir del análisis de documentos o informes financieros se identificarán los diferentes datos a tener en cuenta en el desarrollo de análisis financiero además servirá como línea base para confrontar los resultados del proyecto.

## **2.7. Lugar**

El lugar en el cual el presente trabajo de grado es desarrollado, inicialmente fue establecido en el Campus de los Cerros de la Universidad de América ubicado en la dirección, Avenida Circunvalar No. 20-53, así mismo se acudiría a la sede en Colombia de Grupo Cosalco ubicado en el Centro Empresarial Portos Sabana 80. Autopista Medellín Km. 2,5 Vía Bogotá-Cota, con la finalidad de obtener información a través de comunicación directa con los colaboradores de la organización objeto de estudio.

Como consecuencia de la emergencia sanitaria a nivel mundial producida por la enfermedad denominada como COVID-19, tanto la Universidad de América como Grupo Cosalco tomaron las medidas pertinente para mitigar la programación del virus, como resultado el acceso a las instalaciones físicas donde se pretendía acudir fue limitado; derivado de lo anterior el autor del presente trabajo desarrolla la totalidad de este, en su domicilio de residencia, en este proceso existe un contacto constante tanto con los docentes del claustro así como con Grupo Cosalco.

## **2.8. Materiales**

Se refiere a los datos cuantitativos y cualitativos que permiten facilitar el entendimiento del problema central de este estudio, en este caso el autor del trabajo de investigación hace uso de fuentes primarias y secundarias para obtener información que permita desarrollar el contenido de cada fase del presente. Dentro de los materiales a emplear en relación a fuentes primarias se acude a documentos operativos pertenecientes al sistema de gestión de calidad de Grupo Cosalco, comunicación formal mediante correos electrónicos con colaboradores de la organización, reportes de contabilidad, información publicada en internet, entre otras.

Respecto al material obtenido de fuente secundarias, se busca referenciar autores pertinentes a los tópicos de logística, cadena de suministro y red de distribución; el material bibliográfico proviene del sistema de bibliotecas de la Universidad de América, específicamente de las colecciones digitales y físicas proporcionadas por la misma, se recurre principalmente a libros y revistas encontrados en los diferentes repositorios, dentro de estos se encuentran, *E-Book Academic Collections*, *Digitalia*, *Emerald Insight*, *ScienceDirect* y *VirtualPro*.

## **2.9. Equipos**

Este apartado establece precisar los equipos usados en el desarrollo del presente proyecto, más allá del computador personal perteneciente al autor, no se recurre a otros equipos especializados, con este equipo de cómputo se examina la literatura existente almacenada en formato digital de acceso libre en internet, además de esto facilita recopilar, analizar, interpretar y consignar la información del presente trabajo.

## **2.10. Métodos de análisis documental o experimental**

Los procedimientos empleados en el presente trabajo de investigación para analizar información ya han sido utilizados por otros autores en documentos de diferente índole, estos les ha permitido obtener resultados relevantes en sus respectivos desarrollos, con base en esto los procedimientos aplicados serán debidamente citados y referenciados con la finalidad de destacar la fuente original que guio el tratamiento del tema en su respectiva etapa dentro de este proyecto.

El desarrollo de este trabajo comprende procedimientos cuantitativos, cualitativos y mixtos, estos representan un conjunto de procesos sistemáticos de investigación que pretender proveer confiabilidad y validez al mismo, dentro de estos existen diferentes enfoques y su aprovechamiento permite alcanzar una comprensión de cada temática a desarrollar.

### 3. MARCO REFERENCIAL

El presente marco está fundamentado en la construcción de los marcos, teórico, histórico normativo y organizacional, estos tienen el propósito de precisar los referentes teóricos involucrados en el desarrollo del actual trabajo, la evolución de conceptos, la normatividad vigente en relación al mismo y el entorno organizacional, es decir, el contexto actual de Grupo Cosalco.

#### 3.1. Marco teórico

El presente marco teórico tiene como propósito dar a la investigación una estructura de conocimiento para cimentar su punto de partida, profundiza en el horizonte de estudio del trabajo y posteriormente servirá como referente para realizar una valoración de los resultados.

##### *3.1.1. Diagnostico*

Como punto de partida se realizará un acercamiento a la gestión de la cadena de suministro actual de la organización, teniendo en cuenta la presencia multinacional, se orientará este capítulo desde una perspectiva general a una particular, con la finalidad de entender las operaciones logísticas del Grupo Cosalco y posteriormente proporcionar una base para diseñar una configuración de red de distribución logística alternativa.

**3.1.1.i. Análisis PESTAL internacional.** Examina el impacto de factores externos al control de la organización, se considerará la información más relevante considerando la presencia internacional de la organización.

**3.1.1.i.a. Factores políticos.** Son los aspectos gubernamentales que indiquen de forma directa en la empresa.

**3.1.1.i.b. Factores económicos.** Analiza datos macroeconómicos como las tasas de interés, los niveles de inflación, la situación de la balanza de pagos, los tratados comerciales internacionales



vigentes, las restricciones a la inversión extranjera, la tasa de cambio, el índice de precios al consumidor, el producto interno bruto y aranceles.

**3.1.1.i.c. Factores sociales.** Determina la evolución demográfica, las actitudes hacia los productos y servicios extranjeros, el nivel educativo, patrones culturales, roles de género y los hábitos de consumo de la sociedad.

**3.1.1.i.d. Factores tecnológicos.** Hace referencia a inversión pública en investigación y la promoción del desarrollo tecnológico, la penetración de la tecnología, el grado de obsolescencia, el nivel de cobertura, la brecha digital y tecnologías de la información y las comunicaciones.

**3.1.1.i.e. Factores ambientales.** Incluye los elementos que guardan relación directa o indirecta con la conservación del medioambiente y la legislación medioambiental.

**3.1.1.i.f. Factores legales.** Legislación vigente que tiene relación directa con la organización, tiene en cuenta la legislación laboral, leyes de seguridad y salud en el trabajo y derechos de propiedad intelectual.

**3.1.1.ii. Análisis PESTAL Colombia.** Examina el impacto de factores externos al control de la organización a nivel nacional.

**3.1.1.ii.a. Factores políticos.** Son los aspectos gubernamentales que indican de forma directa en la empresa.

**3.1.1.ii.b. Factores económicos.** Analiza datos macroeconómicos como las tasas de interés, los niveles de inflación, la situación de la balanza de pagos, los tratados comerciales internacionales vigentes, las restricciones a la inversión extranjera, la tasa de cambio, el índice de precios al consumidor, el producto interno bruto y aranceles.

**3.1.1.ii.c. Factores sociales.** Determina la evolución demográfica, las actitudes hacia los productos y servicios extranjeros, el nivel educativo, patrones culturales, roles de género y los hábitos de consumo de la sociedad.

**3.1.1.ii.d. Factores tecnológicos.** Hace referencia a inversión pública en investigación y la promoción del desarrollo tecnológico, la penetración de la tecnología, el grado de obsolescencia, el nivel de cobertura, la brecha digital y tecnologías de la información y las comunicaciones.

**3.1.1.ii.e. Factores ambientales.** Incluye los elementos que guardan relación directa o indirecta con la conservación del medioambiente y la legislación medioambiental.

**3.1.1.ii.f. Factores legales.** Legislación vigente que tiene relación directa con la organización, tiene en cuenta la legislación laboral, leyes de seguridad y salud en el trabajo y derechos de propiedad intelectual.

**3.1.1.iii. Análisis del sector.** Busca ofrecer un panorama detallado del sector terciario o servicios a nivel nacional.

**3.1.1.iv. Análisis del subsector.** Se enfoca en determinar el desempeño reciente y proyecciones del subsector comercial, orientado a aquellas industrias que atiende la organización principalmente.

**3.1.1.v. Procedimiento de diagnóstico.** Secuencia de herramientas integradas utilizadas para identificar, describir, analizar y evaluar la situación actual de la organización respecto al proyecto a desarrollar, esta toma como referencia el análisis del árbol de problemas.

**3.1.1.vi. Matriz DOFA.** Herramienta de planificación estratégica, sintetiza los factores que influyen en la organización ya sea de forma interna (fortalezas y debilidades) o de forma externa (oportunidades y amenazas) en el desarrollo de los procesos; integra toda la información del diagnóstico general de la organización.

**3.1.1.vi.a. Debilidades.** Según Prieto [11] son, “Aquellas actividades que limitan, inhiben o dificultan alcanzar con éxito los objetivos corporativos”. Factores internos propio de la organización, son controlables, estos perjudican el logro de los objetivos.

**3.1.1.vi.b. Oportunidades.** Para Prieto [11] son, “Eventos, hechos, tendencias en el entorno que podrían facilitar el desarrollo en forma oportuna y adecuada de la empresa”. Factores externos a la organización, estos pueden favorecer el logro de los objetivos.

**3.1.1.vi.c. Fortalezas.** Según Prieto [11] son, “Aquellas actividades que se realizan bien por las destrezas que se poseen y que contribuyen al logro de los objetivos”. Factores internos propios de la organización, son controlables, estos favorecen el logro de los objetivos.

**3.1.1.vi.d. Amenazas.** Para Prieto [11] son, “Eventos, hechos, tendencias en el entorno de una organización que inhiben, limitan o dificultan el desarrollo operativo y que pueden llevarla a desaparecer”. Factores externos a la organización, estos pueden perjudicar el logro de los objetivos.

### ***3.1.2. Definición de alternativa de configuración***

Cuando se refiere a la configuración de la red de distribución Ballou [4] propone que:

Es el relativo a la especificación de la estructura a través de la cual fluyen los productos desde sus puntos de origen hacia los puntos de demanda. Esto implica la determinación de las instalaciones que se utilizarán, si existen; el número y ubicación de ellas; los productos y clientes asignados a ellas; los servicios de transporte utilizados entre ellas; el lugar de origen, las actividades entre instalaciones y la distribución hacia los flujos de productos de los clientes; así como los niveles de inventario que se mantienen en las instalaciones.

Por otra parte este autor [4] propone lo siguiente frente al diseño de red, “Se especifica el número, ubicación, asignaciones de productos y capacidades, habilidades de los centros de distribución, plantas y puntos de consolidación. Se establecen objetivos para los niveles de inventario a través de la red. Se determinará el nivel del servicio al cliente que se proporcionará”.

Bowersox, Closs y Cooper [12] expresan que los elementos necesarios a tener en cuenta para realizar un diseño de red hacen referencia a restricciones relevantes; estos son, costos fijos y variables en las instalaciones para proveedores, almacenes, puntos de consolidación, el transporte, el manejo, el abastecimiento y el inventario.

De los anteriores enunciados se establece que, definir la alternativa de configuración hace referencia a determinar una serie de componentes pertenecientes a una cadena de suministro y con base en estos, se proponga una configuración de red de distribución logística alternativa a la situación actual de la organización.

A continuación, se definirán los diferentes modelos de distribución para posteriormente seleccionar uno, acorde a la comparación de información propia de los modelos.

**3.1.2.i. Distribución directa.** Hace referencia a la entrega directa desde la fábrica al consumidor sin necesidad de pasar por algún almacén intermedio. De acuerdo con Ávila [13], “Aplica mejor para los productos que se fabriquen bajo pedido y que no requieren almacenaje”.

**3.1.2.ii. Distribución escalonada.** Hace referencia al proceso de distribución del producto hacia los consumidores a través de almacenes centrales y regionales.

**3.1.2.iii. Distribución cross-docking.** Se reemplazan los almacenes regionales por plataformas cross-docking (carga/descarga), es decir, no son almacenes con stocks, si no plataformas de recepción y re-expedición (no implican almacenaje de productos).

**3.1.2.iv. Distribución directa desde almacén central.** Hace referencia a la entrega directa desde la fábrica al consumidor mediante un almacén central.

**3.1.2.v. Planta de distribución.** En este modelo el negocio central es la distribución de productos de diferentes proveedores y a su vez distribuirlos a los consumidores finales, este modelo es utilizado cuando una organización no cuenta con altos volúmenes de productos por lo tanto es necesario acudir a una plataforma de consolidación.

Después de haber realizado la aproximación teórica de los diferentes modelos de distribución logística con base en fuentes de información secundaria, a través de la aplicación de un instrumento de priorización se establecerá jerárquicamente el modelo a seleccionar como alternativa de configuración.

### ***3.1.3. Definición de modelo matemático***

La evaluación de un diseño de red de distribución logística, a partir de los textos consultados por el autor comúnmente se suele realizar por medio de un modelo matemático, la elección de un modelo matemático está ligada a la incertidumbre, esta es generada por la variedad existente de modelos matemáticos para desarrollar la valoración de la configuración propuesta. Debido a esto a continuación se realizará una aproximación al concepto de modelo matemático con la finalidad futura de precisar aquel que sea más conveniente para el desarrollo del trabajo de investigación.

**3.1.3.i. Modelo matemático.** Un modelo matemático es la representación simplificada de la realidad, mediante el uso de funciones que describen su comportamiento, o de ecuaciones que representan sus relaciones [14].

**3.1.3.ii. Tipos de modelos matemáticos.** Es la clasificación de los diferentes modelos matemáticos con base en criterios como la consideración del tiempo, el tratamiento del azar, la metodología, el enfoque, entre otros. A partir de la clasificación propuesta por Ballou [4], tiene en consideración cinco categorías como opciones de modelación, estas son, técnicas de gráfica, compas y regla, modelos de simulación, modelos heurísticos, modelos de optimización y modelos de sistemas de expertos.

Por otra parte Chopra y Meindl [2], proponen que el objetivo que proceso de diseño de una red, debe ser maximizar la rentabilidad total de la red de la cadena de suministro sin dejar de satisfacer las necesidades del cliente; teniendo en cuenta esto sugieren dos modelos, el primero se encuentra relacionado con la decisión de ubicación de instalaciones y la capacidad que se le asignara y el segundo, se emplea para asignar la demanda a las instalaciones disponibles e identificar rutas de

transporte, lo anteriormente enunciado se resume en modelos de gravedad y modelos de optimización de redes.

Las anteriores proposiciones a continuación serán definidas con la finalidad de obtener una visión general de los modelos matemáticos que podrán ser utilizados en el diseño de la red de distribución.

**3.1.3.iii. Técnicas de gráfica, compás y regla.** Hace referencia a técnicas intuitivas apoyadas por un nivel relativamente bajo de análisis matemático; Estas técnicas están orientadas por el buen juicio, la experiencia y un buen entendimiento de la cadena de suministro de la organización. Esta opción ofrece la posibilidad de analizar factores cualitativos que mediante un modelo matemático no podrían representarse de la forma correcta.

**3.1.3.iv. Modelos de simulación.** La simulación es una herramienta que ayuda a evaluar el impacto de las decisiones de la organización sobre el desempeño en un ambiente de incertidumbre. Esto sirve como soporte frente a la toma de decisiones futuras de la organización sin la necesidad de comprometer recursos físicos de la misma. Ballou [4] divide los modelos de simulación en dos tipos, simulación determinística y simulación estocástica o Monte Carlo.

La simulación determinística, hace referencia a el modelo en el que se tiene certeza del funcionamiento y los resultados del problema, no presentan variables aleatorias en su formulación. En la simulación estocástica. Sánchez [15] establece que, “Un sistema o proceso estocástico es el cual su comportamiento es no-determinístico. Esto significa que el estado subsecuente del sistema se determina tanto por las acciones predecibles del proceso, como por un elemento aleatorio”.

**3.1.3.v. Modelos heurísticos.** Según Ballou [4], “Los modelos heurísticos son un tipo de mezcla entre el realismo en la definición de un modelo que puede obtenerse mediante los modelos de simulación, y la búsqueda de las soluciones óptimas obtenidas por los modelos de optimización. Generalmente alcanzan la amplia definición del problema, pero no garantizan soluciones óptimas para el mismo”.

**3.1.3.vi. Modelos de optimización.** Es conveniente realizar un acercamiento a la definición de este concepto propuesto por Ballou [4], “Los modelos de optimización se fundamentan en procedimientos matemáticos precisos para evaluar alternativas y garantizan que se habrá encontrado la solución óptima (la mejor alternativa) al problema según se propuso en forma matemática. Es decir, se puede demostrar matemáticamente que la solución generada es la mejor”.

**3.1.3.vii. Modelos de sistemas expertos.** Con base en que señala Ballou [4], “Un programa de computadora artificialmente inteligente que resuelve problemas a un nivel de experto utilizando el conocimiento y la lógica de solución de problemas de los expertos humanos”.

**3.1.3.viii. Modelos de gravedad en localización.** De acuerdo con Chopra y Meindl [2], identifican la localización que minimiza los costos de transporte entrante y saliente. Estos modelos son útiles para determinar la localización de las instalaciones y asignar la capacidad y los mercados a las instalaciones.

**3.1.3.ix. Programación lineal.** González y García [16], expresan que, “La programación lineal es una técnica matemática cuyo objetivo es la determinación de soluciones óptimas a los problemas económicos en los que intervienen recursos limitados entre actividades competitivas”.

**3.1.3.x. Programación dinámica.** Como propone Flores [17], La programación dinámica es una técnica matemática que se utiliza para la solución de problemas matemáticos seleccionados en los cuales se toma una serie de decisiones en forma secuencial. Proporciona un procedimiento sistemático para encontrar la combinación de decisiones que maximice la efectividad total al descomponer el problema en etapas y estados.

#### ***3.1.4. Definición de modelo matemático***

Para establecer una configuración alternativa a la red de distribución logística actual de la organización, es necesario caracterizar el sistema, es decir, el proceso logístico, para esto se seguirá una secuencia de etapas propuestas por Carro y González [18], con la finalidad de orientar la

alternativa de configuración. A continuación, se realizará un acercamiento a las diferentes etapas y fases consideradas para la identificación de variables.

**3.1.4.i. Identificación de procesos.** De acuerdo con Carro y González [18], “Se debe distinguir cada proceso por separado, para poder nombrarlo, así como también, ejercer su clasificación, reconocer sus límites, es decir, sus entradas y salidas, su objetivo, el valor que aporta para el cliente interno y/o externo”.

**3.1.4.ii. Descripción de procesos.** En esta fase según Carro y González [18], “Se debe analizar en forma detallada las operaciones o actividades específicas, preservando el principio de la secuencia ordenada, lo que permitirá concretar sus alcances y además eliminar aquellas actividades que no sean necesarias y que por consiguiente que lejos de agregar valor interfieran en la efectividad de las respectivas gestiones”. Dentro de los aspectos a tener en cuenta para entender el funcionamiento de un proceso se encuentran los siguientes.

**3.1.4.iii. Nombre o denominación.** Nombre asignado con el que se distinguen los procesos y los subprocesos.

**3.1.4.iv. Proveedores.** Se precisan las personas naturales o jurídicas que suministran un determinado bien o servicio a otros individuos o sociedades.

**3.1.4.v. Descripción de actividades.** Para Carro y González [18], “Se debe incluir la cadena de actividades a considerarse dentro de cada uno de los subprocesos, preservando el principio de la necesaria secuencia ordenada y perfeccionamiento de las mismas para concretar el conjunto de transformaciones que les sean inherentes para su respectiva gestión”.

**3.1.4.vi. Salidas.** Son los resultados que se obtienen de procesar las entradas.

**3.1.4.vii. Clientes.** Se debe identificar específicamente los clientes a los cuales van dirigidas las salidas o resultados del proceso logístico. Se conoce que este debe estar orientado a satisfacer las necesidades, expectativas y requerimientos de los clientes, tanto los externos como los internos.



**3.1.4.viii. Mapeado de procesos.** En esta fase se debe realizar la representación gráfica del mapa del proceso logístico, así como los diagramas de flujo de cada uno de los subprocesos.

**3.1.4.ix. Documentación.** Cada uno de los subprocesos debe estar acompañado de su documentación correspondiente, la cual se expresará en una ficha técnica, que permitirá de forma sintética registrar la información procedente de la fase de descripción.

**3.1.4.x. Interrelaciones.** Esta fase permite visualizar todas las actividades de forma ordenada, con su correspondiente jerarquización e interconexiones.

**3.1.4.xi. Retroalimentación.** Hace referencia a garantizar la mejora continua en el proceso logístico, Carro y González Carro y González [18], señalan que, permite incorporar ajustes pertinentes en función de aprovechar oportunidades, tanto internas como externas para mejorar su efectividad.

### ***3.1.5. Desarrollo de modelo matemático***

A continuación, se encuentran descritas las etapas que componen el desarrollo de un modelo matemático.

**3.1.5.i. Identificación del problema.** Conocimiento de los aspectos reales que rigen el problema, este ayudara a comprender el caso de estudio y brindara una base para el proceso de construcción del modelo.

**3.1.5.ii. Especificación matemática y formulación.** Ramos et al. [10] señala que es, la escritura matemática del problema identificado, es una forma de representar y modelar los procesos, se definen variables, parámetros, función objetivo, ecuaciones, entre otros. Representación del fenómeno real en términos matemáticos.

**3.1.5.iii. Variables.** Son las incógnitas que deben ser determinadas a partir del desarrollo del modelo. Para Ramos et al. [10] desde un punto de vista funcional se pueden clasificar en variables

independientes o principales o de control y variables dependientes o auxiliares o de estado, aunque matemáticamente todas son iguales.

**3.1.5.iv. Parámetros.** También conocidos como variables controlables, son los valores conocidos del sistema que permanecen constantes durante el estudio.

**3.1.5.v. Función objetivo.** Es la medición de la efectividad del modelo matemático formulado en función de las variables. La formulación matemática de un modelo puede significar un número infinito de soluciones factibles, la función objetivo encuentra la solución óptima para el modelo con base a un criterio de decisión, maximizar o minimizar.

**3.1.5.vi. Restricciones.** Limitaciones a tener en cuenta, estas hacen parte de todo sistema a raíz de la presencia de recursos limitados de las organizaciones; son relaciones entre las variables de decisión y los recursos disponibles.

**3.1.5.vii. Resolución.** Conjunto ordenado de operaciones que permiten realizar el cálculo de la solución óptima frente a la formulación matemática establecida.

**3.1.5.viii. Verificación, validación y refinamiento.** Ramos et al. [10] propone que esta etapa conlleva a la eliminación de errores, además de comprobar la validez de las simplificaciones realizadas a través del contraste de los resultados obtenidos y la realidad. Por otra parte, la verificación y validación del sistema dará lugar al refinamiento de las necesidades del modelo para mejorar la representación de la realidad del modelo.

**3.1.5.ix. Interpretación y análisis de los resultados.** Ramos et al. [10] propone que, esta etapa consiste en proponer soluciones. Permite conocer en detalle el comportamiento del modelo al hacer un análisis de sensibilidad en los parámetros de entrada, estudiar los diferentes escenarios plausibles de los parámetros, detectar soluciones alternativas cuasióptimas, pero suficientemente atractivas y comprobar la robustez de la solución óptima.

### **3.1.6. Estudio financiero**

A continuación, se detallarán las diferentes herramientas necesarias para determinar la viabilidad financiera del proyecto, además se tendrán en cuenta el cálculo de diferentes razones financieras para complementar el estudio con un análisis financiero.

**3.1.6.i. Inversión.** Hace referencia al desembolso por parte de la organización de capital económico necesario o requerido por la alternativa de configuración propuesta

**3.1.6.ii. Flujo de caja actual.** De acuerdo con lo propuesto por Ortiz [19], “El flujo de caja es un estado financiero básico que presenta, de una manera dinámica, el movimiento de entradas y salidas de efectivo de una empresa, en un período determinado de tiempo, y la situación de efectivo, al final del mismo período”. Este se realiza con base en la situación actual de la organización.

**3.1.6.iii. Flujo de caja propuesto.** Este estado financiero presenta el movimiento de entradas y salidas de efectivo de la organización estableciendo como base la propuesta de diseño de red de distribución logística.

**3.1.6.iv. Indicadores financieros.** Como afirma Prieto [20], constituyen la forma más común de análisis financiero, es el resultado de establecer la relación numérica entre dos cantidades procedentes del estado de situación financiera o el estado de resultados.

### 3.2. Marco histórico

La logística es una actividad realizada por el hombre desde que empezó a almacenar y transportar mercancías, es decir, desde tiempos inmemoriales [1], esta afirmación se encuentra en concordancia con [13], quien propone que logística tiene sus orígenes siglos atrás y era aplicada especialmente en el campo militar. Justamente por esto, en las últimas décadas la logística emerge vinculada a la toma de decisiones de los altos mandos militares, principalmente posterior al año 1940 en el contexto de la Segunda Guerra Mundial [21].

La distribución física es un concepto originado en el *marketing* e introducido por Estados Unidos a finales de los años sesenta. Éste hace referencia a la agrupación de cinco subsistemas (almacenaje, distribución, embalaje, manejo y transporte), además de un sistema de apoyo e información [22].

La logística en la década de 1960 era un aspecto descuidado por la dirección, que enfocaba sus esfuerzos principalmente en reducir sus costos de producción [1]. La década de los setenta fue muy importante para el desarrollo de la logística. Hasta ese momento, la filosofía de gestión mundial de las empresas estaba fundamentado en, los recursos energéticos mundiales eran económicos e ilimitados, las empresas presentaban tasas de crecimiento positivas y la demanda constituye un factor determinante de ventas y beneficios [22].

Esos pilares fueron alterados por, las crisis de petróleo [22], determinada como la primera en 1973 y la segunda en 1979, en estas se presentó un aumento del crudo y la reducción del suministro del mismo; por otro lado la recesión de la década de 1970, además de un aumento generalizado de las tasas de interés y por último un aumento de la competencia internacional.

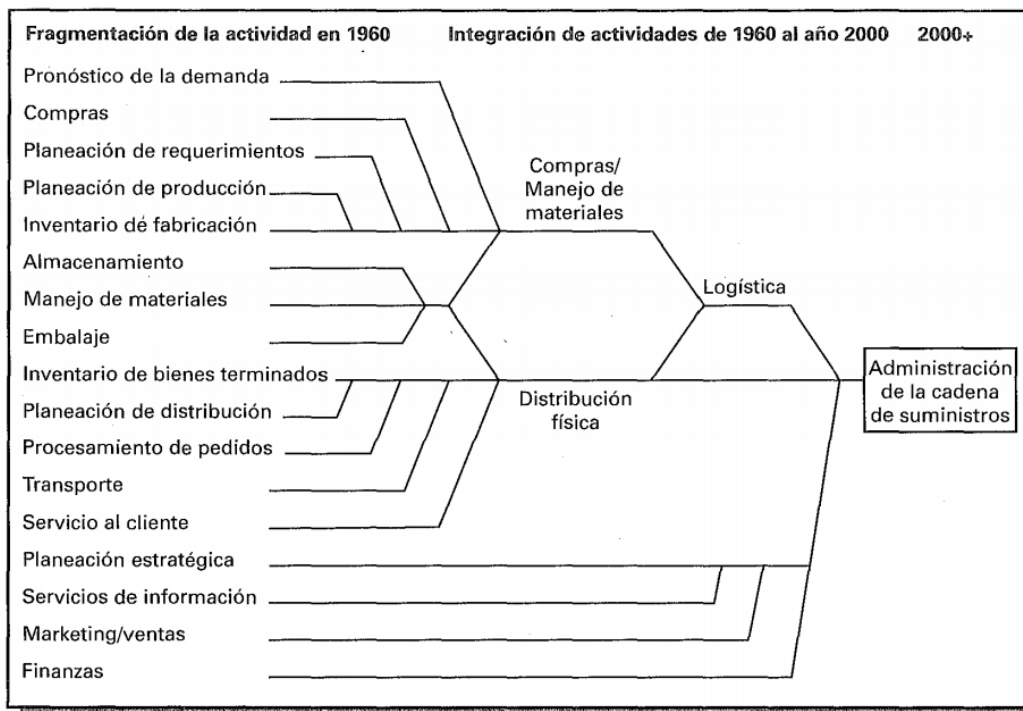
En la década de 1980 se plantea el concepto de gestión de materiales. El MRP brinda el soporte específico para propiciar una mayor productividad de las plantas y los principios del Kaizen. La gestión de materiales adoptó rápidamente una postura proactiva en el diseño de la estrategia de fabricación [22].

En esta misma década el concepto de distribución física se integra con el de gestión de materiales, los directivos de distribución física empezaron a analizar los programas de mercadeo y a preguntar sobre temas relativos al servicio al cliente, tanto en términos cuantitativos como cualitativo [22].

Para complementar lo anteriormente propuesto Ballou [4], en su texto de referencia tratado en el presente proyecto, expone el diagrama a continuación presentado, en el cual se puede apreciar la convergencia de los diferentes conceptos o sistemas relacionados con actividades de aprovisionamiento y distribución a través de un línea de tiempo, en esta se visualiza la unión de las dos primeras grandes categorías presentadas anteriormente, manejo de materiales y distribución física.

**Figura 2.**

*Evolución de la logística hacia la cadena de suministro*



**Nota.** Evolución del concepto de logística hacia administración de la cadena de suministro desde 1960 hasta el año 2000. Tomado de: R. H. Ballou, Logística. Administración de la cadena de suministro, Quinta ed., México: Pearson Educación, 2004, p. 9.

No obstante, la definición formal a este concepto no es establecido hasta el año 1985, año en que el National Council of Physical Distribution Management (NCPDM), fundado en 1963 en Estados Unidos, cambia de nombre a Council of Logistic Management (CLM), hecho con el cual se define oficialmente el término de logística [1].

Después de haber observado la evolución del concepto de logística resulta pertinente emplear la definición ofrecida por Mora [22], la logística es una actividad interdisciplinaria que vincula las diferentes áreas de una empresa, desde la programación de compras hasta el servicio postventa; pasando por el aprovisionamiento de materias primas; la planificación y gestión de la producción; el almacenamiento, manipulación y gestión de stock, empaques, embalajes, transporte, distribución física y los flujos de información.

### 3.3. Marco normativo

El desarrollo de la actividad económica de Grupo Cosalco se encuentra enmarcado por una normatividad vigente, es decir, leyes, normas, decretos, resoluciones, entre otros, el presente marco reconoce, pero no se limita a la normatividad a continuación presentada, puesto que se pretende registrar aquella que genera un mayor impacto en relación al proyecto desarrollado.

**Tabla 1.**

*Normatividad del comercio colombiano*

<b>Norma</b>	<b>Fecha de expedición</b>	<b>Estado</b>	<b>Disposición</b>	<b>Ente emisor</b>	<b>Marco</b>
Constitución política de Colombia	13/06/1991	Desarrollado por Ley 1447 de 2011	Fortalecer la unidad de la Nación y asegurar a sus integrantes.	El pueblo de Colombia	Constitución nacional
Ley 6 de 1971	16/09/1971	Derogado Artículo 7 Ley 1609 de 2013	Por la cual se dictan normas generales, a las cuales debe sujetarse el Gobierno para modificar los aranceles, tarifas y demás disposiciones concernientes al régimen de aduanas.	Congreso de Colombia	Comercio exterior
Ley 67 de 1979	26/12/1979	Vigente	Por la cual se dictan las normas generales a las que deberá sujetarse el Presidente de la República para fomentar las exportaciones a través de las sociedades de comercialización internacional y se dictan otras disposiciones para el fomento del comercio exterior.	Congreso de Colombia	Comercio exterior

**Tabla 1.** (Continuación)

<b>Norma</b>	<b>Fecha de expedición</b>	<b>Estado</b>	<b>Disposición</b>	<b>Ente emisor</b>	<b>Marco</b>
Ley 48 de 1983	27/12/1983	Derogado en lo pertinente Artículo 30 Ley 7 de 1991	Por la cual se expiden normas generales a las cuales debe sujetarse el Gobierno Nacional para regular aspectos del comercio exterior colombiano.	Congreso de Colombia	Comercio exterior
Ley 7 de 1991	16/01/1991	Desarrollado por Decreto 4337 de 2004	Por la cual se dictan normas generales a las cuales debe sujetarse el Gobierno Nacional para regular el comercio exterior del país, se crea el Ministerio de Comercio Exterior, se determina la composición y funciones del Consejo Superior de Comercio Exterior, se crean el Banco de Comercio Exterior y el Fondo de Modernización Económica, se confieren unas autorizaciones y se dictan otras disposiciones.	Congreso de Colombia	Comercio exterior
Ley 9 de 1991	17/01/1991	Desarrollado por Decreto 4337 de 2004	Por la cual se dictan normas generales a las que deberá sujetarse el Gobierno Nacional para regular los cambios internacionales y se adoptan medidas complementarias.	Congreso de Colombia	Comercio exterior
Ley 170 de 1994	15/12/1994	Vigente	Por medio de la cual se aprueba el Acuerdo por el que se establece la "Organización Mundial de Comercio (OMC)", suscrito en Marrakech (Marruecos) el 15 de abril de 1994, sus acuerdos multilaterales anexos y el Acuerdo Plurilateral anexo sobre la Carne de Bovino.	Congreso de Colombia	Acuerdo de integración económica



**Tabla 1.** (Continuación)

Norma	Fecha de expedición	Estado	Disposición	Ente emisor	Marco
GATT de 1947	-	Desarrollado por GATT de 1994	Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio (GATT de 1947)	Organización Mundial del Comercio	Acuerdo de integración económica
Ley 45 de 1981	6/05/1981	Vigente	Por medio de la cual se aprueba el "Tratado de Montevideo 1980", firmado en Montevideo el 12 de agosto de 1980.	Congreso de Colombia	Acuerdo de integración económica
Ley 172 de 1994	20/12/1994	Vigente	Por medio de la cual se aprueba el Tratado de Libre Comercio entre los Gobiernos de Estados Unidos Mexicanos, la República de Colombia y la República de Venezuela, suscrito en Cartagena de indias el 13 de junio de 1994.	Congreso de Colombia	Acuerdo de integración económica
Decreto 1011 de 1995	16/06/1995	Vigente	Por el cual se da cumplimiento a unos compromisos contraídos por Colombia en el marco de la Asociación Latinoamericana de Integración, ALADI.	Congreso de Colombia	Acuerdo de integración económica

**Nota.** La tabla muestra normatividad relacionada con el comercio en Colombia. Tomado de: Ministerio de comercio, industria y turismo, *Manual de Normas Comercio Exterior Colombiano*, Bogota D.C.: Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. [En línea]. Disponible en: <https://www.mincit.gov.co/estudios-economicos/estudios-y-publicaciones/publicaciones> [Acceso: febrero 15, 2021].

La anterior tabla muestra un fragmento representativo de la normalidad colombiana en relación al comercio exterior, se registraron las principales leyes sobre las cuales se fundamenta el comercio colombiano a nivel internacional. A través de esta podemos observar el carácter normativo establecido por un país, el cual permite bajo ciertas limitaciones comprender aquella dispuesta por otras naciones.

### **3.4. Marco organizacional**

La totalidad de información a continuación presentada proviene de su página web y es de acceso público [23], Grupo Cosalco es una organización fundada por el señor Álvaro López y la señora Ana María Franco en el año 1984 en Costa Rica, inicia desarrollando su actividad económica distribuyendo productos en representación de empresas extranjeras en áreas de artes gráficas y empaques flexibles. En 1988 la organización se incursiona en la apertura de una nueva línea de productos, los adhesivos para el mercado costarricense, posteriormente en 1998 expande la cobertura a el resto de Centroamérica. En 1991 se establece la oficina de El Salvador, en 1995 se implanta la oficina de Colombia, un año más tarde comienza la comercialización de adhesivos en el país. En 1999 la empresa concreta el modelo de distribuidor.

A principios de la década de 2000 se da la apertura de la oficina de Guatemala. Tras ocho años de operación en 2008, se establece Cosalco Guatemala como entidad legal y Representaciones Cosalco absorbe a López y Franco. En el año 2013 se incorpora un nuevo socio al Grupo, quien asume la Gerencia General y se encuentra ejerciendo el cargo en la actualidad.

En 2015 se implementa el software SAP en busca de la estandarización de procesos, en 2018 Cosalco Colombia recibe la certificación ISO 9001:2015 a través de la respectiva entidad en territorio nacional, en 2018 se incorpora la familia de bioplásticos al catálogo de productos, en 2019 la sede de Guatemala obtiene la certificación ISO 9001:2015, en el presente año Grupo Cosalco introduce nuevas representaciones a su repertorio de proveedores.

Grupo Cosalco cuenta con más de 35 años de experiencia a nivel internacional atendiendo a diferentes industrias a través de la distribución de productos de diferentes marcas, dentro de su catálogo se encuentran materias primas, insumos, equipos, maquinaria, software todos estos relacionados con la satisfacción de necesidades en empaques flexibles, artes gráficas, entre otras.

**Tabla 2.**

*Líneas de Producto*

<b>Líneas genéricas de producto</b>
Adhesivos
Cintas
Insumos de limpieza
Máster Batch
Papeles
Películas
Planchas
Plásticos
Raclas
Resinas
Tintas

*Nota.* Líneas de productos comercializadas por la organización objeto de estudio. Tomado de: Grupo Cosalco, «NOSOTROS,» [En línea]. Disponible en: <https://cosalco.com/nosotros/>. [Último acceso: 24 09 2020].

En el apartado de nuestra historia en la página web de la organización objeto de estudio se presenta lo siguiente [23], “La esencia de integridad, confiabilidad y compromiso por brindar un servicio técnico de alta calidad, siguen siendo parte de lo que hoy es una multi-latina de casi 40 personas, 4 oficinas, presencia en más de 10 países, con más de 25 empresas y marcas líderes representadas, y \$13 millones de ventas anuales”. Dentro de estas empresas fabricantes se encuentra DOW, Now Plastics, Kodak Flexcel, Tower, entre otras de naturaleza internacional.

La misión de Grupo Cosalco es ayudar a sus aliados a desarrollar soluciones de alto valor desde las industrias de empaques, plástico y artes gráficas, por otra parte, en su visión se encuentra proyectado para el año 2025 ser referente en Latinoamérica en la comercialización de soluciones innovadoras para impulsar la sostenibilidad y crear valor en las industrias de empaques, plásticos y artes gráficas. La información referente a la actividad económica desarrollada por Grupo Cosalco, así como su respectivo código CIIU se contemplan en el apartado de análisis del sector y subsector, en estos se detalla información explicativa adicional de la organización.

## **4. DIAGNÓSTICO**

El presente diagnóstico es realizado con la finalidad de definir aquellos factores involucrados en la generación de fallos en la cadena de suministro de la organización objeto de estudio, para esto desde una perspectiva externa se lleva a cabo un análisis PESTAL internacional; posteriormente se elabora un análisis del sector y subsector a los cuales pertenece la organización para comprender su desempeño en relación a estos.

Desde una óptica interna se desarrolla un diagnóstico a través de fuentes secundarias y primarias, este procedimiento será tratado posteriormente en el desarrollo del presente capítulo; para finalizar se consolida la información proveniente del panorama macro y micro en un análisis DOFA, con esto se pretende obtener resultados precisos frente a las problemáticas presentes en la organización objeto de estudio, con base en esto estará dirigido el diseño de la red de distribución logística.

### **4.1. Análisis PESTAL internacional**

Una empresa, como ente social, no se encuentra aislada dentro del sector económico al cual pertenece, ni puede operar de manera independiente del contexto político, económico, social, tecnológico, ambiental y legal que la rodea [24]. En otros términos, las organizaciones actúan dentro de un entorno en cual existen fuerzas fuera de los límites de control interno, las cuales afectan en diferente medida el desarrollo de actividad económica.

El desarrollo del presente análisis del entorno externo, o también denominado macroentorno, está enfocado en las ubicaciones geográficas en las cuales la organización tiene presencia física de instalaciones (oficinas y almacenes), estas se localizan en Costa Rica, El Salvador y Guatemala. Esta distinción a partir del análisis de los diferentes factores anteriormente presentados, permite establecer un panorama general del contexto externo de los diferentes países ubicados en América Central.

Un instrumento orientado al análisis del macroentorno es el PESTAL, este clasifica las influencias del entorno en seis categorías: política, económica, social, tecnológica, ambiental y legal [25], además de esto tiene como finalidad evaluar la incidencia de los diferentes factores externos sobre la organización.

#### ***4.1.1. Factores políticos***

Son las influencias gubernamentales que indican de forma directa o indirecta a nivel internacional sobre el desarrollo de la actividad económica de la organización. Chopra y Meindl [2] señalan que la estabilidad política de un país desempeña un papel importante en la elección de la ubicación de las instalaciones. Asimismo, con base en su planteamiento, se puede afirmar que las organizaciones prefieren localizarse en países políticamente estables donde las reglas del comercio y la propiedad están bien definidas.

Para poder establecer un punto de referencia frente a la estabilidad política, es necesario acudir al Informe de Competitividad Global [26], este documento es emitido anualmente por el Foro Económico Mundial y presenta una clasificación en términos de competitividad que abarca 141 países. El primer pilar corresponde a las *instituciones*, dentro de este se encuentra la categoría de *orientación futura de gobierno*, asimismo en esta destaca el indicador de *gobierno que garantiza la estabilidad de la política*, debido a que se relaciona directamente con lo establecido anteriormente referente a la toma de decisiones por parte de la empresa para ubicar sus instalaciones.

Colombia presenta un valor de 3.4 sobre 7, ubicándose en posición 101; Costa Rica presenta un valor de 4.4 sobre 7, ubicándose en posición 48; El Salvador presenta un valor de 2.6 sobre 7, ubicándose en posición 133, por último, Guatemala presenta un valor de 3.0 sobre 7, ubicándose en posición 120; con base en este indicador se puede establecer que Costa Rica es el país que goza de mayor estabilidad política en comparación a Colombia, El Salvador y Guatemala, además de esto, destaca una potencial ubicación geográfica clave a tener en cuenta en el diseño de la red de distribución.

Por otra parte, uno de los principales requisitos a tener en cuenta en el diseño de una red de distribución es la infraestructura, con base en este factor se pueden tomar decisiones de ubicación de instalaciones; en América Latina y el Caribe el déficit en infraestructura ha generado una brecha entre la relación de demanda y la capacidad para cubrirla [27].

El sector de la construcción de infraestructuras, se ha caracterizado según Pérez y Sánchez [6], en el Boletín FAL de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe, por actos colusorios y de corrupción; estos disminuyen la eficiencia de las inversiones, debilitan la imagen pública de las instituciones y generan un alto costo socioeconómico en los países.

El segundo pilar propuesto en el Informe de Competitividad Global, hace referencia a la *infraestructura*, en este se encuentra el grupo de indicadores relativos a *infraestructura de transporte*, donde se contempla la conectividad vial, la calidad de la infraestructura vial, la densidad de vías férreas, la eficiencia de los servicios de tren, la conectividad de aeropuertos, la eficiencia de los servicios aéreos, la conectividad de transporte marítimo y la eficiencia de los servicios marítimos.

Esta categoría de indicadores comprende las calificaciones de transporte internacional e interno, Colombia presenta un puntaje de 43.8 ubicándose en posición 92; Costa Rica presenta un puntaje de 44.4 ubicándose en posición 88; El Salvador presenta un puntaje de 45.3 ubicándose en posición 86 y Guatemala presenta un puntaje de 37.2 ubicándose en posición 114. El Salvador refleja un mayor desempeño general de los diferentes factores anteriormente mencionados en comparación con los demás países.

Por medio de consulta a fuentes primarias, la ausencia de infraestructura en Colombia representa un impacto negativo en el aumento de los costos de transporte interno, así mismo la carencia de servicios de transporte y de trayectos desde diferentes regiones hacia América Central han ocasionado que la mercancía con este destino se consolide en territorio norteamericano.

#### ***4.1.2. Factores económicos***

Incluye los factores macroeconómicos que no dependen del control interno de la organización, como aranceles, costos de envío, impuestos, tipos de divisas, entre otros. En términos de Chopra y Meindl [2], «Los aranceles son derechos que deben pagarse cuando los productos o equipo pasan a través de fronteras internacionales, estatales o municipales. Tienen una fuerte influencia en las decisiones sobre la ubicación de las instalaciones dentro de la cadena de suministro. Si un país tiene aranceles muy altos, las compañías tienen dos opciones: no atender el mercado local o establecer plantas de manufactura dentro del país para ahorrar en derechos».

Estos tributos impuestos por el Estado aplicados sobre los bienes de importación son pagados por la empresa, estas mercancías proceden de diferentes países a nivel mundial y son distribuidas a los mercados de América Latina y el Caribe, región que comprende los países donde la organización relaciona sus principales clientes. Dentro de los países donde Cosalco tiene presencia Colombia y El Salvador presentan mayores tasas arancelarias las cuales inciden en el costo de importación de mercancías.

Los incentivos fiscales son estímulos otorgados por el Estado relacionados con la reducción de impuestos o aranceles, estos se ofrecen con frecuencia para alentar a las compañías a ubicar sus instalaciones en áreas específicas [2]. Los países de América Latina y el Caribe tienden a ofrecer exoneraciones temporales de impuestos o también consideradas como vacaciones tributarias (tax holidays) además de otras exenciones tributarias [28]. El uso de exenciones de impuestos y aranceles en zonas económicas especiales, zonas francas o puertos libres es común en estas regiones, la organización objeto de estudio almacena mercancías en uno de los países en un depósito aduanero, estos permiten almacenar mercancías sin pagar los derechos de aduana, ni los impuestos relacionados con la importación hasta que la mercancía sea retirada del punto de almacenaje [29].

El tipo de cambio es un factor macroeconómico que genera un impacto significativo en el desarrollo de la actividad económica de la organización objeto de estudio, este puede sufrir variaciones por diferentes razones macroeconómicas, en el comercio internacional es un escenario en el cual se evidencia con mayor facilidad los efectos de las fluctuaciones de los tipos de cambio, la relación numérica entre dos divisas está enmarcada por la incertidumbre y podría representar para la organización pérdidas o ganancias. En Colombia, Costa Rica y Guatemala se realizan operaciones comerciales en moneda local, esto significa una variación en el tiempo del valor de las diferentes divisas, mientras que en El Salvador este factor incide negativamente a razón de que en este país adoptaron el dólar estadounidense.

El precio de las materias primas, se presenta como un factor relevante en el desarrollo de la actividad económica de la empresa, la región de América Latina y el Caribe presento una reducción generalizada de estos valores en 2019 [30], la emergencia sanitaria a nivel mundial ocurrida en 2020 impedirá el alza de la esta tendencia. La disminución de los valores de las materias primas adquiridas por la organización para su posterior comercialización incide directamente en los ingresos percibidos por la misma, los márgenes de beneficio para estas mercancías se ven limitados por esta reducción.

Por otra parte, se encuentra el flete internacional, entendido como el valor asociado al transportar mercancía por vía marítima o aérea, este valor es establecido por navieras o empresas aéreas. El flete marítimo hace referencia al costo de transportar un contenedor desde un puerto hasta otro, existen diferentes modalidades referentes a como el contenedor es cargado, como lo son, Full Container Load (FCL) o Less Container Load (LCL); además del valor en sí mismo del flete existen recargos a tener en cuenta para determinar el precio final. Por otra parte, el valor por el transporte de mercancía terrestre en un país, se denomina flete interno de transporte. La fijación del valor de estos servicios por parte de las organizaciones encargadas afecta directamente el ejercicio financiero de la organización objeto de estudio. Fuente primarias afirman que los vuelos y embarques en algunas circunstancias han aumentado el doble o incluso el triple frente a los históricos.



### ***4.1.3. Factores sociales***

América Latina y el Caribe en el año 2019 fue foco de atención por el estallido de conflictos sociales representados por olas de protestas en varios países de la región, “esas reacciones tienen que ver con la fatiga y el desencanto de la población con la clase política y el descrédito de las instituciones, que han sufrido el desgaste por las consecuencias de la crisis económica iniciada en 2008, los escándalos de corrupción y el incremento de la inseguridad” [31]. Estos conflictos pueden limitar directa o indirectamente el suministro de productos hacia los clientes de Grupo Cosalco.

De igual forma, los paros o huelgas laborales realizados con el objetivo de obtener soluciones a problemas encontrados por los actuantes, puede generar resultados negativos para los diferentes eslabones de la cadena de suministro ya que significa la suspensión temporal de actividades. Estas manifestaciones sociales representan un riesgo frente al movimiento de un producto por parte de la organización hasta un cliente, es decir, se podría generar un corte en la distribución.

Uniones de trabajadores relacionadas con actividades portuarias de Argentina [32] y Chile [33], en el transcurso del presente año anunciaron la realización de paros como medida para obtener mejores condiciones laborales, estas manifestaciones sociales son independientes de la ubicación geográfica en las cuales se presentaron, es decir, cualquiera de los países donde la organización objeto de estudio tiene presencia, no se encuentran exentos frente a la presentación de este tipo de eventos; la interrupción de operaciones en terminales portuarias o aéreas generada por huelga ocasionaría una disminución en el cumplimiento de los indicadores de entregas, del mismo modo genera aumentos en los fletes internos en consecuencia de la escases de vehículos disponibles.

Ante esta realidad, en el presente año se incorpora una emergencia de salud pública de interés internacional, ocasionada por el brote de la enfermedad denominada como COVID-19 causada por el coronavirus [34], esto ha generado una pandemia que ha afectado cada una de las sedes de Grupo Cosalco. Las consecuencias a causa de esta enfermedad fueron tempranas, en el segundo trimestre del vigente año se presentó una disminución en el volumen de comercio en la organización objeto de estudio.

#### **4.1.4. Factores tecnológicos**

La digitalización e innovación tecnológica están determinado el camino a seguir, en relación con el concepto de *technology push*; el desarrollo de nuevas tecnologías empuja a la implementación de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) por parte de las empresas en los diferentes procesos desarrollados. Uno de estos procesos el cual considerar en relación con la tecnología es la logística, “el sistema logístico del futuro apunta a la interconectividad de la información, la optimización del tiempo y los recursos, con una fuerte inversión y desarrollo en innovación para mantener su competitividad” [35].

Las TIC abarcan el control, transmisión y procesamiento de información para fomentar la interrelación de los diferentes eslabones de la cadena de suministro con la finalidad de aumentar la competitividad. En América Latina y el Caribe en el sector del transporte “se percibe una resistencia a la digitalización e innovación, la que posiblemente está influenciada por el temor a la pérdida de empleos y la falta de oportunidades para el aprendizaje digital” [6], esto fomenta el aumento de la brecha tecnológica entre los eslabones de la cadena de suministro y resalta la falta de desarrollo tecnológico a nivel interregional.

El tercer pilar del Informe de Competitividad Global (2019) [26], es decir, *adopción de las TIC* propone una serie de mediciones referente a este pilar, este puede ofrecer un panorama general de los países objeto de estudio frente al acogimiento de las Tecnologías de Información y Comunicación; Colombia tiene una puntuación de 49,9 sobre 100, aumento a comparación del año anterior, ubicándose en la posición 87 de 141 respecto a los países que conforman el reporte. Costa Rica tiene una puntuación de 60,0 sobre 100, aumento a comparación del año anterior, se ubica en la posición 63 de 141 países. El Salvador tiene una puntuación de 40,6 sobre 100, aumento a comparación del año anterior, se ubica en la posición 105 de 141 países. Por último, Guatemala tiene una puntuación de 37,7 sobre 100, aumento a comparación del año anterior, se ubica en la posición 110 de 141 países.

En relación a las puntuaciones anteriores en primera posición se encuentra Costa Rica, seguido de Colombia, en penúltima posición El Salvador y por último esta Guatemala, solo un país se encuentra dentro de la primera mitad respecto a los 141 países, los demás países reflejan el potencial en el cual trabajar para la adopción de las TIC.

En los últimos años la organización objeto de estudio se ha estado adaptando al sistema SAP para gestionar diferentes operaciones desde este software. Este sistema permite administrar la totalidad de los procesos organizacionales a través de diferentes módulos que representan diferentes áreas, dentro de estas se encuentran finanzas, ventas, operaciones y relaciones con los clientes [36], asimismo la plataforma ofrece funcionalidades relacionadas con la gestión financiera, de ventas y clientes, el control de compras e inventario; SAP representa una fuente primaria de información referente a históricos de aprovisionamiento de productos.

#### ***4.1.5. Factores ambientales***

Badenschier [37] de acuerdo con el Foro Económico Mundial ratifica que, “la industria logística es responsable de causar aproximadamente el seis por ciento de todas las emisiones de gases de efecto invernadero en todo el planeta. Casi la totalidad de la huella de carbono de la logística se produce cuando las mercancías se transportan en el interior de un país o de un continente a otro”. Esta problemática se encuentra directamente relacionada con el desarrollo de la actividad económica de la organización objeto de estudio, esta al realizar el proceso de importación de mercancía, esta incurre en la contratación de servicio de transporte que aportan negativamente a la situación actual de nuestro planeta.

Las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) de los diferentes medios de transporte integrantes de una red de distribución tienen un impacto en el medio ambiente, la elección de los modos de transporte y las rutas empleadas en el envío de un producto hasta el cliente, determinan decisiones logísticas para contribuir en la mitigación del impacto ambiental. Por otra parte, la organización objeto de estudio frente a la ejecución de acciones con el objetivo de aplacar los impactos negativos generados por el proceso logístico que desarrolla, no refleja decisiones en cuanto a transporte o negociación con proveedores de materia prima o insumos.

Por otra parte, la organización objeto de estudio dentro de las diferentes líneas de productos, comercializa sustancias químicas clasificadas como peligrosas utilizadas en actividades industriales por sus clientes, el control de estos agentes químicos a lo largo de la red de distribución debe garantizar el transporte seguro en los diferentes territorios nacionales. Los diferentes países donde la organización comercializa estos productos tienen como objetivo asegurar la salud de sus ciudadanos, para esto las diferentes entidades encargadas han dispuesto normas para la correcta administración de estas sustancias.

#### ***4.1.6. Factores legales***

La Organización Mundial del Comercio (OMC) es la principal institución a nivel internacional que se ocupa de las normas (acuerdos negociados por los gobiernos) que rigen el comercio entre los países. Dentro de los acuerdos establecidos por la OMC se encuentra el Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio (GATT), el Acuerdo General sobre el Comercio de Servicios (AGCS) y los aspectos de los derechos de propiedad intelectual relacionados con el comercio (ADPIC).

El Acuerdo sobre Facilitación del Comercio (AFC) contiene disposiciones para agilizar el movimiento, el levante y el despacho de las mercancías, incluidas las mercancías en tránsito, entró en vigor el 22 de febrero de 2017. De acuerdo con la Organización Mundial del Comercio [21], “Las medidas para facilitar el comercio, como la simplificación de los requisitos en materia de documentación, la modernización de los procedimientos y la armonización de los requisitos aduaneros, pueden reducir los costos y el tiempo necesario para exportar e importar mercancías”. Además de lo anteriormente presentado el AFC aclara y mejora los artículos pertinentes del Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio (GATT) de 1994, también contiene estatutos de cooperación aduanera.

No obstante, dejando a un lado la institución previamente tratada, existe una gran variedad de organismos que influyen en el comercio internacional como, la Organización Mundial de Aduanas (OMA), La Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD), el Fondo Monetario Internacional (FMI), el Banco Mundial, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), el International Trade Centre (ITC), la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), entre otros.

Por otra parte, a nivel interno cada Estado cuenta con instituciones públicas y privadas encargadas de la regulación y control del comercio internacional, el carácter dinámico del comercio a nivel mundial determina el estar a la vanguardia en el aspecto normativo de toda organización.

#### **4.2. Análisis del sector**

El Banco de la Republica de Colombia en el portal Enciclopedia de Banrepcultural [38], indica que el sistema económico está dividido en sectores económicos, estos agrupan actividades cuyos componentes tienen características comunes. Estas categorías son, primario o agropecuario, secundario o industrial y terciario o de servicios. Teniendo en cuenta la información conocida acerca de la organización objeto de estudio, así como la actividad económica que desarrolla, el foco del presente análisis estará dirigido sobre el sector terciario o de servicios.

El sector terciario o de servicios hace referencia a todas aquellas actividades económicas que no se dedican a la producción de bienes materiales, está relacionado con la satisfacción de necesidades de empresas y consumidores particulares a partir del suministro de bienes intangibles. Este agrupa actividades heterogéneas como comercio, transporte, comunicaciones, finanzas, seguros, bienes raíces, gobierno y servicios profesionales [39].

El sector de servicios se ha establecido como el segmento predominante y la fuerza motriz de la economía, representa una proporción creciente del producto interno bruto (PIB), el comercio y el empleo. Este sector contribuye a la productividad y al desarrollo de toda la economía, debido a que proporciona insumos esenciales en la producción de bienes y prestación de servicios [40].

El comercio es el conjunto de actividades que tienen como finalidad el intercambio de bienes y servicios entre mínimo dos partes, esta interacción es el resultado entre una parte ofertante y una parte demandante, el establecimiento de una relación comercial tiene el propósito de satisfacer las necesidades emergentes en cada parte. En seguida se abordará de forma breve los conceptos de comercio interior e internacional, debido a la aplicación de estos tipos por parte de la organización objeto de estudio, presentes en los momentos de ejecución de las diferentes etapas de la logística de distribución.

El comercio interior es el que se desarrolla dentro del territorio de una nación; tiene como función principal la distribución de bienes materiales derivados de la producción, así como de las importaciones provenientes del exterior; existen dos divisiones principales, comercio al por mayor y comercio al por menor. El comercio internacional incluye los procesos de importación y exportación de bienes y servicios a nivel mundial.

La organización objeto de estudio desarrolla la actividad económica de comercio al por mayor, así como la distribución de materias primas, insumos, equipos, maquinaria, software, entre otros, atendiendo a fabricantes de plásticos, empaques, etiquetas y corrugados. Tiene oficinas en Colombia, Costa Rica, El Salvador y Guatemala, ubicaciones en donde se relacionan sus principales clientes; además de esto cuenta con presencia comercial en diferentes países de Centroamérica y el Caribe. Sus principales proveedores se ubican en Brasil, Estados Unidos, India, Italia y México.

A continuación, se presentará información relevante frente a la actualidad del comercio, en el marco de la emergencia sanitaria a nivel internacional, en mayo de 2020 el volumen de comercio mundial de bienes cayó un 17,7% con respecto al mismo mes de 2019, esto significa una tendencia negativa de lenta recuperación, la cual afecta directamente las importaciones y exportaciones; además de esto América Latina y el Caribe es la región en desarrollo más afectada según el informe especial número seis en relación al *COVID-19* elaborado por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) [41].



afirmar que las diferentes sedes de la organización presentaron un comportamiento similar guiado por esta tendencia negativa.

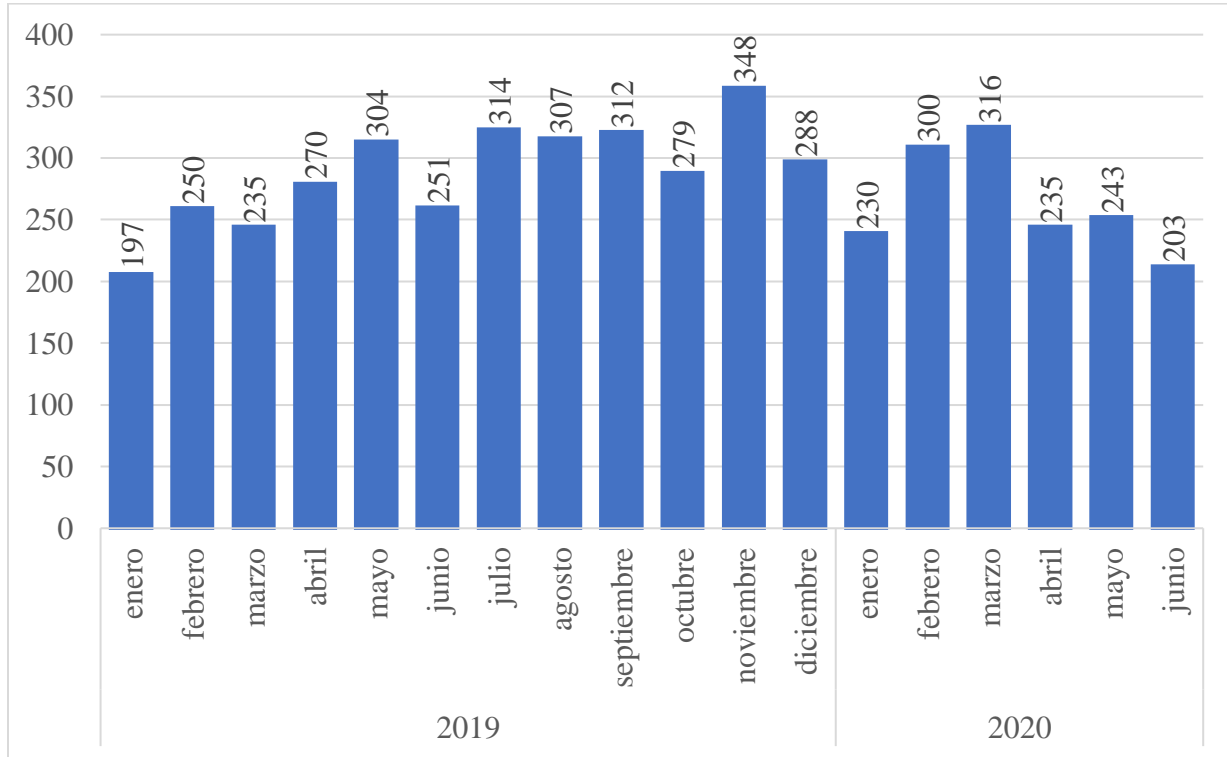
El concepto de entrega hace referencia directa a un indicador de cumplimiento, este es medido mensualmente y tiene el objetivo de cuantificar la efectividad en el proceso distribución nacional de mercancías, desde el alancen regional hasta la recepción por parte del cliente; las diferentes actividades vinculadas a la importación de materias primas e insumos para atender la demanda emergente, es decir, las negociaciones con agentes de carga internacional así como agentes de aduana y el transporte de mercancía terrestre desde los principales puertos del país hacia el interior del territorio nacional hasta el respectivo almacén regional, no son contempladas por este indicador.

A través de información del primer semestre del año 2020 proveniente de fuentes primarias en el mercado colombiano, en enero se midieron 230 entregas, en febrero se presentaron 303 entregas, en marzo se realizaron 316 entregas, en cuatro de estas se presentó un retraso frente a la entrega debido a la adopción de diferentes medidas por la emergencia sanitaria, en abril se reconocieron 235 entregas, solo una presento retraso a razón de un error en el alistamiento del producto, en mayo se registraron 243 entregas, una con retraso (el mismo error del mes anterior) y finalmente en junio se relacionaron 203 entregas. Estos datos ofrecen un panorama frente al porcentaje de cumplimiento de entregas en territorio colombiano, el cual es superior al 96% en el semestre.



**Figura 4.**

*Entregas totales de enero de 2019 a junio de 2020 Cosalco Colombia*



**Nota.** El presente grafico muestra el número de entregas totales en el periodo comprendido entre enero de 2019 y junio de 2020 en Colombia, elaborado con información de Grupo Cosalco.

A través de documentos provenientes de fuentes primarias, en el anterior grafico se presentan los resultados de las entregas en el transcurso del año 2020, el comercio en Colombia presento un aumento en el primer trimestre en comparación al año anterior, sin embargo, los efectos de la emergencia sanitaria son evidentes en el segundo trimestre, es en este periodo cuando los diferentes organismos nacionales decretan un aislamiento como medida para enfrentar la pandemia, esto genero un resultado directo, es decir una disminución en los niveles de entrega de pedido en la organización.

### 4.3. Análisis del subsector

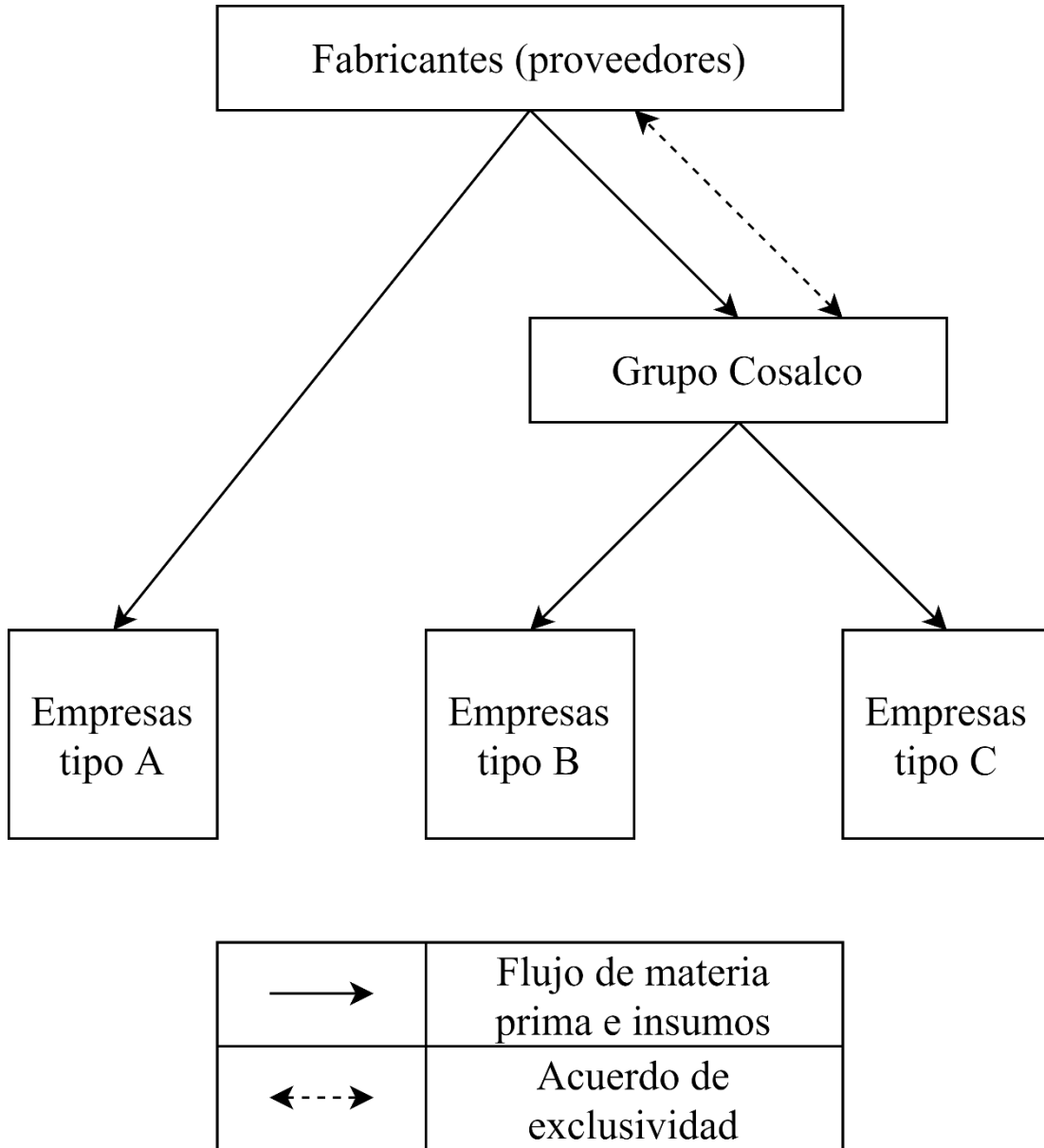
Dentro de la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU) rev. 4 A.C., la división 46 agrupa aquellas actividades económicas relacionadas con el comercio al por mayor. El presente análisis está enfocado en esta clasificación. De acuerdo con el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) [42], "Esta división comprende la reventa (venta sin transformación) de productos nuevos o usados a minoristas, usuarios industriales, comerciales, institucionales o profesionales, a otros mayoristas, y a quienes actúan en calidad de agentes o corredores en la compra o venta de mercancías en nombre de dichas personas o empresas".

Con base en el DANE dentro de la CIIU Rev. 4 A.C., Grupo Cosalco se encuentra clasificada en la subdivisión 4664 de acuerdo con la gama de productos vendidos, esta categorización ha sido definida de la siguiente manera, "El comercio al por mayor de sustancias químicas de uso industrial como: anilina, tinta de imprenta, aceites esenciales, gases industriales, colas químicas (pegamentos), colorantes, resinas sintéticas, metanol, parafina, aromas y aromatizantes, bicarbonato sódico, sal industrial, ácidos y azufres, derivados del almidón, entre otros" [43]; dentro de los consumibles comercializados por la organización objeto de estudio se encuentran, adhesivos, cintas, máster batch, papeles, películas, planchas, plásticos, raclas, resinas, tintas, insumos de limpieza e insumos en general relacionados.

El comercio mayorista se caracteriza por adquirir productos a fabricantes u otros mayoristas y distribuirlos a mayoristas, distribuidores, minoristas e incluso a fabricantes, pero no a consumidores finales [44]. Grupo Cosalco cumple la función de intermediario, conecta operaciones de producción entre diferentes agentes de cadenas productivas en sector industrial, proveyendo materias primas e insumos necesarios en procesos de impresión y laminación; para esto la empresa realiza las negociaciones oportunas con los fabricantes de las diferentes líneas de productos ofrecidas por la organización, estas resultan en la adquisición de grandes cantidades de materia prima e insumos, dentro de los proveedores se encuentran [23], DOW, 3M, Kodak, CBG ACCIAI, Plastic Suppliers, entre otros; para cada uno de estos la organización objeto de estudio cuenta con acuerdos de exclusividad bilateral para las diferentes líneas de producto que ofrece.

**Figura 5.**

*Relación de distribución de Grupo Cosalco y fabricantes*



*Nota.* La figura representa el flujo de materia prima e insumos entre diferentes empresas, además muestra la relación entre los proveedores y Grupo Cosalco mediante el establecimiento de acuerdos de exclusividad.

En la figura anterior se representa la relación entre Grupo Cosalco y diferentes empresas clasificadas de acuerdo a volumen de materia prima e insumos requeridos para realizar sus operaciones; las organizaciones tipo A exigen grandes volúmenes para desarrollar su actividad económica, estas no están en contacto con la organización objeto de estudio, debido a que la satisfacción de la demanda es realizada directamente por el fabricante, las empresas tipo B y C precisan de cantidades medias o mínimas en comparación con el primer tipo y es aquí donde Grupo Cosalco interviene, solicitando grandes cantidades que si pueden ser otorgadas por el fabricante (lo cual lo convertiría en una empresa tipo A) que posteriormente suministra en menores cantidades acorde a las necesidades de sus clientes.

Grupo Cosalco distribuye principalmente a empresas que desarrollan como actividad económica la fabricación de artículos de plástico, estas requieren para el apartado gráfico de sus productos, es decir, llevar a cabo procesos de impresión y laminación, determinados consumibles (materias primas e insumos), la empresa objeto de estudio responde ante estas necesidades a través de unidades en stock o nuevas solicitudes a los fabricantes.

#### **4.4. Procedimiento de diagnóstico**

Un diagnóstico se puede definir como un proceso analítico que permite establecer el estado de un sistema en un momento determinado con la finalidad de encontrar problemas que puedan estar afectando a este. El presente diagnóstico se realiza a partir de la integración de un conjunto de instrumentos, los cuales son abordados a medida que el desarrollo lo requiera; este tiene la finalidad de detectar fallos en la gestión de la cadena de suministro de la organización objeto de estudio que puedan ser solucionados a través del diseño de la red de distribución logística.

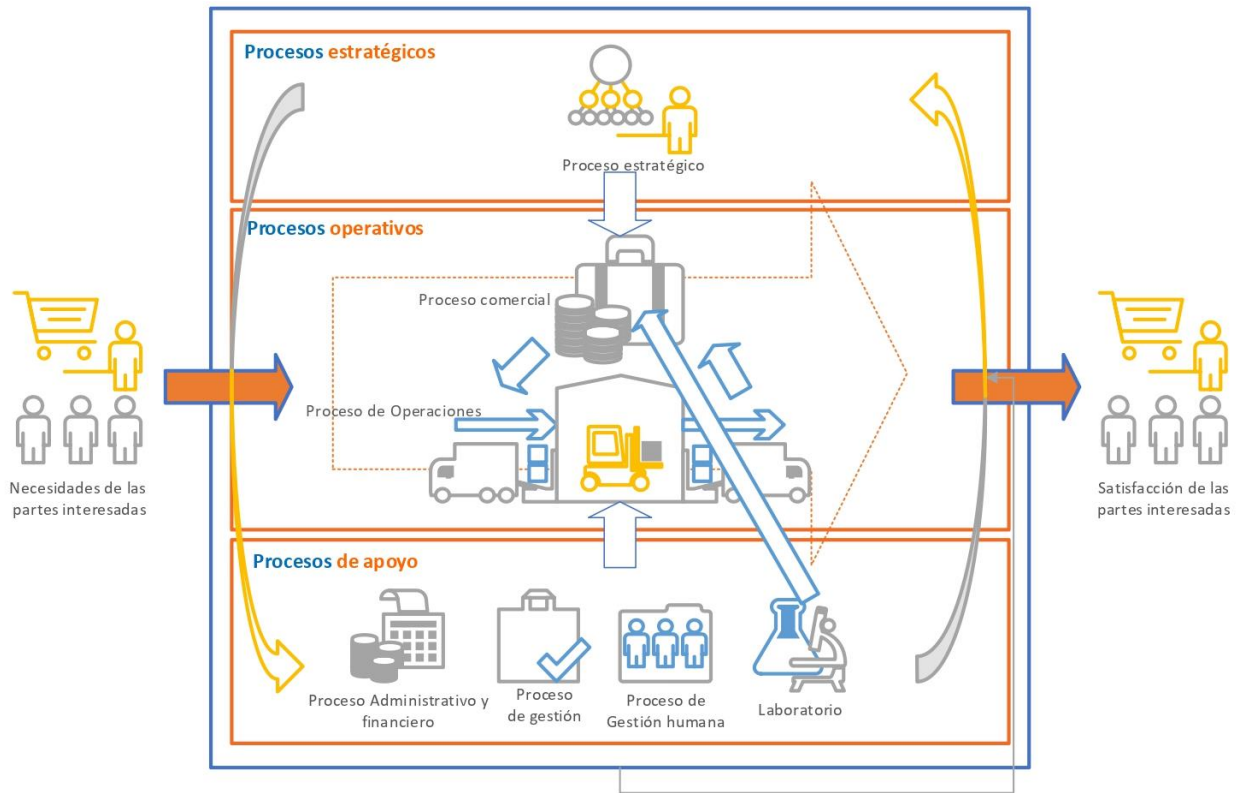
#### ***4.4.1. Caracterización del proceso logístico***

Antes de iniciar con el diagnóstico de la cadena de suministro de la organización objeto de estudio, es necesario identificar la situación actual del flujo de materias primas e insumos, así como de la información relacionada desde los puntos de origen hasta los puntos de destino, para esto se esquematizará el proceso logístico de forma que se reconozcan de forma preliminar los diferentes agentes involucrados.

Teniendo en cuenta que Grupo Cosalco cuenta con un mapa de procesos, en el cual se encuentra registrado la totalidad de los diferentes conjuntos de actividades que realiza la empresa, entre estos se identifican procesos estratégicos, operativos y de apoyo; dentro de la segunda clasificación se encuentra el proceso a tratar en la presente caracterización, denominado por la organización objeto de estudio como proceso de operaciones, este incluye acciones relacionadas con la satisfacción de las necesidades de las partes interesadas, es decir, compras, facturación, despachos, control de inventarios, prácticas de bodega, inventario en consolidación y producto no conforme; con base en estas operaciones es posible afirmar que son equivalentes a las de un proceso logístico, es por esta razón que el autor del presente trabajo lo denomina de esta forma.

**Figura 6.**

*Mapa de procesos de Grupo Cosalco*



**Nota.** La figura representa el mapa de los diferentes procesos que realiza Grupo Cosalco, estos se encuentran clasificados en estratégicos, operativos y de apoyo. Elemento grafico suministrado por Grupo Cosalco.

Una técnica grafica que permite visualizar el estado actual del proceso logístico es aquel propuesto por el *Lean Thinking*, es el *Value Stream Mapping* (VMS) o mapa de la cadena de valor, se puede definir como “visión del negocio donde se muestra tanto el flujo de materiales como el flujo de información desde el proveedor hasta el cliente” [45]. Se pretende hacer uso de este instrumento para obtener un esquema general de fácil reconocimiento visual y así identificar la relación entre las actividades implicadas en el proceso logístico.

Acorde a la información proveniente de fuentes secundarias [45], el primer paso para elaborar el VSM es elegir un producto que sea relevante en la actualidad del panorama de la empresa, asimismo se puede establecer una familia de productos para aprovechar el esquema para todo este conjunto seleccionado.

A través de fuentes primarias fue suministrada información proveniente del sistema interno de la organización objeto de estudio, referente a las familia, cantidad y valor en dólares generado por ventas de los diferentes productos que distribuye; en este caso se decide realizar el VSM a partir de la línea de productos de adhesivos, con base a que esta reporta el mayor número de ingresos por ventas en el presente año 2020 para Colombia.













Una vez establecida la línea de productos sobre la cual realizar el esquema, otro elemento importante a tener en cuenta son los clientes, en el presente análisis se establece el conjunto de clientes nacionales como el foco del mapa, a la luz del sistema de gestión de calidad certificado de la organización objeto de estudio, el proceso logístico a diagramar es análogo, sujeto a algunas consideraciones, para las diferentes sedes de Grupo Cosalco.

Después de haber determinado la familia de productos y el conjunto de clientes a esquematizar, se siguen los pasos para la elaboración del VSM propuestos por Rajadell y Sánchez [45]. Estos son, representar el flujo de materiales a partir del cliente, después se contemplan las actividades relacionadas en el proceso, en seguida se expone el flujo de información, por ultimo se calcula y muestra el *lead time*.

Con la finalidad de representar los procesos en el sistema objeto de estudio, a continuación, se presentarán los símbolos empleados en la elaboración de esta técnica gráfica, estos se dividen en tres categorías, aquellos relacionados con el proceso, el flujo de materiales y el flujo de información. Cabe resaltar la existencia de otros símbolos para representar información, debido a que no son empleados no son consignados en la siguiente figura.

**Figura 7.**

*Símbolos del VSM*

Símbolos del flujo de información	Símbolos de procesos	Símbolos del flujo de materiales
 Flujo de información manual	 Proceso específico	 Material parado
 Flujo de información electrónico	 Datos de proceso	 Movimiento de materiales
 Plan de producción	 Cliente / Proveedor	 Transporte terrestre
	 Línea de tiempo	 Transporte marítimo
		 Transporte aéreo

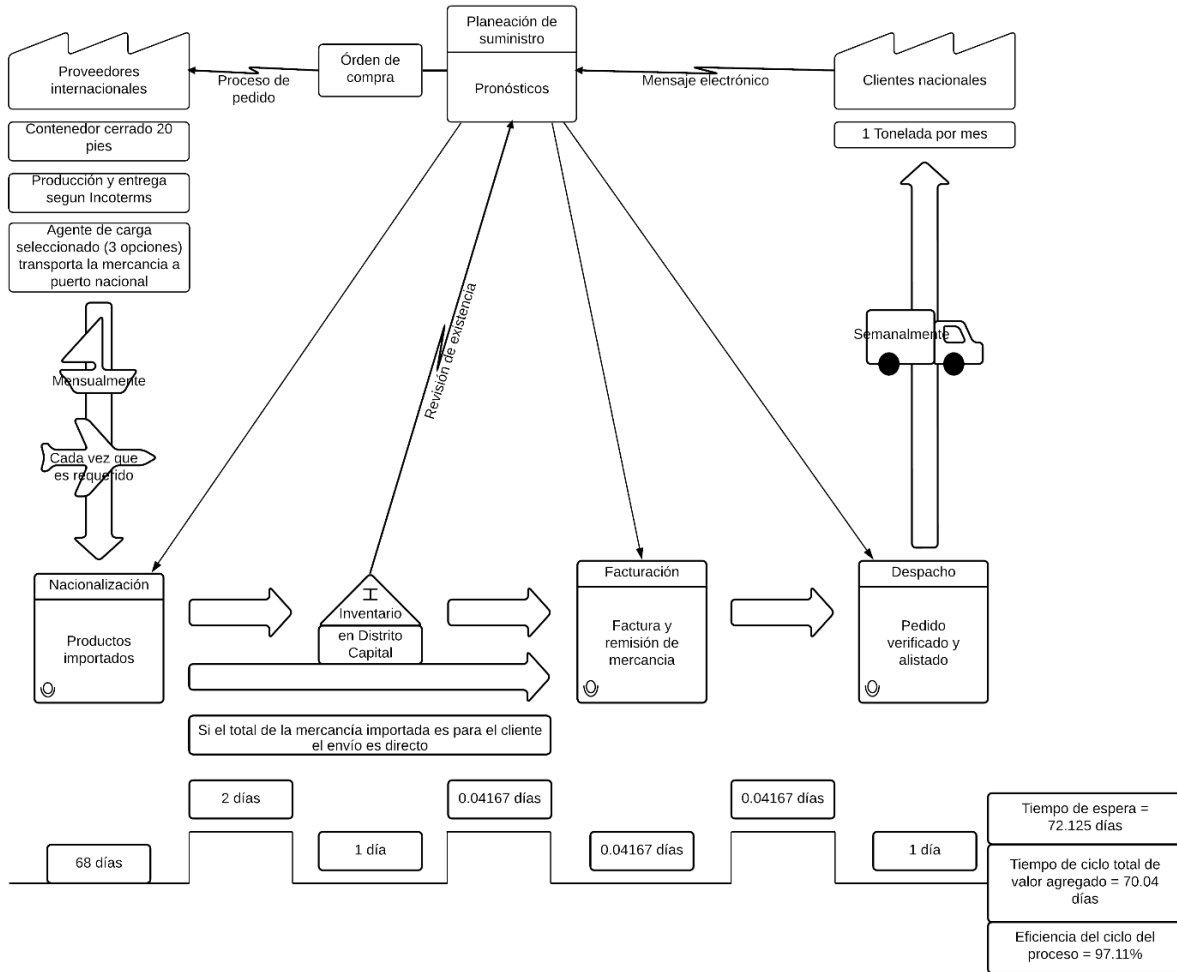
**Nota.** La figura presenta los diferentes símbolos a tener en cuenta en la esquematización del VSM. Tomado de: M. Rajadell Carreras y J. L. Sánchez García, LEAN MANUFACTURING. La evidencia de una necesidad, Madrid: Ediciones Díaz de Santos, 2010, p. 40-41.

Una vez identificado el sistema formal de símbolos propuestos por los anteriores autores, los cuales permiten representar los procesos involucrados en el proceso de distribución de la organización objeto de estudio, se procede a dibujar el mapa, donde en primer lugar se representa el flujo de materiales comenzando por el cliente de forma cíclica (inicia y acaba con este), después se constituye el flujo de información y finalmente se calcula y plasma el *lead time*, a continuación se dispone el VSM completo.



**Figura 8.**

*VSM Colombia estado actual*



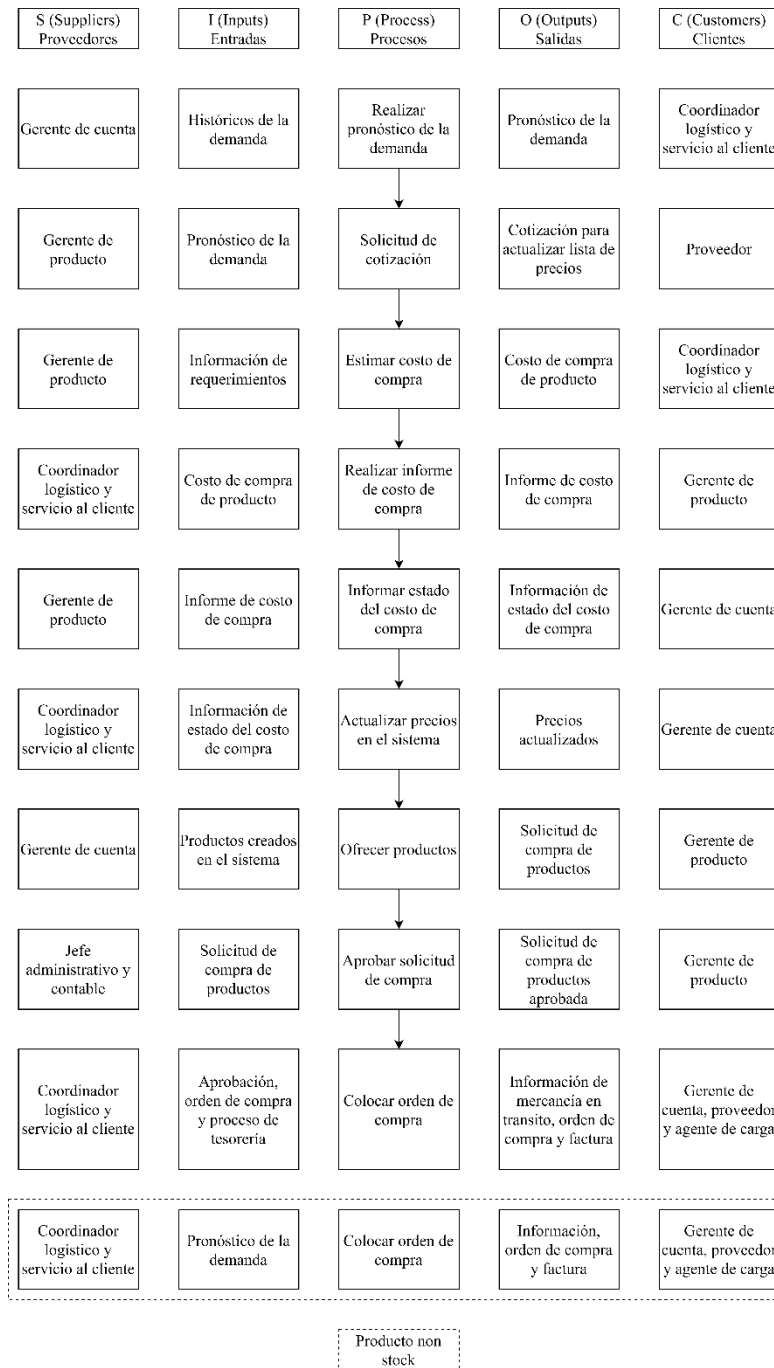
**Nota.** La figura representa el flujo de material e información de la organización en el proceso logístico de aprovisionamiento y distribución de la línea de productos seleccionada para los clientes de Colombia.

En la anterior figura se representa en forma de esquema el estado actual del proceso logístico de la organización objeto de estudio, este es equivalente para las diferentes sedes como se mencionó con anterioridad; Grupo Cosalco realiza previsiones mensuales a través de métodos de pronósticos con la finalidad de establecer una planeación del suministro de los productos requeridos por sus clientes, estos como se mencionó anteriormente son los relacionados en Colombia, la solicitud de materias primas e insumos es realizada mediante un mensaje electrónico; una vez se presenta la necesidad la empresa valida la existencia de unidades en inventario, si hay disponibilidad se procede a la facturación y despacho de la mercancía vía terrestre; por otra parte si producto no se encuentra en *stock* se establece una comunicación con el proveedor que tiene como finalidad comprar el producto después de haber definido la referencia, el costo del producto, la cantidad, el peso, las dimensiones, el origen, la partida arancelaria y el tiempo estimado de llegada.

Después de haber acordado la orden de compra y los incoterms de producción y entrega (los más usuales son EXW, FCA, FAS y FOB), con la información anteriormente presentada se procede a cotizar con tres agentes de carga, según el procedimiento interno, la mejor propuesta para realizar la importación de la mercancía desde los países donde se encuentran los principales proveedores, se elige el agente de carga que realizará la importación y este tras el tiempo en tránsito entrega la mercancía en puerto nacional, posteriormente Grupo Cosalco realiza el respectivo procedimiento de nacionalización para poder disponer de esta, a través de transporte interno se dispone a entregar los productos en los almacenes de cada sede de la empresa; también existe en forma de envío directo de mercancía al cliente desde el puerto. A partir de la solicitud de materias primas e insumos anteriormente establecida por el cliente se procede a la facturación y despacho de mercancía mediante transporte terrestre por carretera.

Con la finalidad de complementar la caracterización, se emplea el diagrama SIPOC (por sus siglas en inglés *Suppliers, Inputs, Process, Outputs y Customers*) aplicado a las diferentes operaciones en específico que constituyen el proceso logístico o proceso de operaciones (según la organización objeto de estudio), es decir, compras, facturación, despachos, control de inventarios e inventario en consolidación; en función de lo anteriormente planteado prácticas de bodega y producto no conforme, otras operaciones dentro del proceso, no recibirán tratamiento por medio del diagrama.

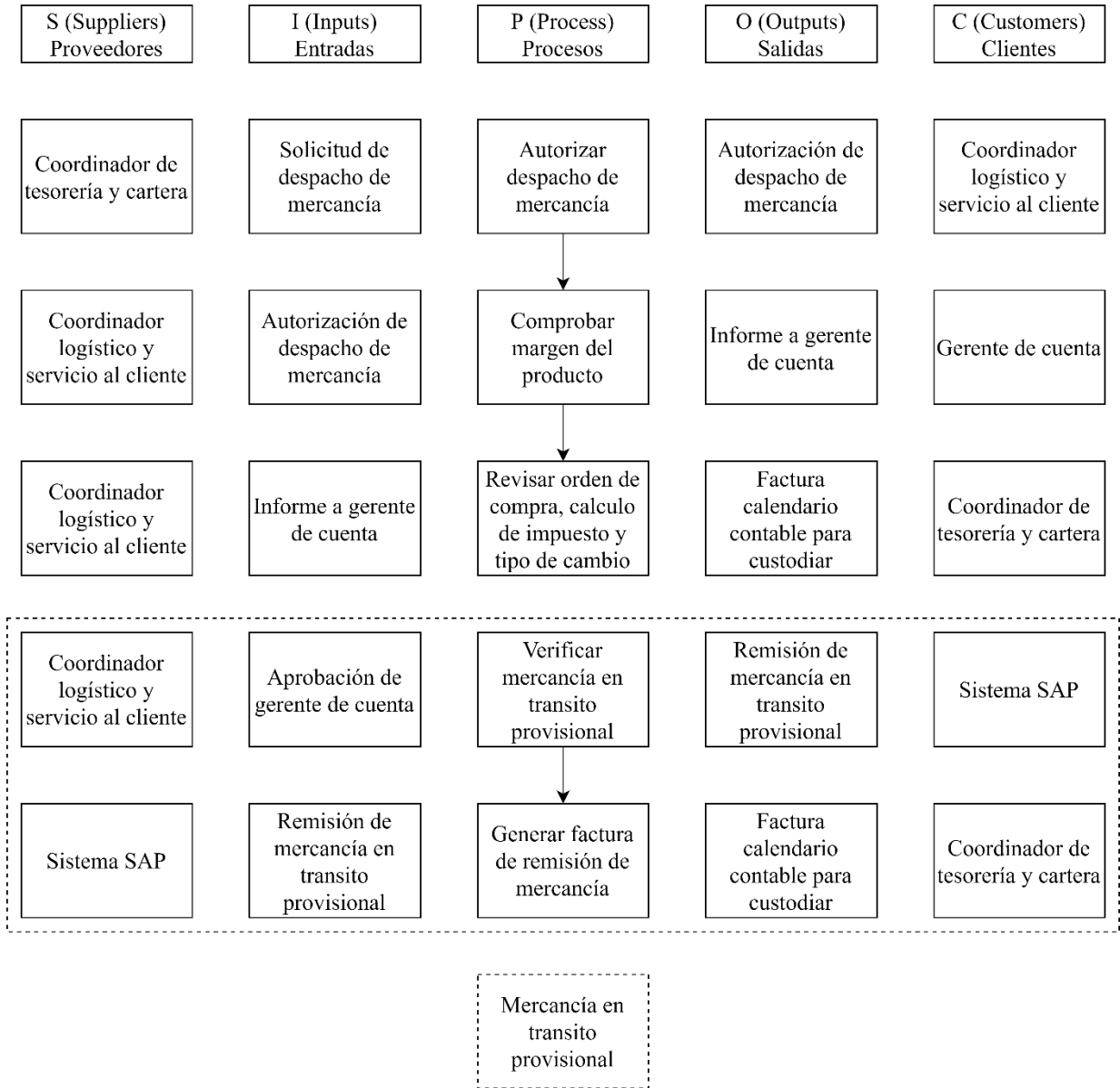
**Figura 9.**  
*SIPOC compras*



**Nota.** Esta figura presenta las actividades realizadas en el proceso de compras.

**Figura 10.**

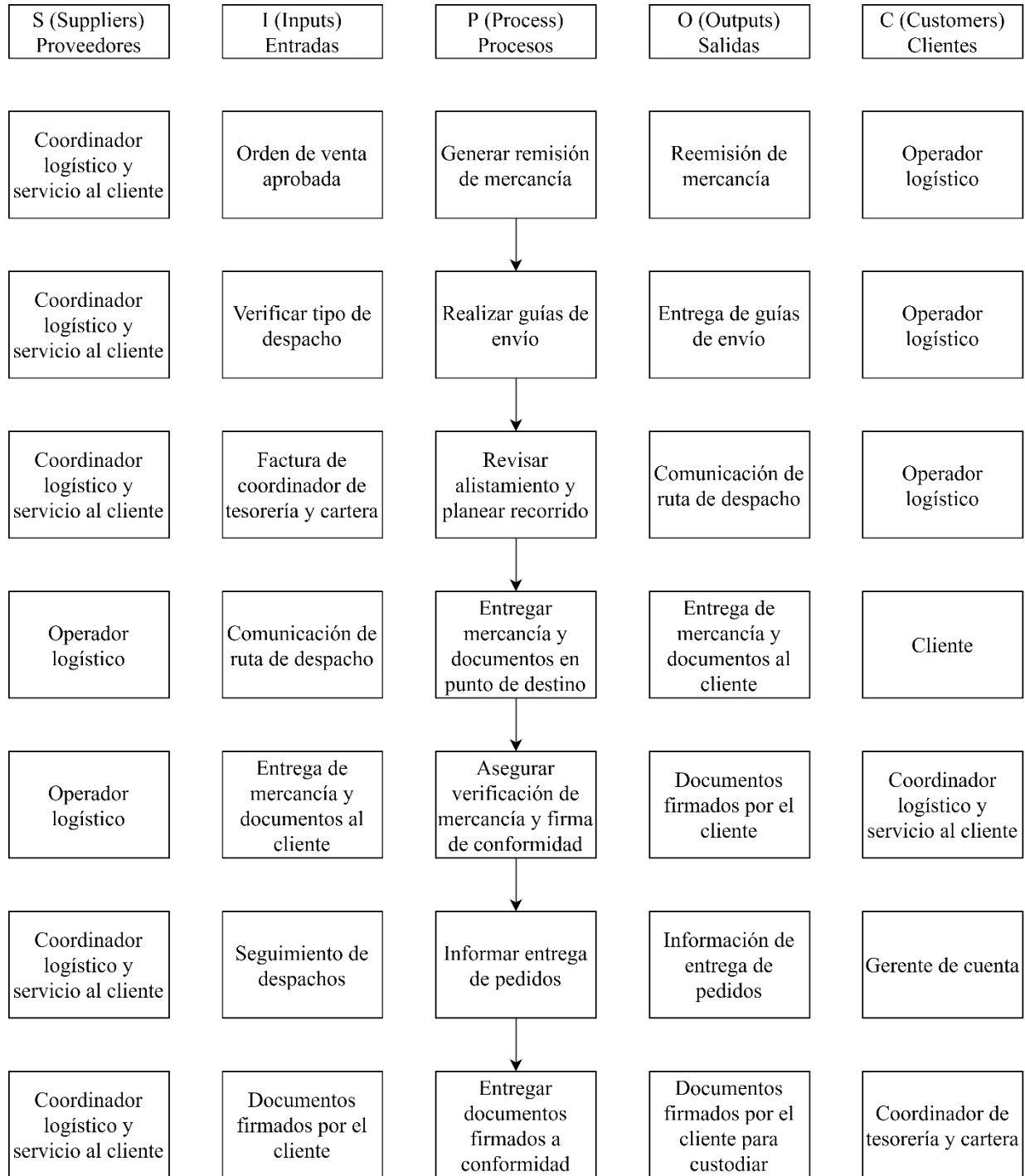
*SIPOC facturación*



*Nota.* Esta figura presenta las actividades realizadas en el proceso de facturación.

**Figura 11.**

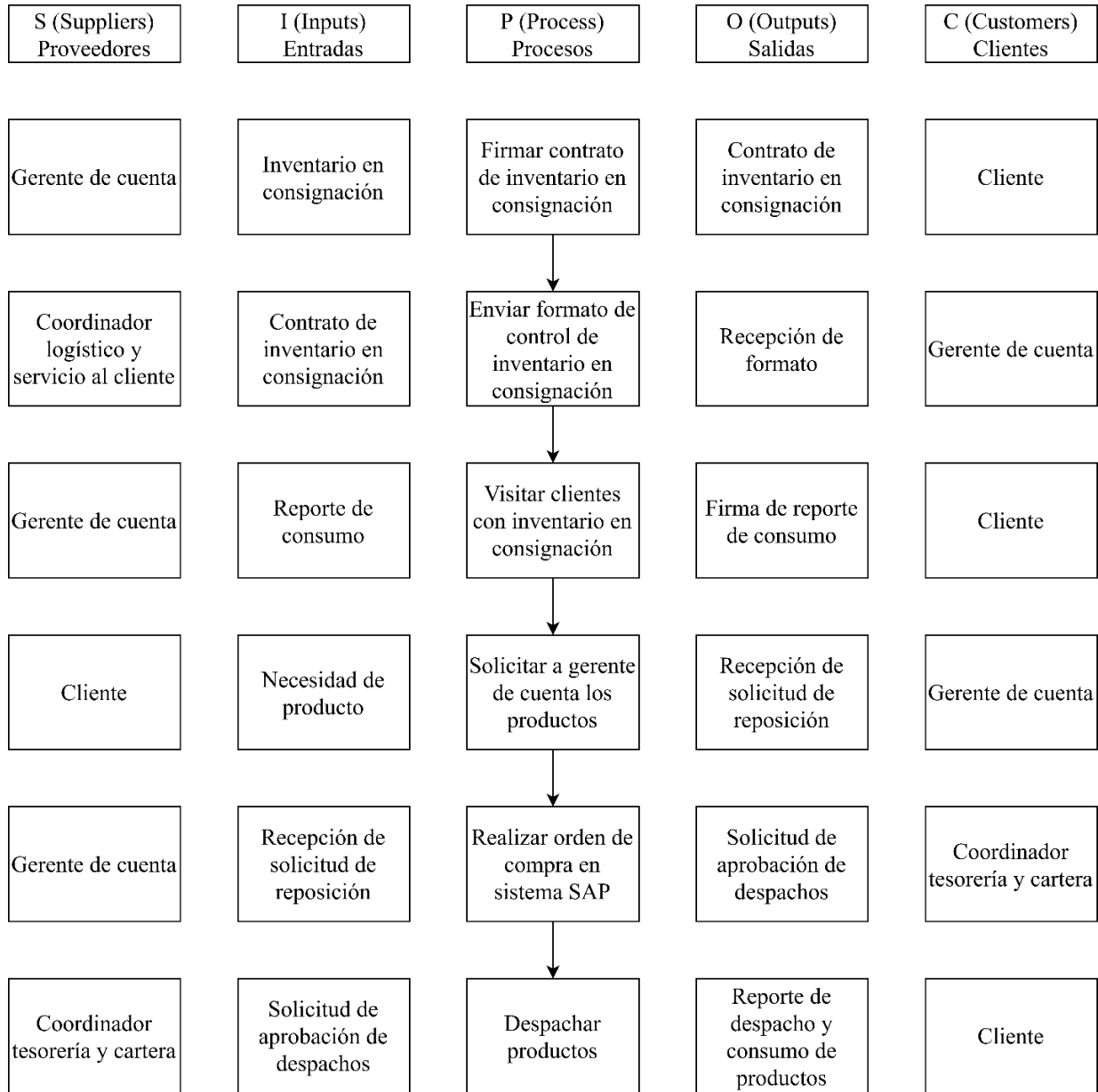
*SIPOC despachos*



**Nota.** Esta figura presenta las actividades realizadas en el proceso de despachos.

**Figura 12.**

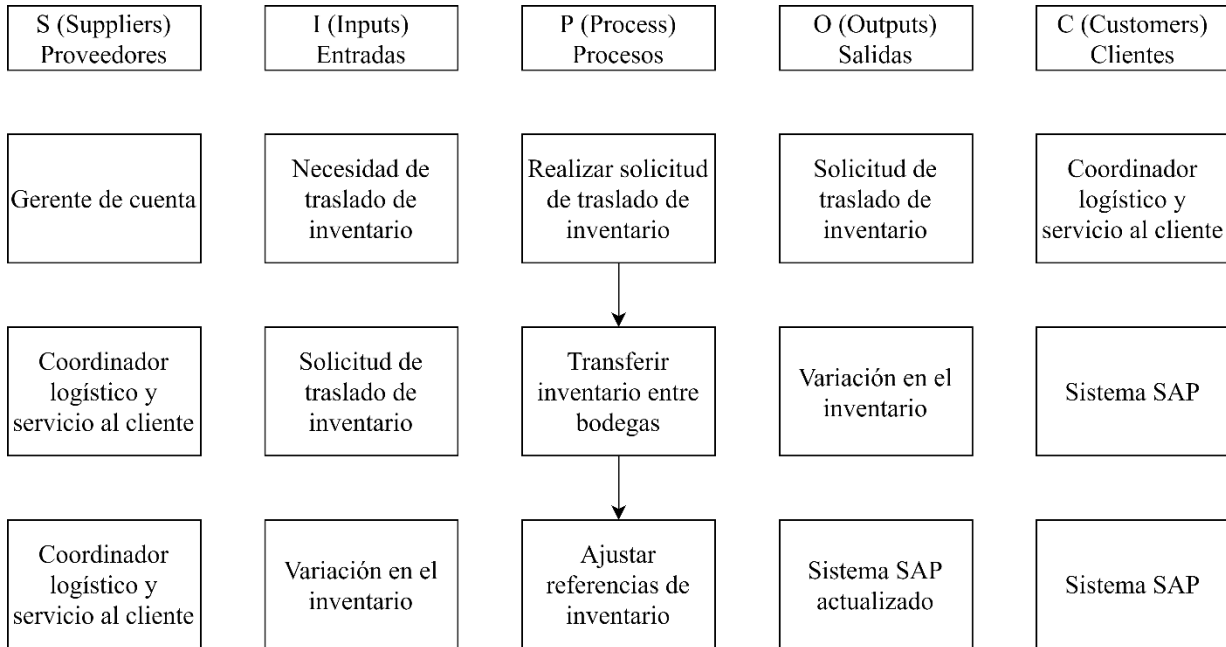
*SIPOC inventario en consignación*



*Nota.* Esta figura presenta las actividades realizadas en el proceso de inventario en consignación.

**Figura 13.**

*SIPOC control de inventario o reserva de inventario*



**Nota.** Esta figura presenta las actividades realizadas en el proceso de control de inventario o reserva de inventario.

Los anteriores diagramas SIPOC brindan una perspectiva detallada de las operaciones que constituyen el proceso logístico, además de los agentes implicados en el flujo de materiales e información, como, proveedores, colaboradores de la organización objeto de estudio, agentes de carga, operadores logísticos, sistema de gestión y clientes.

#### **4.4.2. Identificación de causas**

A partir de la problemática central identificada, Chopra y Meindl [2] proponen tres controladores logísticos (instalaciones, inventario y transportación) y tres controladores interrelacionales (información, abastecimiento y fijación de precios), estos permiten determinar el desempeño de la cadena de suministro en función de la capacidad de respuesta y eficiencia. Las decisiones que se

tomen en relación a estos controladores influirá en los costos asociados en el diseño de la red de distribución logística.

Por otra parte, Ballou [4] considera áreas de decisión dentro de la planificación de la logística, estas son, ubicación de instalaciones, inventarios, transportación, procesamiento de pedidos, servicio al cliente, almacenamiento y compras, cada una de estas a su vez las clasifica a partir de los tres niveles de planeación estratégica, estratégica, táctica y operativa, estas áreas están directamente relacionadas en el diseño de una red de distribución logística.

Los autores anteriormente mencionados coinciden en algunas de las clasificaciones propuestas, como, instalaciones, inventario, transportación y abastecimiento, fundamentado en estas se determina realizar un diagrama de Ishikawa o causa efecto con la finalidad de complementar el análisis causal inicial; con base en estas agrupaciones se establecerán posibles causas que ocasionan fallos en la gestión de la cadena de suministro de la organización objeto de estudio.

El diagrama de Ishikawa. También conocido como diagrama causa efecto o espina de pescado, su propósito es proveer una representación gráfica clara de las causas que puedan estar generando un problema, este clasifica y relaciona las posibles causas por tipos. Kaoru Ishikawa propuso en su libro *Guide to quality control* de 1976 un conjunto de siete herramientas para el control de la calidad, este diagrama corresponde a una de estas.

Esta herramienta se compone de dos partes, las principales causas corresponden a las “espinas”, mientras que el principal efecto es la “cabeza”. Las agrupaciones en causas principales pueden obedecer muchos criterios, pero entre los más habituales están el de “6 M’s” donde se esquematiza mano de obra, maquinas, materiales, métodos, mediciones y medio ambiente, por otro lado, está el de “4 P’s” el cual está compuesto por *people, procedures, places* y *policies*.

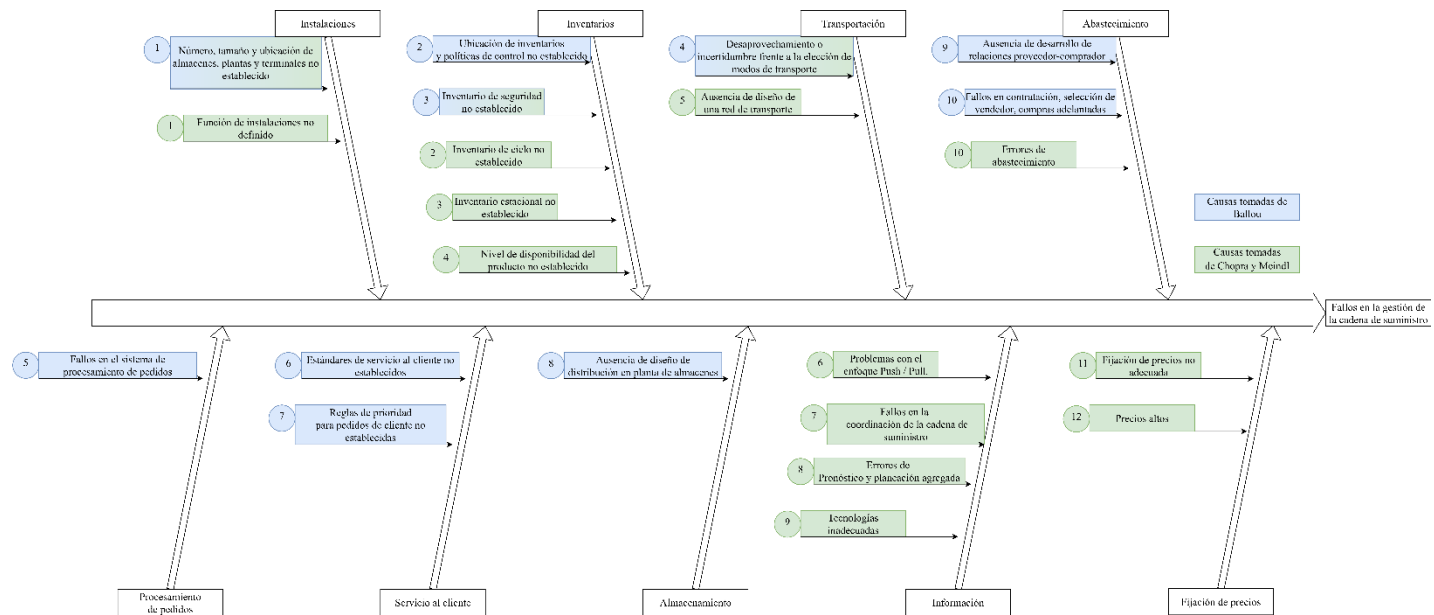
Por otra parte, el diagrama de Ishikawa a partir de método de estratificación, como alternativa de diagrama causa efecto, ofrece un acercamiento a la determinación de la causalidad del problema del presente trabajo a través de la clasificación de estas en criterios relacionados con la naturaleza del problema.



Para la realización del diagrama de Ishikawa a partir de método de estratificación, metodológicamente se realizó un diagrama causa efecto por cada uno de los dos autores mencionados en la sección de identificación de causas, posteriormente estos dos diagramas se agruparon para obtener una visión unificada. Después de este se presentan las causas identificadas en una tabla resumen.

**Figura 14.**

*Diagrama de Ishikawa a partir de método de estratificación*



**Nota.** La figura representa el diagrama de Ishikawa a partir de método de estratificación, las clasificaciones de las causas provienen de fuentes secundarias, en azul se denotan aquellas identificadas de Ballou y en verde las obtenidas de Chopra y Meindl.

**Tabla 3.***Listado de causas que ocasionan fallos en la cadena de suministro*

<b>Número de causa</b>	<b>Nombre de causa</b>	<b>Descripción de causa</b>
1	Número, tamaño y ubicación de almacenes, plantas y terminales no establecido por la organización	Cantidad, capacidad y ubicación geográfica de las instalaciones físicas en la cadena de suministro no establecidas
2	Función de instalaciones no definido por la organización	Falta de determinación por parte de la organización de las instalaciones como de distribución, de andén o de almacenamiento
3	Ubicación de inventarios y políticas de control no establecido	La política de control de inventario no está definida claramente
4	Inventario de seguridad no establecido	Inventario que se mantiene en caso de que la demanda supere lo esperado no establecido
5	Inventario de ciclo no establecido por la organización	Cantidad de inventario promedio que se emplea para satisfacer la demanda entre los recibos de embarques del proveedor no establecido
6	Inventario estacional no establecido por la organización	Inventario para contrarrestar la variabilidad predecible de la demanda no establecido
7	Nivel de disponibilidad del producto no establecido por la organización	Fracción de la demanda que se satisface a tiempo a partir del producto que se mantiene en inventario no establecido
8	Desaprovechamiento o incertidumbre frente a la elección de modos de transporte	Fallos en la selección del modo de transporte o el tamaño del envío
9	Ausencia de diseño de una red de transporte	Fallos en la elección de conjunto de ubicaciones y rutas que se usan para enviar un producto
10	Ausencia de desarrollo de relaciones proveedor-comprador	Ausencia de desarrollo de relaciones entre organizaciones
11	Fallos en contratación, selección de vendedor, compras adelantadas	Fallos en procesos de contratación, selección de vendedores o compras adelantadas
12	Errores de abastecimiento	Errores en el proceso en el cual el proveedor envía el producto en respuesta a los pedidos del cliente (organización objeto de estudio).
13	Fallos en el sistema de procesamiento de pedidos	Fallos en el sistema interno de procesamiento de pedidos por parte de los clientes
14	Estándares de servicio al cliente no establecidos	Nivel de rendimiento y el grado de rapidez al cual debe responder la empresa no establecido
15	Reglas de prioridad para pedidos de cliente no establecidas	Falta de diferenciación de un cliente con respecto de otro cuando se presenta una situación de pedidos pendientes
16	Ausencia de diseño de distribución en planta de almacenes	Ausencia de diseño de distribución en planta de almacenes
17	Problemas con el enfoque Push / Pull.	Desconocimiento de requerimientos de información según enfoque Push / Pull
18	Fallos en la coordinación de la cadena de suministro	Carencia de coordinación entre los diferentes etapas de la cadena de suministro
19	Errores de pronóstico y planeación agregada	Errores según método de pronóstico y planeación agregada
20	Tecnologías inadecuadas	Uso de tecnologías obsoletas o inadecuadas a las necesidades actuales
21	Fijación de precios no adecuada	Fijación de precios no adecuada para los clientes
22	Precios altos	Precios altos ofrecidos a los clientes frente a la competencia

**Nota.** Esta tabla presenta las diferentes causas identificadas a través del diagrama causa efecto a partir de método de estratificación, así como su descripción.

#### 4.4.3. Priorización de causas a través de matriz Vester

Después de haber identificado las causas que pueden ocasionar fallos en la gestión de la cadena de suministro de la organización objeto de estudio, es necesario ordenar jerárquicamente estas con la intención de establecer su respectiva importancia y así disponer de una visión general de los diferentes factores logísticos a tener en cuenta en el diseño de la red de distribución logística.

Inicialmente por medio de la aplicación de la matriz Vester teniendo en cuenta las veintidós causas identificadas mediante el diagrama de Ishikawa a partir de método de estratificación se obtiene una clasificación frente al problema principal, este determina el impacto de una causa frente a otra; a continuación, se exhibe el formato para comenzar con el desarrollo de este instrumento.

**Tabla 4.**

*Formato matriz Vester*

	Problema 1	Problema 2	Problema 3	Problema 4	...	Problema n	Total Activos (X)
Problema 1	0						Sumatoria problema 1
Problema 2		0					Sumatoria problema 2
Problema 3			0				Sumatoria problema 3
Problema 4				0			Sumatoria problema 4
...					...		...
Problema n						0	Sumatoria problema n
Total Pasivos (Y)	Sumatoria problema 1	Sumatoria problema 2	Sumatoria problema 3	Sumatoria problema 4	...	Sumatoria problema n	

**Nota.** Esta tabla muestra el formato en el cual se consignarán las causas identificadas. Tomado de: J. A. Velásquez Campos, Diseño de un modelo logístico para el servicio postventa en los CST para el sector automotriz, Bogotá D.C., Colombia: Facultad de Ingenierías, Fundación Universidad de América, 2018.

Después de haber establecido el formato de la matriz Vester a elaborar es necesario determinar una escala de calificación a tener en cuenta cuando se definir el grado de incidencia de una sobre la otra, esto es precisado por la puntuación asignada.

**Tabla 5.**

*Escala de calificación de la matriz Vester*

<b>Calificación</b>	<b>Grado de incidencia</b>
0	No es causa
1	Es causa indirecta
2	Es causa medianamente directa
3	Es causa muy directa

*Nota.* Esta tabla muestra la escala de calificación asignable a cada problema. Tomado de: J. A. Velásquez Campos, Diseño de un modelo logístico para el servicio postventa en los CST para el sector automotriz, Bogotá D.C., Colombia: Facultad de Ingenierías, Fundación Universidad de América, 2018.

Una vez asignada la calificación correspondiente a cada causa se desarrollan las sumatorias por cada columna y cada fila, como se presenta a continuación.

**Tabla 6.**

*Matriz Vester desarrollada*

Código	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	C19	C20	C21	C22	ACTIVAS
C1		3	2	1	1	1	2	3	3	1	0	2	0	1	0	3	0	3	2	0	0	0	28
C2	0		1	1	1	1	1	2	1	2	0	2	0	3	0	3	0	2	1	0	0	0	21
C3	0	0		3	3	3	2	2	1	0	0	3	2	1	2	2	1	0	2	0	0	0	27
C4	0	0	0		0	0	2	1	0	0	0	2	0	0	1	0	2	2	2	0	0	0	12
C5	0	0	0	0		0	2	1	0	0	0	2	0	0	1	0	2	2	2	0	0	0	12
C6	0	0	0	0	0		2	1	0	0	0	2	0	0	1	0	2	2	2	0	0	0	12
C7	0	1	1	1	1	1		0	0	2	0	0	2	3	3	1	2	1	0	0	1	1	21
C8	1	1	0	0	0	0	0		3	1	0	3	0	3	1	0	0	3	1	1	0	0	18
C9	2	2	0	0	0	0	1	3		3	2	0	2	2	2	0	0	3	0	0	2	2	26
C10	0	1	0	0	0	0	1	2	1		2	3	1	3	3	0	0	3	1	0	2	1	24
C11	0	0	0	0	0	0	1	2	2	3		3	0	0	1	0	0	3	3	0	1	2	21
C12	0	0	1	0	0	0	3	3	3	3	0		0	0	0	0	0	3	3	0	2	3	24
C13	0	0	1	1	1	1	3	2	2	3	3	3		0	0	0	1	3	3	3	2	2	34
C14	0	0	1	0	0	0	3	1	1	3	3	2	2		3	0	0	3	1	0	2	2	27
C15	0	0	0	0	0	0	1	2	1	3	0	1	0	3		0	1	2	2	0	2	1	19
C16	0	0	1	1	1	1	1	2	2	0	0	3	0	0	0		0	1	2	0	0	0	15
C17	3	3	3	3	1	1	2	1	1	1	3	3	2	1	1	0		2	3	0	2	2	38
C18	3	3	3	1	1	1	3	3	3	3	3	3	2	3	3	0	3		1	0	2	2	46
C19	0	0	2	2	2	2	3	3	1	1	2	3	3	2	2	0	0	3		0	2	2	35
C20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	3	3	0	0	0	1	3	3		1	1	21
C21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	2	0	3	0	0	3	2	0		2	15
C22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	1	0	3	3	0	0	0	0	0	3		16
PASIVAS	9	14	16	14	12	12	33	34	25	38	24	44	21	28	30	9	15	47	36	4	24	23	

*Nota.* La tabla muestra la matriz Vester desarrollada, donde se asignaron calificaciones con base en la escala propuesta.

Tras haber calificado las diferentes causas y efectuadas las sumatorias de las causas pasivas y activas, se procede a graficar estas en un plano cartesiano, este se divide en cuatro cuadrantes y según el puntaje obtenido será asignado a uno de estos, la división del plano determina la importancia de cada grupo.

Antes de ubicar los puntos, compuestos de una coordenada en el eje X y una coordenada en el eje Y, total causas activas y pasivas respectivamente, en el grafico que representa la matriz Vester, se determina el punto central que genera las divisiones en el plano.

### **Ecuación 1.**

*Cálculo eje X*

$$\begin{aligned} \text{Eje abscisas} &= \frac{\text{Valor M\u00e1ximo} + \text{Valor M\u00ednimo}}{2} \\ \text{Eje abscisas} &= \frac{46 + 12}{2} = 29 \end{aligned}$$

**Nota.** La ecuaci\u00f3n muestra el c\u00e1lculo de valor medio en el eje de las abscisas. Tomado de: C. A. Pinz\u00f3n Pe\u00f1a y S. Prieto Cristancho, Dise\u00f1o de un modelo log\u00edstico de salida para una red de valor, Bogot\u00e1 D.C., Colombia: Facultad de Ingenier\u00edas, Fundaci\u00f3n Universidad de Am\u00e9rica, 2018.

### **Ecuaci\u00f3n 2.**

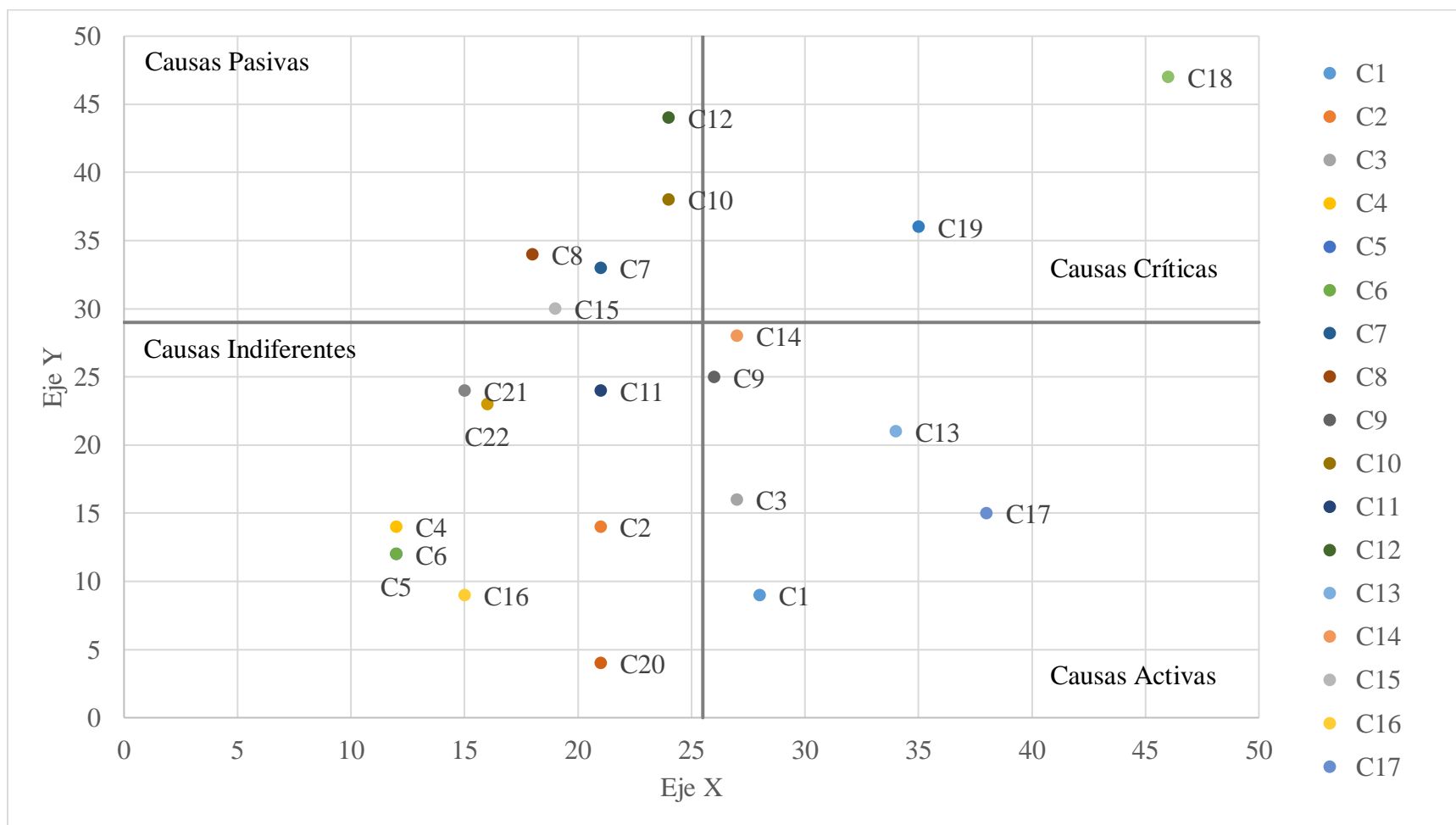
*C\u00e1lculo eje Y*

$$\begin{aligned} \text{Eje ordenadas} &= \frac{\text{Valor M\u00e1ximo} + \text{Valor M\u00ednimo}}{2} \\ \text{Eje ordenadas} &= \frac{47 + 4}{2} = 25,5 \end{aligned}$$

**Nota.** La ecuaci\u00f3n muestra el c\u00e1lculo de valor medio en el eje de las ordenadas. Tomado de: C. A. Pinz\u00f3n Pe\u00f1a y S. Prieto Cristancho, Dise\u00f1o de un modelo log\u00edstico de salida para una red de valor, Bogot\u00e1 D.C., Colombia: Facultad de Ingenier\u00edas, Fundaci\u00f3n Universidad de Am\u00e9rica, 2018.

**Figura 15.**

*Plano cartesiano de la matriz Vester*



**Nota.** Esta figura muestra la asignación por variable a uno de los cuadrantes del plano cartesiano.

Finalmente se presenta la calificación de las causas identificadas por medio de la siguiente tabla.

**Tabla 7.**

*Clasificación de causas por matriz Vester*

Código	Causa	Clasificación
C1	Número, tamaño y ubicación de almacenes, plantas y terminales no establecido por la organización	Activa
C2	Función de instalaciones no definido por la organización	Indiferente
C3	Ubicación de inventarios y políticas de control no establecido	Activa
C4	Inventario de seguridad no establecido	Indiferente
C5	Inventario de ciclo no establecido por la organización	Indiferente
C6	Inventario estacional no establecido por la organización	Indiferente
C7	Nivel de disponibilidad del producto no establecido por la organización	Pasiva
C8	Desaprovechamiento o incertidumbre frente a la elección de modos de transporte	Pasiva
C9	Ausencia de diseño de una red de transporte	Activa
C10	Ausencia de desarrollo de relaciones proveedor-comprador	Pasiva
C11	Fallos en contratación, selección de vendedor, compras adelantadas	Indiferente
C12	Errores de abastecimiento	Pasiva
C13	Fallos en el sistema de procesamiento de pedidos	Activa
C14	Estándares de servicio al cliente no establecidos	Activa
C15	Reglas de prioridad para pedidos de cliente no establecidas	Pasiva
C16	Ausencia de diseño de distribución en planta de almacenes	Indiferente
C17	Problemas con el enfoque Push / Pull.	Activa
C18	Fallos en la coordinación de la cadena de suministro	Crítica
C19	Errores de pronóstico y planeación agregada	Crítica
C20	Tecnologías inadecuadas	Indiferente
C21	Fijación de precios no adecuada	Indiferente
C22	Precios altos	Indiferente

**Nota.** Esta tabla muestra las causas categorizadas.

Después de haber desarrollado este instrumento, las causas 18 y 19 se definen como críticas, las causas 1, 3, 9, 13, 14 y 17 se denominan activas, las causas 7, 8, 10, 12 y 15 se designan como pasivas y las causas 2, 4, 5, 6, 11, 16, 20, 21 y 22 se señalan como indiferentes. Las causas categorizadas como críticas, resultado del criterio del autor son, fallos en la coordinación de la cadena de suministro y errores de pronóstico y planeación agregada.



#### ***4.4.4. Selección de fuentes primarias***

Después de haber identificado a través de fuentes secundarias causas que ocasionan fallos en la cadena de suministro de la organización objeto de estudio, se aplicó el instrumento de matriz Vester con la finalidad de establecer una priorización inicial que clasifica las causas a partir de su relación con la problemática del presente proyecto.

En consecuencia, es necesario contrastar esta jerarquización por medio de fuentes primarias, es decir, expertos en materia de logística, cadena de suministro y redes de distribución, para esto se emplea una técnica de investigación, la encuesta; el propósito de esta última es aportar un mayor grado de confiabilidad a los resultados obtenidos.

Además de hacer uso de la encuesta para validar la clasificación de causas mediante la matriz Vester, esta cuenta con un segundo objetivo, busca establecer el punto de partida para diseñar la red de distribución logística de la organización objeto de estudio mediante la identificación de factores clave, se busca alcanzar este a partir de preguntas relacionadas con los controladores logísticos de una cadena de suministro.

**4.4.4.i. Selección de muestra.** Una muestra es un subgrupo de la población de interés sobre la cual se recolectaran los datos [46], este desde un enfoque cuantitativo debe ser representativo; las muestras se categorizan en dos grandes ramas, muestras probabilísticas y no probabilísticas.

Para seleccionar una muestra, lo primero que hay que hacer es definir la unidad de análisis (individuos, organizaciones, periódicos, comunidades, situaciones, eventos, etc.). Una vez definida la unidad de análisis se delimita la población.

De acuerdo con Hernández, Fernández y Baptista [46], “en las muestras probabilísticas todos los elementos de la población tienen la misma posibilidad de ser escogidos y se obtienen definiendo las características de la población y el tamaño de la muestra, y por medio de una selección aleatoria o mecánica de las unidades de análisis”.

Asimismo, estos autores [46] definen que en las muestras no probabilísticas, la elección de los elementos no depende de la probabilidad, sino de causas relacionadas con las características de la investigación o de quien hace la muestra. El procedimiento no es mecánico ni tiene sus bases en fórmulas de probabilidad, sino que depende del proceso de toma de decisiones de un investigador.

Para la aplicación de la futura encuesta se decide optar por una muestra no probabilística, es decir se abordará desde un enfoque cualitativo, este permite obtener los casos (personas, contextos, situaciones) que interesan al investigador y que llegan a ofrecer una gran riqueza para la recolección y el análisis de los datos [46].

En relación al uso de este tipo de muestras, Hernández, Fernández y Baptista [46] afirman que en ciertos estudios es necesaria la opinión de individuos expertos en un tema. Estas muestras son frecuentes en estudios cualitativos y exploratorios para generar hipótesis más precisas o la materia prima del diseño de cuestionarios. Con base en lo anteriormente propuesto se busca obtener el número de expertos a encuestar, para esto se recurre al cálculo de número de expertos.

**4.4.4.ii. Cálculo del número de expertos.** Para determinar el número de expertos, es decir, al grupo heterogéneo de personas con experiencia en gestión de la cadena de suministro o en logística, a las cuales se les aplicará la herramienta de validación, se resuelve la siguiente ecuación.

### **Ecuación 3.**

*Fórmula de cálculo del número de expertos*

$$m = \frac{p * (1 - p) * k}{i^2}$$

**Nota.** Donde, m = Número de expertos; p = Porcentaje de error que como promedio se tolera; k = Constante asociada al nivel de confianza e i = Nivel de precisión. Tomado de: W. A. Sarache, C. Hoyos Montoya y J. C. Burbano J., «Procedimiento para la evaluación de proveedores mediante técnicas multicriterio,» *Scientia Et Technica*, vol. X, n° 24, pp. 219-224, 2004. [En línea]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84912053040> [Acceso: febrero 12, 2021].

A continuación, se procesa a realizar el cálculo del número de expertos, teniendo en cuenta que se desea un porcentaje de aceptación  $p$  del 95%, el nivel de confianza  $k$  se establece en 95 y se requiere un nivel de precisión  $i$  del 95%.

**Ecuación 4.**

*Calculo del número de expertos*

$$m = \frac{95\% * (1 - 95\%) * 95}{(95\%)^2}$$

$$m = 5$$

*Nota.* El resultado de esta ecuación determina cinco expertos a encuestar.

**4.4.4.iii. Perfiles de los expertos.** Una vez identificado el número de expertos, es necesario determinar el perfil de cada uno de los profesionales.

**Tabla 8.**

*Expertos a encuestar*

	<b>Experto 1</b>	<b>Experto 2</b>	<b>Experto 3</b>	<b>Experto 4</b>	<b>Experto 5</b>
Nombre y apellidos	Santiago Salazar Sánchez	Diego Mauricio Pinilla Castro	Gustavo Adolfo Salas Orozco	Mónica Yinette Suarez Serrano	Oscar Javier Sánchez
Organización	Cosalco Colombia SAS	Cosalco Colombia SAS	Universidad de América	Universidad de América	UPS SCS (Colombia) LTDA
Cargo	Gerente General	Data Master y Planning	Docente académico	Docente académico	Supervisor de soluciones
Profesión	Ingeniero Industrial	Ingeniero Industrial	Ingeniero Industrial	Ingeniero Industrial	Ingeniero Informático

*Nota.* Esta tabla presenta los diferentes expertos tomados en cuenta para la presentación de la encuesta.

#### 4.4.5. Recolección de información de fuentes primarias

Después de haber determinado los expertos a encuestar, paso seguido se presenta la trazabilidad de las preguntas formuladas de acuerdo a su tipología y objetivo. La encuesta construida se encuentra ubicada en el ANEXO A, esta se compone de 8 preguntas, estas se encuentran fundamentadas en los controladores logísticos e interrelacionares propuestos por Chopra y Meindl [2].

**Tabla 9.**

*Trazabilidad de preguntas*

#	Pregunta	Tipo de pregunta	Objetivo de la pregunta
1	Califique de 1 a 3 las siguientes causas identificadas que considera que generan fallos en la gestión de la cadena de suministro teniendo en cuenta la información de la organización objeto de estudio. Donde 3 es influyente, 2 es parcialmente influyente y 1 no es influyente.	Calificación	Determinar el nivel de importancia por cada una de las veintidós causas identificadas que considera cada uno de los expertos, con esto se pretende validar la priorización de causas realizada por medio de la matriz Vester.
2	¿Cuáles son las principales causas que ocasionan fallos en una red de distribución logística teniendo en cuenta la información de la organización objeto de estudio?	Abierta	Identificar causas específicas que generan fallos en una red de distribución logística focalizadas en la organización objeto de estudio.
3	¿Cuáles de las siguientes áreas de decisión o directrices logísticas obtienen mayor importancia en el diseño de una red de distribución logística para una organización como la anteriormente presentada? Ordene de 1 a 9 según corresponda su importancia, donde 1 representa mayor importancia y 9 significa menor importancia.	Calificación	Establecer la prioridad de las áreas de decisión de la logística involucradas en el diseño de una red de distribución logística genérica. Asimismo conocer otras directrices no contempladas en la formulación de la pregunta.

**Tabla 9.** (Continuación)

#	Pregunta	Tipo de pregunta	Objetivo de la pregunta
4	¿Cuál de los siguientes modelos de red de distribución logística considera como el más adecuado teniendo en cuenta una organización como la anteriormente presentada? Ordene de 1 a 3 según corresponda su importancia, donde 1 representa mayor importancia y 3 significa menor importancia.	Calificación	Precisar una configuración de red de distribución a través de la propuesta de tres modelos de distribución. Además de esto identificar estructuras alternativas para fundamentar el diseño de la red.
5	¿Cuál considera el orden de prioridad frente a las decisiones a tomar en relación al inventario para el diseño de una red de distribución logística para una organización como la anteriormente presentada? Ordene de 1 a 5 según corresponda su importancia, donde 1 representa mayor importancia y 5 significa menor importancia.	Calificación	Determinar un orden de prioridad para abordar decisiones relacionadas con el controlador logístico de inventario en el diseño de una red de distribución logística. Asimismo conocer otras decisiones no contempladas en la elaboración de la pregunta.
6	¿Cuál considera el orden de prioridad frente a las decisiones a tomar en relación al transporte para el diseño de una red de distribución logística para una organización como la anteriormente presentada? Ordene de 1 a 5 según corresponda su importancia, donde 1 representa mayor importancia y 5 significa menor importancia.	Calificación	Determinar un orden de prioridad para abordar decisiones relacionadas con el controlador logístico de transporte en el diseño de una red de distribución logística. Asimismo conocer otras decisiones no contempladas en la elaboración de la pregunta.
7	¿Cuál considera el orden de prioridad frente a las decisiones a tomar en relación al servicio al cliente para el diseño de una red de distribución logística para una organización como la anteriormente presentada? Ordene de 1 a 5 según corresponda su importancia, donde 1 representa mayor importancia y 5 significa menor importancia.	Calificación	Determinar un orden de prioridad para abordar decisiones relacionadas con el controlador logístico de servicio al cliente en el diseño de una red de distribución logística. Asimismo conocer otras decisiones no contempladas en la elaboración de la pregunta.

**Tabla 9.** (Continuación)

#	Pregunta	Tipo de pregunta	Objetivo de la pregunta
8	Frente a la planeación de la demanda ¿Cuál considera la afirmación de mayor gravedad frente a las decisiones a tomar, en relación a la planeación de la demanda para el diseño de una red de distribución logística para una organización como la anteriormente presentada? Ordene de 1 a 5 según corresponda su gravedad, donde 1 representa mayor gravedad y 5 significa menor gravedad.	Calificación	Establecer el grado de importancia frente a las decisiones a tratar en la planeación de la demanda involucradas en el diseño de una red de distribución logística. Además de esto conocer otras decisiones no contempladas en la elaboración de la preguntas.

*Nota.* Esta tabla muestra las preguntas constituyentes de la encuesta, su tipo y objetivo dentro del desarrollo del presente trabajo.

Una vez establecida la encuesta luego de pasar por una serie de correcciones por parte de docentes de la Universidad de América, se procede a aplicarla con la finalidad de conocer las respuestas de los expertos con base en sus conocimientos y experiencia, los resultados así como sus respectivos análisis serán abordados posteriormente; en este momento el desarrollo de la presente etapa se centra en los resultados de la primera pregunta, esta solicita a los expertos identificados calificar la importancia que consideren pertinente para cada una de las vientos causas que generan fallos en la cadena de suministro a partir de una escala establecida en la misma encuesta.

#### ***4.4.6. Validación de causas a través de fuentes primarias***

Por medio de la técnica de investigación aplicada se obtuvo por parte de fuentes primarias, como uno de los objetivos de esta, la calificación de las diferentes causas identificadas anteriormente, esta información permite construir una matriz denominada  $R_{ij}$ , la cual relaciona estos factores mediante la importancia otorgada por un experto tipo  $i$  a una causa tipo  $j$ ; esta es construida y aprovechada como base para establecer una validación de las causas identificadas por medio de técnicas multicriterio.

La aplicación de las técnicas multicriterio se encuentra justificada en un procedimiento para la evaluación de proveedores propuesto por Sarache, Hoyos y Burbano [47], en formato de artículo publicado en Scientia Et Technica, el procedimiento usado es adaptado por el autor del presente trabajo con la finalidad de cumplir los objetivos propuestos, a medida que se desarrolle también se explicara la secuencia de pasos realizados.

El procedimiento propuesto, en una primera fase se debe, seleccionar a los expertos con los cuales después de encontrar consenso para seleccionar los criterios de decisión, los cuales son utilizados en la evaluación de las causas identificadas y después de esto se define la escala de valoración para estos. En la técnica de investigación fueron especificados los expertos, los criterios de calificación son simplificados en la opinión propia frente a la calificación asignada por parte de estos, así mismo con anterioridad se estableció una escala con la cual los alicantes de la encuesta establecieron el grado de importancia para cada causa frente a la problemática central identificada.

La segunda fase del procedimiento determina la importancia relativa a través de, primero una ponderación objetiva siguiendo una técnica cuantitativa, después una ponderación subjetiva con base en una metodología cualitativa y finalmente una ponderación definitiva, la cual combina las dos anteriores [47].

**4.4.6.i. Ponderación objetiva de causas.** Para determinar el peso objetivo es necesario calcular la entropía de cada causa con base en la matriz  $R_{ij}$  y su respectiva dispersión. La matriz  $R_{ij}$  se presenta como el resultado de la síntesis de las calificaciones según la respectiva escala por parte de los expertos encuestados, en la técnica de investigación la escala se asignó como 3 es influyente, 2 es parcialmente influyente y 1 no es influyente, a la luz de las técnicas multicriterio la escala es invertida por el autor en el presente análisis, es decir 1 es influyente, 2 es parcialmente influyente y 3 no es influyente. A continuación, se presenta la matriz  $R_{ij}$  con los resultados consolidados de cada experto por cada causa identificada.

**Tabla 10.***Matriz Rij de causas*

<b>Causa</b>	<b>Experto 1</b>	<b>Experto 2</b>	<b>Experto 3</b>	<b>Experto 4</b>	<b>Experto 5</b>
C1	1	1	1	2	2
C2	2	1	2	2	1
C3	1	2	2	1	1
C4	1	1	3	3	2
C5	1	2	2	2	2
C6	2	2	2	2	2
C7	2	2	1	2	1
C8	2	1	3	1	2
C9	1	1	1	1	1
C10	3	2	3	1	1
C11	3	2	3	1	2
C12	2	2	1	1	1
C13	3	2	2	1	2
C14	2	2	3	1	1
C15	2	2	2	1	2
C16	2	2	3	2	2
C17	3	1	2	3	2
C18	3	1	2	1	1
C19	2	1	1	1	2
C20	3	2	3	2	2
C21	3	1	3	1	1
C22	3	2	3	2	3

**Nota.** Matriz donde se asignó una calificación a cada causa de acuerdo a la importancia asignada por cada experto.

Para calcular la entropía de cada criterio se utiliza la siguiente expresión.



### **Ecuación 5.**

*Cálculo de la entropía de cada criterio*

$$E_j = \frac{-1}{\log m} * \sum_{i=1}^m R_{ij} \log R_{ij}$$

**Nota.** Donde  $E_j$  = Entropía del criterio  $j$ ,  $m$  = Número de alternativas y  $R_{ij}$  = Calificación de la alternativa  $i$  respecto al criterio  $j$ . Tomado de: W. A. Sarache, C. Hoyos Montoya y J. C. Burbano J., «Procedimiento para la evaluación de proveedores mediante técnicas multicriterio,» *Scientia Et Technica*, vol. X, n° 24, pp. 219-224, 2004. [En línea]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84912053040> [Acceso: febrero 12, 2021].

Para calcular la dispersión de cada criterio se utiliza la siguiente expresión.

### **Ecuación 6.**

*Cálculo de la dispersión de cada criterio*

$$D_j = 1 - E_j$$

**Nota.** Donde  $D_j$  = Dispersión del criterio  $j$  y  $E_j$  = Entropía de cada criterio  $j$ . Tomado de: W. A. Sarache, C. Hoyos Montoya y J. C. Burbano J., «Procedimiento para la evaluación de proveedores mediante técnicas multicriterio,» *Scientia Et Technica*, vol. X, n° 24, pp. 219-224, 2004. [En línea]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84912053040> [Acceso: febrero 12, 2021].

Para calcular el peso objetivo de cada criterio se utiliza la siguiente expresión.

### Ecuación 7.

*Cálculo del peso objetivo de cada criterio*

$$W_{jo} = \frac{D_j}{\sum_{j=1}^c D_j}$$

**Nota.** Donde  $W_{jo}$  = Peso objetivo del criterio  $j$ ,  $D_j$  = Dispersión del criterio  $j$  y  $c$  = Numero de criterios. Tomado de: W. A. Sarache, C. Hoyos Montoya y J. C. Burbano J., «Procedimiento para la evaluación de proveedores mediante técnicas multicriterio,» *Scientia Et Technica*, vol. X, n° 24, pp. 219-224, 2004. [En línea]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84912053040> [Acceso: febrero 12, 2021].

### Tabla 11.

*Modelo objetivo de causas*

	<b>Ej</b>	<b>Dj</b>	<b>Wjo</b>	<b>Peso en porcentaje</b>
Experto 1	-12,5664	13,5664	0,2783	27,8289%
Experto 2	-5,8303	6,8303	0,1401	14,0111%
Experto 3	-13,1842	14,1842	0,2910	29,0961%
Experto 4	-5,7204	6,7204	0,1379	13,7856%
Experto 5	-6,4481	7,4481	0,1528	15,2783%
Total		48,7495	1,0000	100%

**Nota.** La tabla muestra los resultados de los cálculos de entropía, dispersión y peso objetivo.

**4.4.6.ii. Ponderación subjetiva de causas.** En este paso se establece la importancia relativa entre criterios de decisión a partir de una ponderación con base el método del triángulo de Fuller, en este son comparados por parejas, la asignación de preferencia está determinada de la siguiente manera, 1 significa que el criterio i es igual o más importante que el criterio j y 0 representa que el criterio i es menos importante que el criterio j [47]. Una vez se tenga esta matriz se procede al cálculo del peso subjetivo a través de una ecuación.

**Tabla 12.**

*Triángulo de Fuller de causas*

	Experto 1	Experto 2	Experto 3	Experto 4	Experto 5	Sumatoria
Experto 1	1	1	1	1	1	5
Experto 2	1	1	1	1	1	5
Experto 3	0	0	1	1	1	3
Experto 4	0	0	1	1	1	3
Experto 5	0	0	0	0	1	1

**Nota.** Matriz que muestra las preferencias por cada pareja de criterios.

Para calcular el peso subjetivo de cada criterio se utiliza la siguiente expresión.

**Ecuación 8.**

*Cálculo del peso subjetivo de cada criterio*

$$W_{js} = \frac{\sum_i P_{ji}}{\sum_j \sum_i P_{ji}}$$

**Nota.** Donde,  $W_{js}$  = Peso subjetivo del criterio j y  $P_{ji}$  = Preferencia del criterio j sobre el criterio i. Tomado de: W. A. Sarache, C. Hoyos Montoya y J. C. Burbano J., «Procedimiento para la evaluación de proveedores mediante técnicas multicriterio,» *Scientia Et Technica*, vol. X, n° 24, pp. 219-224, 2004. [En línea]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84912053040> [Acceso: febrero 12, 2021].

En la siguiente tabla se presentan los resultados de los cálculos realizados correspondientes al modelo subjetivo.

**Tabla 13.**

*Modelo subjetivo de causas*

	<b>Sumatoria</b>	<b>Wjs</b>	<b>Peso en porcentaje</b>
Experto 1	5	0,2941	29,4118%
Experto 2	5	0,2941	29,4118%
Experto 3	3	0,1765	17,6471%
Experto 4	3	0,1765	17,6471%
Experto 5	1	0,0588	5,8824%
Total	17	1,0000	100%

**Nota.** La tabla muestra la preferencia total de cada criterio, así como el cálculo del peso subjetivo.

**4.4.6.iii. Ponderación definitiva de causas.** Para establecer el peso definitivo de los criterios de decisión se aplica un método combinatorio, este pondera los resultados de los dos métodos anteriormente desarrollados y se calcula a partir de la siguiente expresión.

**Ecuación 9.**

*Cálculo de peso definitivo de cada criterio*

$$W_{jd} = \frac{W_{jo} * W_{js}}{\sum_{j=1}^c (W_{jo} * W_{js})}$$

**Nota.** Donde, Wjd = Peso definitivo del criterio j, Wjo = Peso objetivo del criterio, Wjs = Peso subjetivo del criterio y c = Número de criterios. Tomado de: W. A. Sarache, C. Hoyos Montoya y J. C. Burbano J., «Procedimiento para la evaluación de proveedores mediante técnicas multicriterio,» *Scientia Et Technica*, vol. X, nº 24, pp. 219-224, 2004. [En línea]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84912053040> [Acceso: febrero 12, 2021].

En la siguiente tabla se presentan los resultados de los cálculos realizados del modelo definitivo.

**Tabla 14.***Modelo definitivo de causas*

	<b>Wjo * Wjs</b>	<b>Wjd</b>	<b>Peso en porcentaje</b>
Experto 1	0,0818	0,3940	39,4039%
Experto 2	0,0412	0,1984	19,8388%
Experto 3	0,0513	0,2472	24,7189%
Experto 4	0,0243	0,1171	11,7117%
Experto 5	0,0090	0,0433	4,3266%
Total	0,2077	1,0000	100%

**Nota.** La tabla muestra la ponderación entre los modelos objetivo y subjetivo, así como el cálculo del peso definitivo.

**4.4.6.iv. Calificación de causas.** Tras haber calculado el peso definitivo para cada criterio de decisión se procede a establecer la calificación definitiva de cada modelo de distribución tipo *i* acorde a su desempeño por cada criterio de decisión tipo *j*, para esto con base en la matriz  $R_{ij}$  anteriormente presentada, cada celda calificada se multiplica por el peso definitivo calculado para cada criterio de decisión, como muestra la siguiente expresión.

**Ecuación 10.**

Calificación de los modelos de distribución

$$C_i = \sum_{j=1}^m R_{ij} * W_{jd}$$

**Nota.** Donde,  $C_i$  = Calificación del modelo de distribución tipo *i*,  $R_{ij}$  = Calificación de la alternativa *i* respecto al criterio *j*,  $W_{jd}$  = Peso definitivo del criterio *j* y *m* = Número de criterios. Tomado de: W. A. Sarache, C. Hoyos Montoya y J. C. Burbano J., «Procedimiento para la evaluación de proveedores mediante técnicas multicriterio,» *Scientia Et Technica*, vol. X, nº 24, pp. 219-224, 2004. [En línea]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84912053040> [Acceso: febrero 12, 2021].

**Tabla 15.***Matriz de calificaciones de causas*

	<b>Experto 1</b>	<b>Experto 2</b>	<b>Experto 3</b>	<b>Experto 4</b>	<b>Experto 5</b>	<b>Total</b>
C1	0,3940	0,1984	0,2472	0,2342	0,0865	1,1604
C2	0,7881	0,1984	0,4944	0,2342	0,0433	1,7583
C3	0,3940	0,3968	0,4944	0,1171	0,0433	1,4456
C4	0,3940	0,1984	0,7416	0,3514	0,0865	1,7719
C5	0,3940	0,3968	0,4944	0,2342	0,0865	1,6060
C6	0,7881	0,3968	0,4944	0,2342	0,0865	2,0000
C7	0,7881	0,3968	0,2472	0,2342	0,0433	1,7095
C8	0,7881	0,1984	0,7416	0,1171	0,0865	1,9317
C9	0,3940	0,1984	0,2472	0,1171	0,0433	1,0000
C10	1,1821	0,3968	0,7416	0,1171	0,0433	2,4808
C11	1,1821	0,3968	0,7416	0,1171	0,0865	2,5241
C12	0,7881	0,3968	0,2472	0,1171	0,0433	1,5924
C13	1,1821	0,3968	0,4944	0,1171	0,0865	2,2769
C14	0,7881	0,3968	0,7416	0,1171	0,0433	2,0868
C15	0,7881	0,3968	0,4944	0,1171	0,0865	1,8829
C16	0,7881	0,3968	0,7416	0,2342	0,0865	2,2472
C17	1,1821	0,1984	0,4944	0,3514	0,0865	2,3128
C18	1,1821	0,1984	0,4944	0,1171	0,0433	2,0353
C19	0,7881	0,1984	0,2472	0,1171	0,0865	1,4373
C20	1,1821	0,3968	0,7416	0,2342	0,0865	2,6412
C21	1,1821	0,1984	0,7416	0,1171	0,0433	2,2825
C22	1,1821	0,3968	0,7416	0,2342	0,1298	2,6845

**Nota.** La tabla muestra la ponderación entre los criterios de los expertos y el peso definitivo para cada causa identificada.

**4.4.6.v. Definición de amplitud de los intervalos.** Hace referencia a los rangos que establecen la priorización de las causas identificadas a través del diagrama de Ishikawa, para esto es necesario utilizar la siguiente expresión.

**Ecuación 11.***Amplitud de los intervalos*

$$Amplitud = \frac{Límite Superior - Límite Inferior}{Número de Intervalos}$$

$$Amplitud = \frac{2,6845 - 1}{4} = \frac{1,6845}{4} = 0,4211$$

*Nota.* Esta ecuación presenta el cálculo de la amplitud de los intervalos.

Después de haber definidos la amplitud de los intervalos se presenta una tabla a continuación que exhibe la clasificación asignada según el intervalo al que corresponda.

**Tabla 16.***Clasificación de causas con base en la amplitud de intervalos*

<b>Límite Inferior</b>	<b>Límite Superior</b>	<b>Clasificación</b>
1,0000	1,4211	Crítico
1,4211	1,8422	Activo
1,8422	2,2634	Pasivo
2,2634	2,6845	Indiferente

*Nota.* Esta tabla muestra los rangos para clasificar las causas.

Paso seguido se procede a otorgar a las causas de la matriz de calificaciones su respectiva clasificación a partir de la anterior tabla, como se muestra a continuación.

**Tabla 17.***Matriz de calificaciones de causas clasificada por intervalos*

Causa	Total	Clasificación
C9	1,0000	Crítica
C1	1,1604	Crítica
C19	1,4373	Activa
C3	1,4456	Activa
C12	1,5924	Activa
C5	1,6060	Activa
C7	1,7095	Activa
C2	1,7583	Activa
C4	1,7719	Activa
C15	1,8829	Pasiva
C8	1,9317	Pasiva
C6	2,0000	Pasiva
C18	2,0353	Pasiva
C14	2,0868	Pasiva
C16	2,2472	Pasiva
C13	2,2769	Indiferente
C21	2,2825	Indiferente
C17	2,3128	Indiferente
C10	2,4808	Indiferente
C11	2,5241	Indiferente
C20	2,6412	Indiferente
C22	2,6845	Indiferente

**Nota.** La tabla muestra la clasificación establecida para cada una de las veintidós causas a través del procedimiento de técnicas multicriterio.

De acuerdo con la clasificación establecidas las causas 9 y 1 se definen como críticas, las causas 19, 3, 12, 5, 7, 2 y 4 se denominan activas, las causas 15, 8, 6, 18, 14 y 16 se designan como pasivas y las causas 13, 21, 17, 10, 11, 20 y 22 se señalan como indiferentes. Las causas categorizadas como críticas, resultado del criterio de los cinco expertos son, ausencia de diseño de una red de transporte y número, tamaño y ubicación de almacenes, plantas y terminales no establecido por la organización. Estas dos causas críticas soportarán el diseño de la red de distribución logística.



#### 4.4.7. Análisis de convergencia

El presente análisis sintetiza los resultados de la priorización de las causas identificadas mediante la aplicación del diagrama de Ishikawa, inicialmente a través del desarrollo de la matriz Vester y posteriormente su respectiva validación por medio de la utilización de técnicas multicriterio; recurrir al análisis de convergencia refiere a emplear un método comparativo para encontrar relación de convergencia o divergencia entre las diferentes causas mediante las escalas propuestas.

**Tabla 18.**

*Análisis de convergencia*

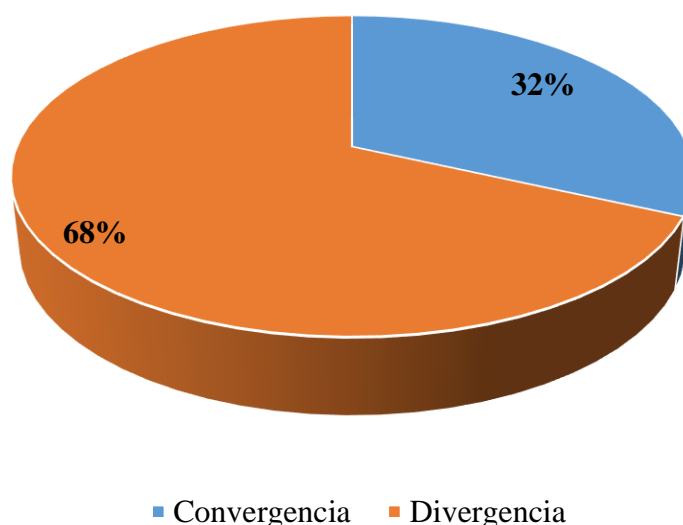
Causa	Matriz Vester	Técnicas multicriterio	Convergencia	Divergencia
C1	Activa	Crítica		X
C2	Indiferente	Activa		X
C3	Activa	Activa	X	
C4	Indiferente	Activa		X
C5	Indiferente	Activa		X
C6	Indiferente	Pasiva		X
C7	Pasiva	Activa		X
C8	Pasiva	Pasiva	X	
C9	Activa	Crítica		X
C10	Pasiva	Indiferente		X
C11	Indiferente	Indiferente	X	
C12	Pasiva	Activa		X
C13	Activa	Indiferente		X
C14	Activa	Pasiva		X
C15	Pasiva	Pasiva	X	
C16	Indiferente	Pasiva		X
C17	Activa	Indiferente		X
C18	Crítica	Pasiva		X
C19	Crítica	Activa		X
C20	Indiferente	Indiferente	X	
C21	Indiferente	Indiferente	X	
C22	Indiferente	Indiferente	X	

*Nota.* Esta tabla muestra la relación de convergencia o divergencia de las causas según el instrumento aplicado.

Con la finalidad de visualizar los resultados de forma consolidada se realiza un gráfico circular en tres dimensiones con los porcentajes correspondientes a la convergencia y divergencia en la priorización de causas entre matriz Vester y técnicas multicriterio, como se muestra a continuación.

**Figura 16.**

*Convergencia y divergencia de causas*



**Nota.** La figura muestra los porcentajes respectivos a la convergencia y divergencia.

Teniendo en cuenta los resultados del presente análisis y la brecha existente entre el porcentaje de convergencia del 32% y el porcentaje de divergencia del 68%, se decide otorgarles mayor prioridad a los resultados obtenidos de la aplicación de técnicas multicriterio a razón de su fundamento en fuentes primarias, es decir, la tabla denominada como matriz de calificaciones de causas clasificada por intervalos.

#### ***4.4.8. Análisis de resultados de la encuesta***

A continuación, se evalúan los resultados de las encuestas aplicadas, teniendo en cuenta que, la primera pregunta de esta técnica de investigación ya tuvo anteriormente su propio tratamiento con base en el objetivo propuesto para esta, no se contempla para en el presente numeral; para abordar las demás preguntas, se procede a reflejar los resultados de las mismas y eventualmente realizar su respectivo análisis.

Para analizar la segunda pregunta de la encuesta es necesario acudir al análisis de contexto, esto se justifica desde su formulación como pregunta abierta, esta técnica de acuerdo con Reyes y Torres [48] con base en lo publicado por Aigeneren [49], permite determinar el contexto de las preguntas por medio de la clasificación de estas en categorías claras para sintetizar las respuestas.

Como primera etapa del procedimiento para ejecutar el análisis de contexto se definen los tópicos genéricos relativos a una red de distribución logística con base en los conocimientos adquiridos de fuentes secundarias y posteriormente se consolida las valoraciones de los expertos acorde a las categorías establecidas. A continuación, se presenta la tabla 19, en esta se encuentra la definición de tópicos para la segunda pregunta.

Finalmente, después de haber establecido los tópicos, teniendo la información de los diferentes expertos ubicada y consolidada se procede a su categorización, es esta etapa se analizan cada uno de los tópicos, para esto es necesario determinar subcategorías, categorías previstas y categorías inferidas. En la tabla 20 se exponen los resultados de la categorización de los tópicos.

**Tabla 19.**

*Definición de tópicos para la pregunta 2*

Tópicos	Experto 1	Experto 2	Experto 3	Experto 4	Experto 5
Tiempo de respuesta	Fallas en los leads times, tanto por demoras no planeadas en fabricación como demoras no previstas en los tiempos de tránsito de las embarcaciones.	El aumento de tiempos de tránsito debido a circunstancias ajenas como postergaciones de zarpe o escalas no contempladas.	Posibles retrasos a los clientes en sus pedidos.	Presencia de factores externos en cualquiera de los puntos de tránsito de mercancía, (puertos cerrados, restricciones de transporte).  Retrasos por tiempos prolongados de nacionalización o control en aduanas.	-
Planeación	Mal pronóstico de compras, falla en el proceso de planeación de las compras.	Variaciones en la demanda por picos de producción o ingreso de nuevos clientes.	Problemas de abastecimiento, o incorrecta planeación de la demanda de los insumos, que genera fallas en los inventarios.	Fallas en la planeación de la distribución y articulación con los tiempos de entrega pactados con el cliente.  Fallas en la planeación de la capacidad del sistema.	-
Servicio	Urgencias de los clientes debido a demanda inesperada de producción.	-	-	-	Contratos o condiciones de venta o niveles de servicio no claros: esto genera grandes problemas de servicio, sin contar la pérdida de confianza del cliente, deterioro de la imagen de la compañía y seguramente, la pérdida del cliente en el corto plazo.  Procesos ausentes o mal definidos: esto es un camino seguro al incumplimiento de la promesa de venta. Compañías de clase mundial dedican una buena porción de tiempo de definir con el cliente los procedimientos que enmarcaran el servicio contratado.

**Tabla 19.** (Continuación)

<b>Tópicos</b>	<b>Experto 1</b>	<b>Experto 2</b>	<b>Experto 3</b>	<b>Experto 4</b>	<b>Experto 5</b>
Finanzas	Flujo de caja que genera demoras en la liberación de órdenes de proveedores.	-	-	-	-
Características de productos	-	Las consolidaciones por la naturaleza de los productos	-	Desconocimiento de la normatividad en términos de aranceles, costos de nacionalización, lineamientos técnicos para el transporte de mercancías.	-
Distribución	-	-	-	Fallos en el proceso de despacho. Dificultad en la minimización de tamaño de lote en la distribución.	-
Administración de la relación con agentes de la cadena de suministro	-	-	-	Bajo nivel o ausencia de relacionamiento con los aliados estratégicos en el proceso de distribución.	Este tipo de negocios tienen un componente muy alto de manejo de información entre los diferentes actores a lo largo de la cadena de abastecimiento. Por lo tanto, un sistema de información débil definitivamente generara fallos en el servicio.  Contar con proveedores no confiables: esto es muy común en algunas compañías por ahorro en costos, pero al final se exponen a riesgos muy altos de fallo en el servicio.

**Nota.** Esta tabla muestra los tópicos definidos a partir de las respuestas de los expertos.

**Tabla 20.**

*Categorización para la pregunta 2*

#	Pregunta	Experto	Respuesta	Tópico	Subcategoría	Categorías prevista	Categoría inferida
2	¿Cuáles son las principales causas que ocasionan fallos en una red de distribución logística teniendo en cuenta la información de la organización objeto de estudio?	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fallas en los leads times, tanto por demoras no planeadas en fabricación como demoras no previstas en los tiempos de transito de las embarcaciones.</li> <li>• Mal pronóstico de compras, falla en el proceso de planeación de las compras.</li> <li>• Urgencias de los clientes debido a demanda inesperada de producción.</li> <li>• Flujo de caja que genera demoras en la liberación de órdenes de proveedores.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiempo de respuesta.</li> <li>• Planeación.</li> <li>• Servicio.</li> <li>• Finanzas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Retrasos en entrega a clientes.</li> <li>• Errores de pronósticos.</li> <li>• Situaciones no previstas.</li> <li>• Errores al procesar compras.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Promesa de entrega.</li> <li>• Pronósticos y planeación agregada.</li> <li>• Procesamiento de pedidos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incumplimiento de la promesa de entrega.</li> <li>• Errores de pronóstico y planeación agregada.</li> <li>• Reglas de prioridad para pedidos de cliente no establecidas.</li> <li>• Fallos en el sistema de procesamiento de pedidos.</li> </ul>
		2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Variaciones en la demanda por picos de producción o ingreso de nuevos clientes.</li> <li>• El aumento de tiempos de transito debido a circunstancias ajenas como postergaciones de zarpe o escalas no contempladas.</li> <li>• Las consolidaciones por la naturaleza de los productos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planeación.</li> <li>• Tiempo de respuesta.</li> <li>• Características de productos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Situaciones no previstas.</li> <li>• Retrasos en entrega a clientes.</li> <li>• Productos con restricciones.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pronósticos y planeación agregada.</li> <li>• Promesa de entrega.</li> <li>• Producto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fallos en el abastecimiento.</li> <li>• Disminución de nivel de servicio al cliente.</li> <li>• Características restrictivas del producto.</li> </ul>

**Tabla 20.** (Continuación)

#	Pregunta	Experto	Respuesta	Tópico	Subcategoría	Categorías prevista	Categoría inferida
3			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Problemas de abastecimiento, o incorrecta planeación de la demanda de los insumos, que genera fallas en los inventarios.</li> <li>• Posibles retrasos a los clientes en sus pedidos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planeación.</li> <li>• Tiempo de respuesta.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Errores de pronósticos.</li> <li>• Retrasos en entrega a clientes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pronósticos y planeación agregada.</li> <li>• Promesa de entrega.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Errores de pronóstico y planeación agregada.</li> <li>• Incumplimiento de la promesa de entrega.</li> </ul>
4			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fallos en el proceso de despacho.</li> <li>• Bajo nivel o ausencia de relacionamiento con los aliados estratégicos en el proceso de distribución.</li> <li>• Presencia de factores externos en cualquiera de los puntos de tránsito de mercancía (puertos cerrados, restricciones de transporte).</li> <li>• Dificultad en la minimización de tamaño de lote en la distribución.</li> <li>• Desconocimiento de la normatividad en términos de aranceles, costos de nacionalización, lineamientos técnicos para el transporte de mercancías.</li> <li>• Retrasos por tiempos prolongados de nacionalización o control en aduanas.</li> <li>• Fallas en la planeación de la distribución y articulación con los tiempos de entrega pactados con el cliente.</li> <li>• Fallas en la planeación de la capacidad del sistema.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Distribución.</li> <li>• Administración de la relación con agentes de la cadena de suministro.</li> <li>• Tiempo de respuesta.</li> <li>• Distribución.</li> <li>• Características de productos.</li> <li>• Tiempo de respuesta.</li> <li>• Planeación.</li> <li>• Planeación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Errores de distribución.</li> <li>• Bajo relacionamiento con otros agentes.</li> <li>• Situaciones no previstas.</li> <li>• Errores de distribución.</li> <li>• Productos con restricciones.</li> <li>• Retrasos en entrega a clientes.</li> <li>• Errores de distribución.</li> <li>• Errores de pronósticos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Distribución.</li> <li>• Integración de la cadena de suministro.</li> <li>• Promesa de entrega.</li> <li>• Distribución.</li> <li>• Producto.</li> <li>• Promesa de entrega.</li> <li>• Promesa de entrega.</li> <li>• Pronósticos y planeación agregada.</li> <li>• Pronósticos y planeación agregada.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fallos de distribución.</li> <li>• Fallos en la coordinación de la cadena de suministro.</li> <li>• Incumplimiento de la promesa de entrega.</li> <li>• Fallos de distribución.</li> <li>• Características restrictivas del producto.</li> <li>• Incumplimiento de la promesa de entrega.</li> <li>• Fallos de distribución.</li> <li>• Errores de pronóstico y planeación agregada.</li> </ul>

**Tabla 20.** (Continuación)

#	Pregunta	Experto	Respuesta	Tópico	Subcategoría	Categorías prevista	Categoría inferida
5			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Este tipo de negocios tienen un componente muy alto de manejo de información entre los diferentes actores a lo largo de la cadena de abastecimiento. Por lo tanto, un sistema de información débil definitivamente generara fallos en el servicio.</li> <li>• Contratos o condiciones de venta o niveles de servicio no claros: esto genera grandes problemas de servicio, sin contar la pérdida de confianza del cliente, deterioro de la imagen de la compañía y seguramente, la pérdida del cliente en el corto plazo.</li> <li>• Contar con proveedores no confiables: esto es muy común en algunas compañías por ahorro en costos, pero al final se exponen a riesgos muy muy altos de fallo en el servicio.</li> <li>• Procesos ausentes o mal definidos: esto es un camino seguro al incumplimiento de la promesa de venta. Compañías de clase mundial dedican una buena porción de tiempo de definir con el cliente los procedimientos que enmarcaran el servicio contratado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Administración de la relación con agentes de la cadena de suministro.</li> <li>• Servicio.</li> <li>• Administración de la relación con agentes de la cadena de suministro.</li> <li>• Procesos internos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bajo relacionamiento con otros agentes.</li> <li>• Falta de definición de condiciones de compra o venta.</li> <li>• Bajo relacionamiento con otros agentes.</li> <li>• Procesos internos mal definidos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Integración de la cadena de suministro.</li> <li>• Estándares de servicio.</li> <li>• Integración de la cadena de suministro.</li> <li>• Procesos internos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fallos en la coordinación de la cadena de suministro.</li> <li>• Estándares de servicio al cliente no establecidos.</li> <li>• Fallos en la coordinación de la cadena de suministro.</li> <li>• Procesos internos mal definidos.</li> </ul>

*Nota.* Esta tabla muestra la categorización de la pregunta 2.



Tras haber aplicado el análisis de contexto para la segunda pregunta de la técnica de investigación, la mayoría de las categorías inferidas corresponden directamente con las causas asociadas a los fallos en la gestión en la cadena de suministro, adicionalmente se identificaron cuatro nuevas categorías, características restrictivas del producto, fallos de distribución, incumplimiento de la promesa de entrega y procesos internos mal definidos.

**Tabla 21.**

*Resultados pregunta 3*

#	Pregunta	Áreas de decisión a calificar	Experto 1	Experto 2	Experto 3	Experto 4	Experto 5
3	¿Cuáles de las siguientes áreas de decisión o directrices logísticas obtienen mayor importancia en el diseño de una red de distribución logística para una organización como la anteriormente presentada? Ordene de 1 a 9 según corresponda su importancia, donde 1 representa mayor importancia y 7 significa menor importancia.	Abastecimiento	1	2	5	1	6
		Almacenamiento	5	3	4	7	5
		Fijación de precios	6	6	9	6	9
		Información	4	5	6	3	1
		Instalaciones	7	5	8	8	7
		Inventarios	2	1	1	9	2
		Procesamiento de pedidos	9	1	2	2	8
		Servicio al cliente	3	4	7	5	4
		Transporte	8	2	3	4	3

*Nota.* Esta tabla muestra los resultados de la pregunta 3.

Teniendo la falta de una correcta asignación de la calificación solicitada por parte del experto dos en esta pregunta, no se tiene en cuenta su respuesta.

**Tabla 22.**

*Categorización para la pregunta 3*

#	Pregunta	Experto	Respuesta	Tópico	Subcategoría	Categorías prevista	Categoría inferida
		1	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
		2	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
		3	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
3	¿Considera otra(s)? Índique cuál(es) y su respectiva importancia independientemente del orden anteriormente establecido.	4	<ul style="list-style-type: none"> <li>Proceso de despacho.</li> <li>Gestión de la orden.</li> <li>Logística de devolución.</li> <li>Gestión del envío (trazabilidad).</li> <li>Suppliers Relationship Management (SRM).</li> <li>Customers Relationship Management (CRM).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Distribución.</li> <li>Sistema de procesamiento de pedidos.</li> <li>Logística inversa.</li> <li>Distribución.</li> <li>Relacionamiento proveedor.</li> <li>Relacionamiento cliente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Errores de distribución.</li> <li>Procesamiento de pedidos.</li> <li>Devoluciones.</li> <li>Trazabilidad.</li> <li>Bajo relacionamiento con otros agentes.</li> <li>Bajo relacionamiento con otros agentes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Distribución.</li> <li>Errores al procesar compras.</li> <li>Logística inversa.</li> <li>Trazabilidad del pedido por parte del cliente.</li> <li>Integración de la cadena de suministro.</li> <li>Integración de la cadena de suministro.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fallos de distribución.</li> <li>Fallos en el sistema de procesamiento de pedidos.</li> <li>Ausencia de logística inversa de devoluciones.</li> <li>Ausencia de trazabilidad del pedido por parte del cliente.</li> <li>Fallos en la coordinación de la cadena de suministro.</li> <li>Fallos en la coordinación de la cadena de suministro.</li> </ul>
		5	<ul style="list-style-type: none"> <li>El acuerdo de servicio: lo considero que es la más importante (1A), porque una cadena de abastecimiento se diseña basado en las necesidades del cliente y las cualidades del producto.</li> <li>Administración: esto tiene que ver si actuamos como 4PL dentro de la cadena de abastecimiento o solo somos un contratante de servicio.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Servicio.</li> <li>Procesos internos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Falta de definición de condiciones de compra o venta.</li> <li>Procesos internos mal definidos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estándares de servicio.</li> <li>Procesos internos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estándares de servicio al cliente no establecidos.</li> <li>Procesos internos mal definidos.</li> </ul>

*Nota.* Esta tabla muestra la categorización de la pregunta 3.

Una vez aplicado el análisis de contexto para la tercera pregunta de la técnica de investigación, la mayoría de las categorías inferidas corresponden directamente con las causas asociadas a los fallos en la gestión en la cadena de suministro, adicionalmente se identificaron dos nuevas categorías, ausencia de logística inversa de devoluciones y ausencia de trazabilidad del pedido por parte del cliente.

La pregunta cuatro tiene como finalidad a través de la preferencia del experto justificado en su experiencia seleccionar el modelo de distribución sobre el cual fundamentar el diseño de red, el análisis numérico será posteriormente evaluado, por ahora se observa lo siguiente.

**Tabla 23.**

*Categorización para la pregunta 4*

#	Pregunta	Experto	Respuesta	Tópico	Subcategoría	Categorías previstas	Categoría inferida
		1	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
		2	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
		3	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
4	¿Considera otra(s)? Indique cuál(es) y su respectiva importancia independientemente del orden anteriormente establecido.	4	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se debe hacer una red mixta con aliados estratégicos que responda a las necesidades de la demanda, las cantidades de la importación y la ubicación de los clientes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alternativa de configuración mixta.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Modelos de distribución.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Modelos de distribución limitados por la teoría.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Red de distribución logística inherente a las operaciones de la organización.</li> </ul>
		5	<ul style="list-style-type: none"> <li>No contemplado las devoluciones o las garantías del producto. No solo a nivel local sino internacional.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Logística inversa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Devoluciones.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Logística inversa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ausencia de logística inversa de devoluciones.</li> </ul>

*Nota.* Esta tabla muestra la categorización de la pregunta 4.

Después de haber categorizado esta pregunta se evidencian dos categorías a juicio de los expertos importantes a tener en cuenta en el diseño de la red de distribución, la red de distribución logística es inherente a las operaciones de la organización y ausencia de logística inversa de devoluciones.

**Tabla 24.**

*Resultados pregunta 5*

#	Pregunta	Áreas de decisión a calificar	Experto 1	Experto 2	Experto 3	Experto 4	Experto 5
5	¿Cuál considera el orden de prioridad frente a las decisiones a tomar en relación al inventario para el diseño de una red de distribución logística para una organización como la anteriormente presentada? Ordene de 1 a 5 según corresponda su importancia, donde 1 representa mayor importancia y 5 significa menor importancia.	Establecimiento de políticas de inventario	1	2	1	1	1
		Establecimiento de inventario de ciclo	4	4	3	5	4
		Establecimiento de inventario de seguridad	3	1	5	5	2
		Establecimiento de inventario estacional	5	3	4	5	5
		Establecimiento de nivel de disponibilidad de producto	2	5	2	2	3

*Nota.* Esta tabla muestra los resultados de la pregunta 5.

Teniendo la falta de una correcta asignación de la calificación solicitada por parte del experto cuatro en esta pregunta, no se tiene en cuenta su respuesta.

**Tabla 25.**

*Categorización para la pregunta 5*

#	Pregunta	Experto	Respuesta	Tópico	Subcategoría	Categorías prevista	Categoría inferida
		1	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
		2	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
		3	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
5	¿Considera otra(s)? Indique cuál(es) y su respectiva importancia independiente del orden anteriormente establecido.	4	<ul style="list-style-type: none"> <li>Comportamiento de la demanda</li> <li>Capacidad de almacenamiento</li> <li>Costos de oportunidad, costos de mantenimiento</li> <li>Tiempos de respuesta, tiempo de obsolescencia.</li> <li>Requerimientos técnicos para el almacenamiento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Planeación.</li> <li>Características restrictivas del producto.</li> <li>Costos logísticos.</li> <li>Tiempo de respuesta.</li> <li>Características restrictivas del producto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Errores de pronósticos.</li> <li>Características de productos.</li> <li>Tiempo de respuesta.</li> <li>Costos de la red.</li> <li>Tiempo de respuesta.</li> <li>Características de productos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pronósticos y planeación agregada.</li> <li>Características de productos.</li> <li>Situaciones no previstas.</li> <li>Estructura de costos de la red.</li> <li>Situaciones no previstas.</li> <li>Características de productos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Errores de pronóstico y planeación agregada.</li> <li>Características restrictivas del producto.</li> <li>Incumplimiento de la promesa de entrega.</li> <li>Costos logísticos implicados.</li> <li>Incumplimiento de la promesa de entrega.</li> <li>Características restrictivas del producto.</li> </ul>
		5	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rotación de inventario ABC</li> <li>FIFO o FEFO</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gestión de inventarios.</li> <li>Gestión de inventarios.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rotación de inventario.</li> <li>Políticas de control de inventario.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ubicación de inventarios y políticas de control no establecido.</li> <li>Ubicación de inventarios y políticas de control no establecido.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ubicación de inventarios y políticas de control no establecido.</li> <li>Ubicación de inventarios y políticas de control no establecido.</li> </ul>

*Nota.* Esta tabla muestra la categorización de la pregunta 5.

**Tabla 26.***Resultados pregunta 6*

#	Pregunta	Áreas de decisión a calificar	Experto 1	Experto 2	Experto 3	Experto 4	Experto 5
6	¿Cuál considera el orden de prioridad frente a las decisiones a tomar en relación al transporte para el diseño de una red de distribución logística para una organización como la anteriormente presentada? Ordene de 1 a 5 según corresponda su importancia, donde 1 representa mayor importancia y 5 menor importancia.	Selección del modo y servicio de transporte	5	3	1	1	4
		Consolidación del flete	1	1	3	3	5
		Rutas del transportador	4	2	2	2	1
		Programación de los vehículos	2	5	4	5	2
		Aplicación de las TIC en el transporte	3	4	5	4	3

*Nota.* Esta tabla muestra los resultados de la pregunta 6.

**Tabla 27.***Categorización para la pregunta 6*

#	Pregunta	Experto	Respuesta	Tópico	Subcategoría	Categorías previstas	Categoría inferida
6	¿Considera otra(s)? Indique cuál(es) y su respectiva importancia independientemente del orden anteriormente establecido.	1	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
		2	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
		3	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
		4	<ul style="list-style-type: none"> <li>Acuerdos pactados en negociación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Servicio.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Falta de definición de condiciones de compra o venta.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estándares de servicio.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estándares de servicio al cliente no establecidos.</li> </ul>
		5	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cubrimiento.</li> <li>Cumplimiento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Servicio.</li> <li>Tiempo de respuesta.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cobertura del servicio.</li> <li>Tiempo de respuesta.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cobertura del servicio.</li> <li>Situaciones no previstas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cobertura del servicio no definida.</li> <li>Incumplimiento de la promesa de entrega.</li> </ul>

*Nota.* Esta tabla muestra la categorización de la pregunta 6.

Después de haber categorizado la pregunta número seis, se evidencia una nueva categoría, cobertura del servicio no definida.

**Tabla 28.**

*Resultados pregunta 7*

#	Pregunta	Áreas de decisión a calificar	Experto 1	Experto 2	Experto 3	Experto 4	Experto 5
7	¿Cuál considera el orden de prioridad frente a las decisiones a tomar en relación al servicio al cliente para el diseño de una red de distribución logística para una organización como la anteriormente presentada? Ordene de 1 a 5 según corresponda su importancia, donde 1 representa mayor importancia y 5 significa menor importancia.	Establecimiento de tiempo de respuesta	3	1	1	No aplica	No aplica
		Fijación de niveles de servicio al cliente	1	2	5	No aplica	No aplica
		Aseguramiento de variedad de producto	4	4	4	No aplica	No aplica
		Trazabilidad del pedido por parte del cliente	2	3	2	No aplica	No aplica
		Retornabilidad del pedido por parte del cliente (devoluciones)	5	5	3	No aplica	No aplica

**Nota.** Esta tabla muestra los resultados de la pregunta 7.

Los expertos 4 y 5 por motivos justificados en una correcta elección de decisiones a tener en cuenta en relación al controlador de servicio al cliente con base su criterio, en comparación con aquellas establecidas por el autor del presente proyecto, no respondieron esta pregunta, por tal motivo en su análisis los resultados de estos dos expertos no son contemplados.

**Tabla 29.***Resultados pregunta 8*

#	Pregunta	Áreas de decisión a calificar	Experto 1	Experto 2	Experto 3	Experto 4	Experto 5
		La organización no analiza la estacionalidad de la demanda	5	1	4	No aplica	1
	Frente a la planeación de la demanda ¿Cuál considera la afirmación de mayor gravedad frente a las decisiones a tomar, en relación a la planeación de la demanda para el diseño de una red de distribución logística para una organización como la anteriormente presentada? Ordene de 1 a 5 según corresponda su gravedad, donde 1 representa mayor gravedad y 5 significa menor gravedad.	La organización utiliza un método de pronósticos de demanda incorrecto	1	5	1	2	5
8		La organización carece de un método para planificar la demanda	3	4	2	1	2
		Estimación independiente de la demanda por país	2	2	5	5	4
		El método de pronóstico empleado por la organización no tenga en cuenta la variabilidad de la demanda (picos o valles)	4	3	3	No aplica	3

**Nota.** Esta tabla muestra los resultados de la pregunta 8.

De acuerdo con las encuestas aplicadas se puede observar la ausencia de consenso entre las respuestas de los expertos en estas preguntas de clasificación, esto denota indirectamente la alta importancia relativa de cada decisión enmarcada en los controladores logísticos en comparación con los demás.



#### 4.4.9. Matriz DOFA

El desarrollo del presente capítulo convergen en este análisis de fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas, tanto del panorama macro como al interior de la organización en relación al proceso logístico de distribución que desarrolla para atender las necesidades de sus clientes.

**Tabla 30.**

*Matriz DOFA*

	Positivos	Negativos
	<b>FORTALEZAS</b>	<b>DEBILIDADES</b>
<b>Factores Internos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Variedad de productos y disponibilidad de los mismos.</li> <li>• Incorporación de sistema de administración de procesos.</li> <li>• Alto porcentaje de cumplimiento de entregas a nivel internacional.</li> <li>• Representación de empresas internacionales.</li> <li>• Alta capacidad para adquirir alto volumen, en consecuencia menores costo de adquisición.</li> <li>• Acuerdos comerciales con proveedores de materias primas e insumos.</li> <li>• Proceso de importación de mercancía ágil.</li> <li>• Certificación ISO 9001:2015</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sustancias químicas clasificadas como peligrosas dentro de algunas líneas de producto.</li> <li>• Ausencia de diseño de una red de transporte.</li> <li>• Cantidad, capacidad y ubicación geográfica de las instalaciones físicas en la cadena de suministro no establecidas.</li> <li>• Errores (falta exactitud) de pronóstico y planeación agregada.</li> <li>• La política de control de inventario no está definida claramente.</li> <li>• Errores de abastecimiento.</li> <li>• Nivel de disponibilidad del producto no establecido.</li> <li>• Falta de determinación de almacenes y centros de distribución como instalaciones de cruce, de andén o de almacenamiento.</li> <li>• Ausencia de decisiones relacionadas con el inventario.</li> </ul>

**Tabla 30.** (Continuación)

	<b>Positivos</b>	<b>Negativos</b>
	<b>OPORTUNIDADES</b>	<b>AMENAZAS</b>
<b>Factores Externos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incentivos fiscales otorgados por los Estados.</li> <li>• Flete de transporte económico a raíz de la consolidación de productos.</li> <li>• Potencial medio en adopción de las TIC.</li> <li>• Capacidad para implementar las TIC en procesos organizacionales.</li> <li>• Elección de medios de transporte para contribuir en mitigar el impacto ambiental.</li> <li>• Sector de servicios con proporción creciente en el PIB en América Latina y el Caribe.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poca estabilidad política en los países donde existe presencia.</li> <li>• Construcción de infraestructuras limitado por actos colusorios y de corrupción.</li> <li>• Poca infraestructura de transporte internacional e interno.</li> <li>• Dependencia de tipo de cambio en los países donde no se maneja el dólar.</li> <li>• Presencia de conflictos sociales, como paros o huelgas laborales en el último año.</li> <li>• Emergencia sanitaria de interés internacional ocasionada por la enfermedad COVID-19.</li> <li>• Disminución del comercio mundial de bienes.</li> </ul>

**Nota.** La matriz DOFA presenta los resultados consolidados de los procedimientos aplicados.

La información perteneciente al cuadrante superior derecho o fortalezas proviene de los análisis del sector y subsector, así como de la caracterización del proceso logístico de Grupo Cosalco. El cuadrante superior derecho o debilidades está fundamentado en el análisis de las causas identificadas a través del diagrama de Ishikawa y posteriormente priorizado mediante la consulta a expertos, se contemplan aquellas clasificadas como críticas y activas. El cuadrante inferior izquierdo y derecho u oportunidades y amenazas respectivamente provienen del análisis PESTAL internacional elaborado, a razón de que en este se identificaron factores del ambiente externo de la organización objeto de estudio.

## **5. IDENTIFICACIÓN DE FACTORES A CONSIDERAR EN EL DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN LOGÍSTICA**

Una red de distribución logística adecuada es utilizada para alcanzar diferentes objetivos de la cadena de suministro de una empresa, estos van desde un bajo costo hasta una gran capacidad de respuesta. Asimismo, el desempeño de una red de distribución afirma Chopra y Meindl [2] debe ser evaluada en dos dimensiones, las necesidades del cliente que deben atenderse y el costo asociado a su respectiva satisfacción. En consecuencia, es responsabilidad de una empresa evaluar el impacto en el servicio al cliente y su costo asociado al considerar diferentes alternativas de configuración de red de distribución.

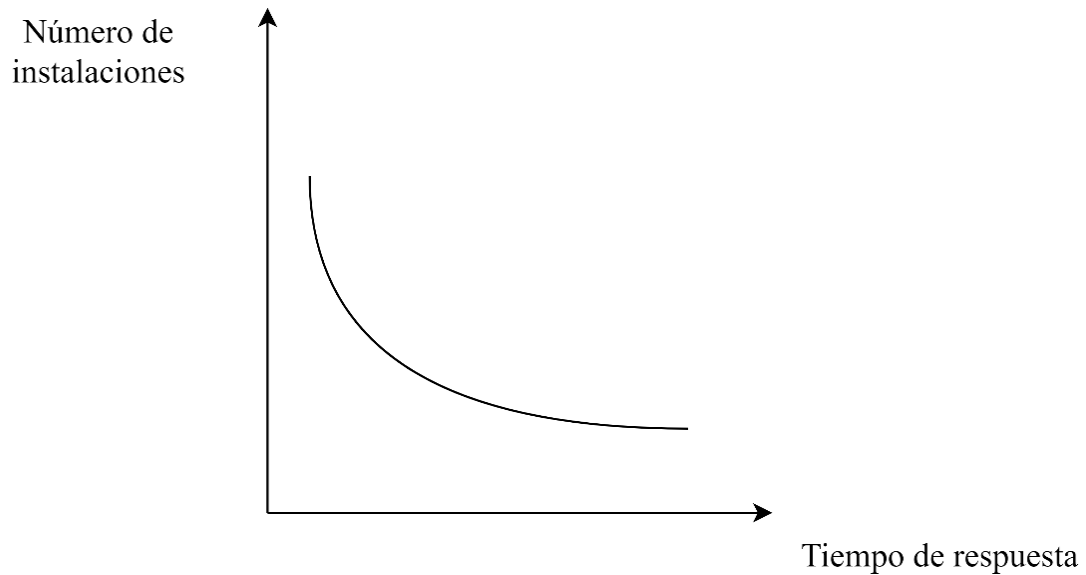
Como plantea Anaya [50], la configuración del modelo de distribución de una empresa depende de la actividad económica que desarrolle, las características del mercado (oferta y demanda) y las condiciones geográficas. Frente a esto es necesario tener en cuenta los productos, así como su disponibilidad para atender las necesidades de los clientes, es este ámbito influye el tiempo relacionado para atender esta solicitud teniendo en cuenta el carácter internacional de la organización objeto de estudio.

En relación a lo anteriormente presentado, como afirman Chopra y Meindl [2], cambiar el diseño de la red de distribución influye en costos de la cadena de suministro como lo son, información, instalaciones, transporte e inventarios. A continuación, se analiza el comportamiento existente entre los factores tiempo de respuesta (relacionado con las necesidades de los clientes), número y costo de instalaciones, costo de transporte y costo de inventarios (costos asociados a la satisfacción) con la finalidad de establecer una correlación entre estas.

El tiempo de respuesta corresponde al tiempo total que transcurre entre la recepción de la solicitud de la necesidad del cliente hasta la entrega del pedido y su respectiva aprobación documental, el número de instalaciones como su nombre lo indica hace referencia a la cantidad de ubicaciones físicas propias de las que dispone la organización (almacenes, plantas, entre otras). A medida que el número de instalaciones en una cadena de suministro aumenta, el tiempo de respuesta disminuye a causa de (a poder ser) instalaciones situadas cerca de los clientes para manejar tiempos cortos.

**Figura 17.**

*Relación ente tiempo de respuesta y número de instalaciones*

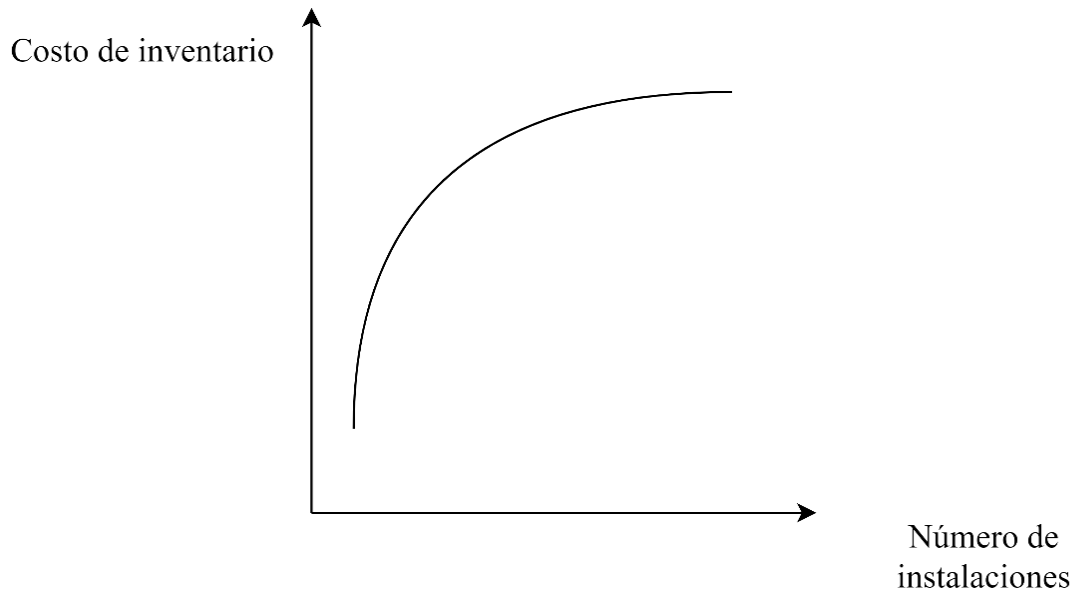


**Nota.** La figura muestra la correlación entre dos factores. Tomado de: S. Chopra y M. Peter, Administración de la cadena de suministro. Estrategia, planeación y operación, Quinta ed., México: Pearson Educación, 2013, p. 77.

El costo de inventario es aquel relacionado con unidades en *stock* de los diferentes productos disponibles destinados satisfacer las necesidades de los clientes, este en comparación con el número de instalaciones presenta un comportamiento proporcional, si el número de instalaciones de aumenta, esta otra seguirá el mismo comportamiento.

**Figura 18.**

*Relación ente costo de inventario y número de instalaciones*

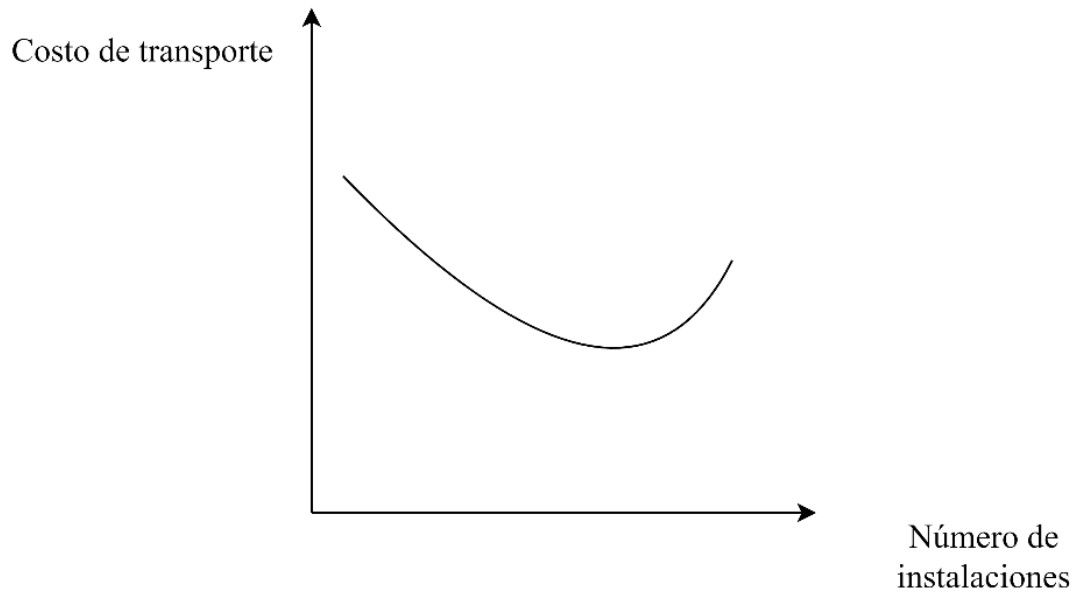


*Nota.* La figura muestra la correlación entre dos factores. Tomado de: S. Chopra y M. Peter, Administración de la cadena de suministro. Estrategia, planeación y operación, Quinta ed., México: Pearson Educación, 2013, p. 78.

El costo de transporte alude al costo en el que incurre la organización al desplazar productos entre las instalaciones de la cadena de suministro o a través de la red de distribución; en contraste con el número de instalaciones, si este presenta un incremento de estas significa una reducción de las distancias entre los almacenes y los puntos de consumo, esto genera incurrir en menores costos por distancia recorrida, en cambio si el número de instalaciones es alto, en el punto que los tamaños de lote para transportar son pequeños esto origina un aumento en los costos de transporte.

**Figura 19.**

*Relación ente costo de transporte y número de instalaciones*

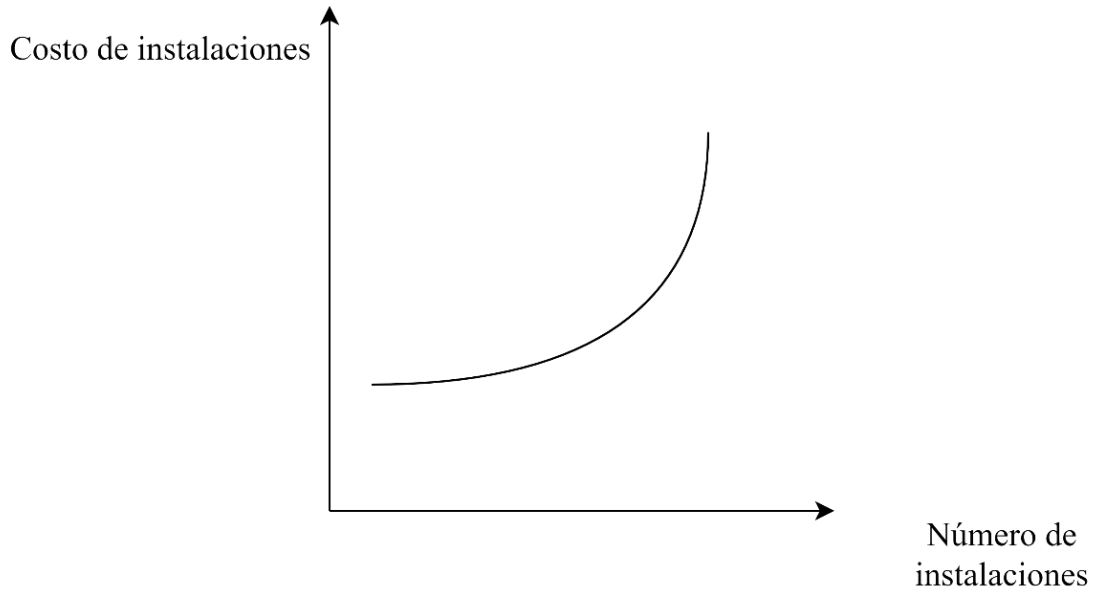


*Nota.* La figura muestra la correlación entre dos factores. Tomado de: S. Chopra y M. Peter, Administración de la cadena de suministro. Estrategia, planeación y operación, Quinta ed., México: Pearson Educación, 2013, p. 79.

Los costos de instalaciones corresponden a los costos fijos o variable relacionados con el manejo de los almacenes de la organización, al incrementar el número de instalaciones se incrementan los costos de instalaciones e inventario, pero se reducen los costos de transporte y el tiempo de respuesta. Si se incrementan la flexibilidad o la capacidad de una instalación, se incrementa el costo de las instalaciones, pero se reducen los costos de inventario y el tiempo de respuesta [2].

**Figura 20.**

*Relación ente costo de instalaciones y número de instalaciones*

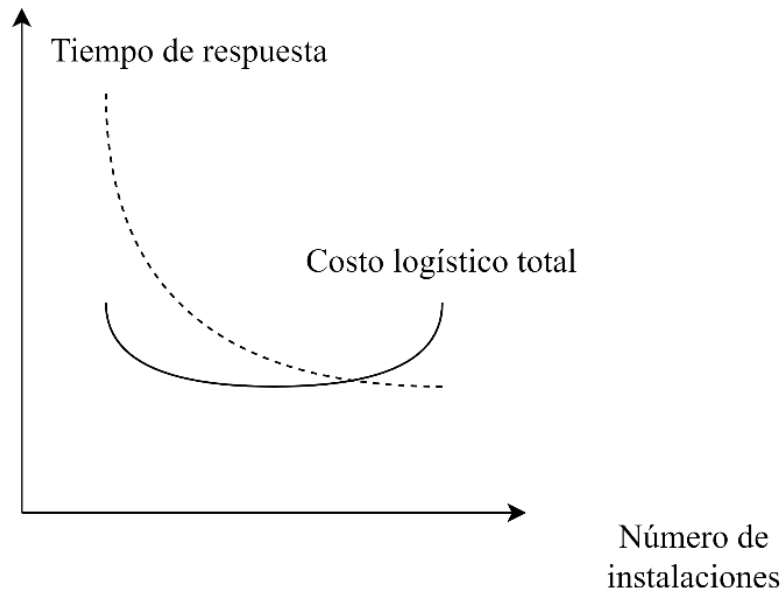


*Nota.* La figura muestra la correlación entre dos factores. Tomado de: S. Chopra y M. Peter, Administración de la cadena de suministro. Estrategia, planeación y operación, Quinta ed., México: Pearson Educación, 2013, p. 79.

De acuerdo con lo propuesto por Chopra y Meindl [2], los costos logísticos corresponden a la suma de los costos anteriormente mencionados, instalaciones, transporte e inventarios, a medida que aumenta el número de instalaciones los costos logísticos totales primero disminuyen y en un segundo momento aumentan. El punto de equilibrio entre el tiempo de respuesta y el costo logístico total se encuentra determinado por el número de instalaciones requeridas por la organización.

**Figura 21.**

*Relación ente tiempo de respuesta, costo logístico total y número de instalaciones*



*Nota.* La figura muestra la correlación entre tres factores. Tomado de: S. Chopra y M. Peter, Administración de la cadena de suministro. Estrategia, planeación y operación, Quinta ed., México: Pearson Educación, 2013, p. 80.

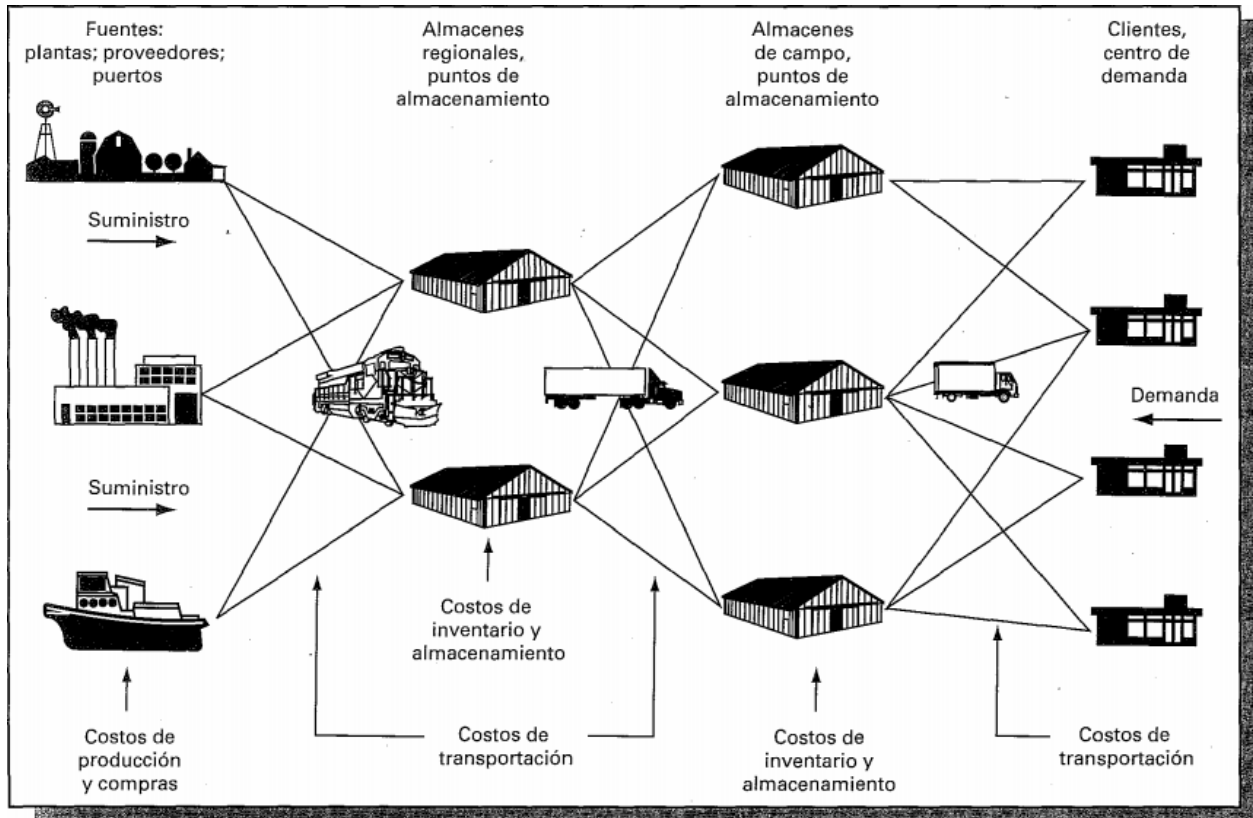
Una vez estudiado el comportamiento de algunos factores a tener en cuenta en el diseño de una red de distribución, con base en lo propuesto por [2], es posible afirmar que el tiempo de entrega así como los diferentes costos correspondientes al costo logístico total, son medidas principales utilizadas para evaluar los diferentes diseños de redes de entrega.

Por otro lado Ballou [4] sostiene que, la configuración de una red es relativa a la estructura de flujo de productos desde puntos de origen hacia los puntos de demanda, esto supone determinar las instalaciones a utilizar, si existen, el número y la ubicación de estas, los productos y clientes para estas, servicios de transporte entre estas, las actividades entre ubicaciones, niveles de inventario entre localizaciones, entre otros.



**Figura 22.**

*Red generalizada de flujo de productos*



*Nota.* La figura muestra la configuración de la red de flujo de productos generalizada. Tomado de: R. H. Ballou, Logística. Administración de la cadena de suministro, Quinta ed., México: Pearson Educación, 2004, p. 620.

La anterior figura muestra una red genérica frente al flujo de productos, donde la demanda puede atenderse desde una red de almacenes regionales o de campo que a su vez se satisfacen desde puntos de origen como, plantas, proveedores o puertos, asimismo si no existiera una red de almacenes la distribución se realizaría de forma directa; entre cada par de puntos relacionados representa un costo de transporte, así como las ubicaciones de almacenamiento de producto reflejan costos de sí mismas y de inventarios.

Como proponen Gámez, Mejía y León [51] con base en lo propuesto por Mejía, Gaytán y Arroyo, una red de distribución internacional toma en cuenta actores adicionales como aduanas, puertos, aeropuertos, entre otros. Esto determina un punto de partida con el cual esclarecer la información relevante en el diseño de la red de distribución.

Ballou [4] afirma que, el problema de la configuración de la red es de gran importancia para la gerencia de la organización, comúnmente el rediseño de la red puede en consecuencia generar ahorros anuales desde 5 hasta 15% de los costos logísticos totales.

Además de los factores anteriormente establecidos [4] propone una lista de datos relacionados en la planeación de una red, estos serán tomados en cuenta para realizar el diseño de la red de distribución de la organización objeto de estudio, la información correspondiente es suministrada por colaboradores a través del sistema interno utilizado.

**Tabla 31.**

*Lista de datos para la planeación de la red*

<b>Lista de datos</b>
Productos por línea de producto
Ubicaciones de los clientes, puntos de almacenamiento y puntos de suministro
Demanda de cada producto por ubicación de clientes
Costos de transporte
Tiempos de tránsito, tiempos de transmisión de pedidos, y ritmos de surtido de pedidos
Costo de almacenamiento
Costo de producción o compras
Tamaños de envío por producto
Niveles de inventario por ubicación por producto y los métodos para controlarlos
Patrones de pedidos por frecuencia, tamaño, temporada y contenido
Costos de procesamiento de pedidos y cuando se incurran
Costo de capital
Metas de servicio al cliente
Equipo e instalaciones disponibles con limitaciones de capacidad
Patrones de distribución sobre la forma como se cumplen las ventas

**Nota.** La tabla presenta de forma generalizada los datos necesarios en la planeación de una red. Tomado de: R. H. Ballou, Logística. Administración de la cadena de suministro, Quinta ed., México: Pearson Educación, 2004, p. 621.

## **6. DEFINICIÓN DE ALTERNATIVA DE CONFIGURACIÓN DE RED DE DISTRIBUCIÓN LOGÍSTICA**

Esta etapa tiene como finalidad definir un modelo de distribución sobre el cual diseñar la red de distribución logística de la organización objeto de estudio, para esto es necesario comprender el estado actual de la configuración logística de distribución, así como los agentes involucrados a través de los flujos de materiales y de información; la identificación de la estructura vigente permitirá asociarla a una configuración genérica y posteriormente establecer una configuración específica.

### **6.1. Configuración logística de distribución actual**

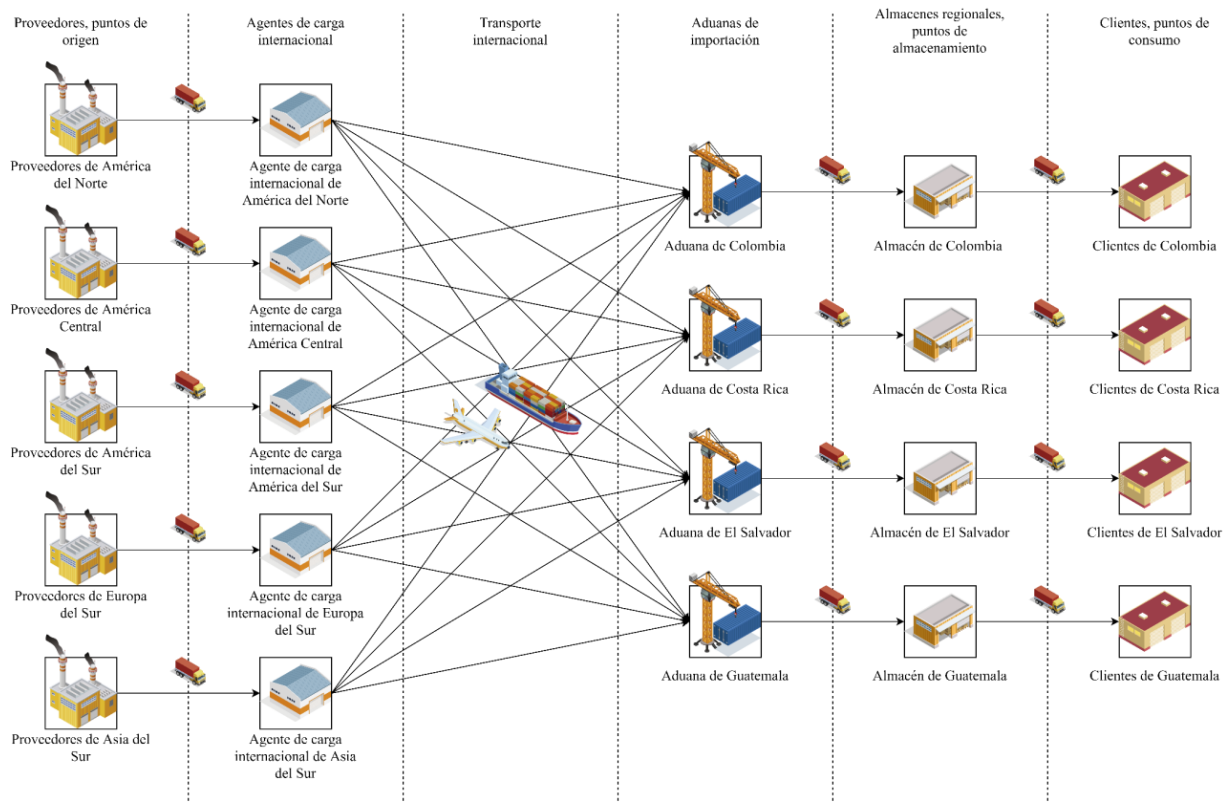
La configuración logística de distribución actual de la organización comprende fabricantes o proveedores, estos se encuentran agrupados por región de origen, dentro de estas se encuentran, América del Norte, América Central, América del Sur, Europa del Sur y Asia del Sur; Grupo Cosalco realiza el proceso de importación de mercancías por medio de aliados estratégicos, es decir, agentes de carga internacional, estos ofrecen diferentes servicios como, transporte aéreo, marítimo o multimodal, asesoría jurídica, administración de tránsito aduanero, entre otros, para entregar la mercancía en los países de destino.

Una vez la mercancía transita internacionalmente hasta los territorios nacionales donde la empresa objeto de estudio tiene presencia, esta última realiza los trámites con las aduanas de importación necesarios para el retiro de las mercancías, después de que estas se encuentran libres se transporta hasta los almacenes regionales a través de la contratación del servicio de transporte terrestre de carga nacionalizada; en estos se recibe la mercancía y se configura su almacenamiento. En su etapa final los requerimientos de los clientes son atendidos por medio del despacho de mercancías desde los almacenes regionales, el transporte entre este par de nodos es subcontratado con organizaciones nacionales.

A través de la información obtenida en fuentes primarias, se procede a realizar un esquema de la configuración logística de distribución actual de Grupo Cosalco, en este se identifican los agentes de la organización (proveedores, almacenes, clientes, entre otros) y flechas que representan diferentes medios de transporte entre los nodos (aéreo, marítimo y terrestre).

**Figura 23.**

*Grafo de la configuración logística de distribución actual*



**Nota.** La figura muestra los diferentes nodos, así como los medios de transporte implicados en la configuración logística de distribución actual.

## **6.2. Especificación de modelo de distribución**

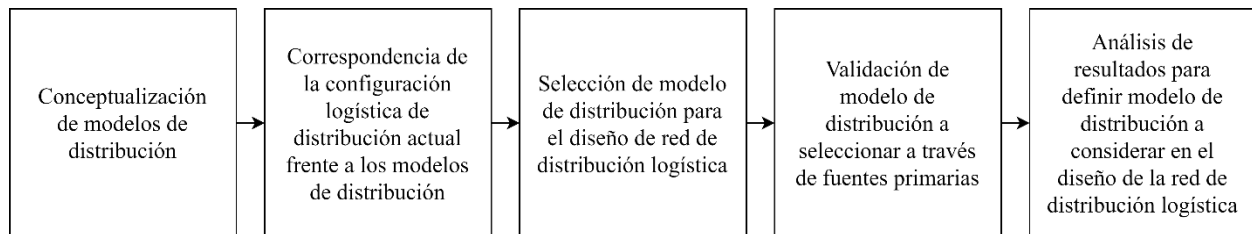
Un modelo de distribución comercial, como lo denomina Anaya [50], muestra desde un punto de vista logístico, la infraestructura física perteneciente a la empresa para situar sus productos en el mercado, para el desarrollo del presente trabajo se denominaran como modelo de distribución a partir de este momento; esta conceptualización es análoga a la de una red de distribución logística; estos modelos ejemplifican diferentes diseños potenciales para la configuración actual de distribución logística, a través de estos se busca establecer un referente sobre el cual establecer el diseño de la red para el Grupo Cosalco.

Metodológicamente se estableciera una aproximación al concepto de cada modelo, paso seguido se contrastará la configuración de distribución logística actual de la empresa objeto de estudio en relación con los modelos para determinar su porcentaje de correspondencia con estos, para esto se aplicará el instrumento de lista de chequeo; posteriormente a través de la aplicación de un procedimiento de evaluación de alternativas mediante técnicas multicriterio se pretende determinar vía fuentes secundarias el modelo de distribución potencial para la configuración actual de la organización objeto de estudio.

Después de seleccionar el modelo de distribución con base en fuentes secundarias, se establecerá aquel definido por fuentes primarias, en la técnica de investigación (encuesta) anteriormente aplicada en el desarrollo del presente trabajo a un grupo de expertos, se preguntó por el modelo más adecuado a la organización, el seleccionado por estos se encuentra fundamentado en su conocimiento y experiencia en el tema. Para finalizar se analizarán los resultados de la presente metodología para definir un modelo de distribución sobre el cual diseñar una alternativa de configuración de red de distribución logística para Grupo Cosalco. A continuación, se presenta una figura que ilustra la metodología inmediatamente anterior establecida, esto tiene la finalidad de facilitar la comprensión del documento.

**Figura 24.**

*Fases para especificar el modelo de distribución*



**Nota.** La figura presenta las fases establecidas para especificar un modelo de distribución para la organización objeto de estudio.

### **6.3. Conceptualización de modelos de distribución**

En la actualidad, con base en el carácter dinámico de los mercados, existen organizaciones especializadas en la logística de distribución que ofrecen estos modelos, esto permite que las empresas fabricantes puedan enfocarse en la producción [52]; Grupo Cosalco lleva a cabo el proceso logístico de distribución para diferentes empresas, es decir, mueve grandes volúmenes de mercancía entre centros de producción y consumidores que requieran de estas materias primas e insumos.

Teniendo en cuenta la anterior referencia, para la siguiente conceptualización de los diferentes modelos de distribución, en las diferentes figuras que representan gráficamente los modelos de distribución, se mostrara a Grupo Cosalco en integración con el fabricante, de esta forma se pretende distinguir el papel que interpreta la organización dentro de cada uno de estos modelos.

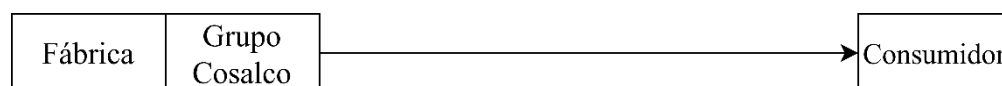
Con base en lo expresado por [50], los modelos distribución se pueden agrupar en cinco, éstos afirma son los más típicos; con base en esta apreciación, a continuación, se abordarán los diferentes modelos de distribución propuestos en fuentes secundarias con la finalidad de esclarecer uno consecuente a las necesidades de la organización objeto de estudio.

### 6.3.1. Distribución directa

En este modelo el producto es suministrado de forma directa desde el fabricante o proveedor hasta el consumidor, desde una perspectiva logística es ideal puesto que evita mantener una infraestructura de almacenaje para el producto, en consecuencia se disminuyen los costos asociados al uso de estas instalaciones, asimismo se generan ahorros en las inversiones de los inventarios pertinentes, es un modelo de distribución típicamente utilizado por empresas que fabrican sobre pedido [50].

#### Figura 25.

*Esquema de distribución directa*



**Nota.** Esta figura muestra la opción de distribución directa. Tomado de: S. Ávila, *Guía Práctica. Logística y distribución física internacional. Clave en las operaciones de comercio exterior*, Bogotá: Cámara de Comercio de Bogotá, 2010. [En línea]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/11520/25206> [Acceso: febrero 15, 2021].

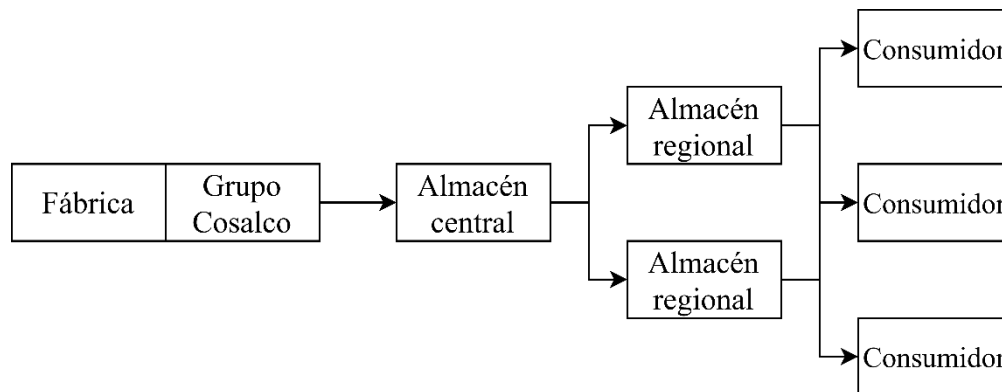
### 6.3.2. Distribución escalonada

En este modelo el producto transita desde el fabricante o proveedor, pasando por almacenes centrales y regionales hasta el consumidor; esto permite el rápido abastecimiento de mercados por medio de la red de instalaciones que aproximan los productos a los puntos de consumo; en contraposición a la distribución directa, este tipo de modelo de distribución conlleva a incurrir en los costos necesarios para mantener la red de almacenes centrales y periféricos, así como los inventarios asociados a estas instalaciones [50].

La distribución escalonada permite una rápida entrega de los productos demandados por los clientes, a raíz de que estos pedidos son atendidos directamente por los almacenes regionales desde los cuales se realiza la operación de despacho; los almacenes centrales surten a los regionales teniendo en cuenta las necesidades de cada uno por medio de sistemas de reposición de *stocks*.

**Figura 26.**

*Esquema de distribución escalonada*



**Nota.** Esta figura muestra la opción de distribución escalonada. Tomado de: S. Ávila, *Guía Práctica. Logística y distribución física internacional. Clave en las operaciones de comercio exterior*, Bogotá: Cámara de Comercio de Bogotá, 2010. [En línea]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/11520/25206> [Acceso: febrero 15, 2021].

En la figura anterior se presenta una alternativa grafica para este modelo de distribución compuesto por un almacén central y los subsiguientes almacenes regionales, sin embargo, cabe resaltar que esta configuración puede incluir un mayor número de almacenes centrales de acuerdo con las necesidades de la organización con la finalidad de atender a diferentes mercados.



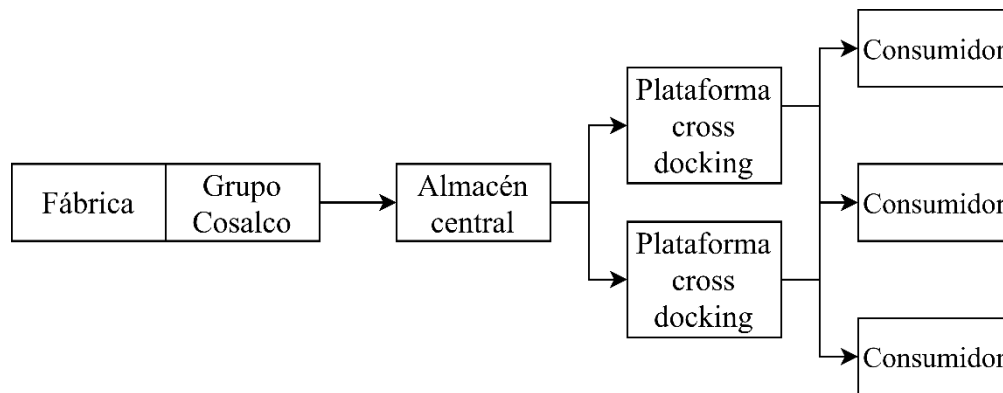
### 6.3.3. Distribución cross docking

Esta opción es similar a la distribución escalonada, sin embargo, sustituye los eslabones de almacenes regionales por plataformas de carga o descarga, también conocidos como depots; en estas instalaciones no se almacena el producto, en vez de esto son puntos de tránsito, la mercancía la reciben ya empaquetada con destino al consumidor [50].

En algunos casos estas plataformas de carga o descarga, agrupan productos para una entrega ágil hasta los puntos de destino, además de esto pueden realizar operaciones previas como empaquetado final, etiquetaje, entre otros, posterior a estas actividades se realiza la distribución a los clientes [50]. El almacén central se encarga de suministrar la mercancía en el estado anteriormente mencionado, así como información y documentos, hasta estos depots para que preparen con anticipación el despacho.

**Figura 27.**

*Esquema de distribución cross docking*



**Nota.** Esta figura muestra la opción de distribución cross docking. Tomado de: S. Ávila, *Guía Práctica. Logística y distribución física internacional. Clave en las operaciones de comercio exterior*, Bogotá: Cámara de Comercio de Bogotá, 2010. [En línea]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/11520/25206> [Acceso: febrero 15, 2021].

Además de lo previamente mencionado, estas instalaciones también son utilizadas como puntos de recogida de las devoluciones para establecer un retorno económico consolidado hacia el almacén central; en términos de operatividad, el almacén central recibe los pedidos, desde donde se preparan los despachos, las plataformas cross docking reciben información con antelación de los pedidos que llegaran y sus destinos, con esta información preparan la distribución final [50].

#### ***6.3.4. Distribución directa desde almacén central***

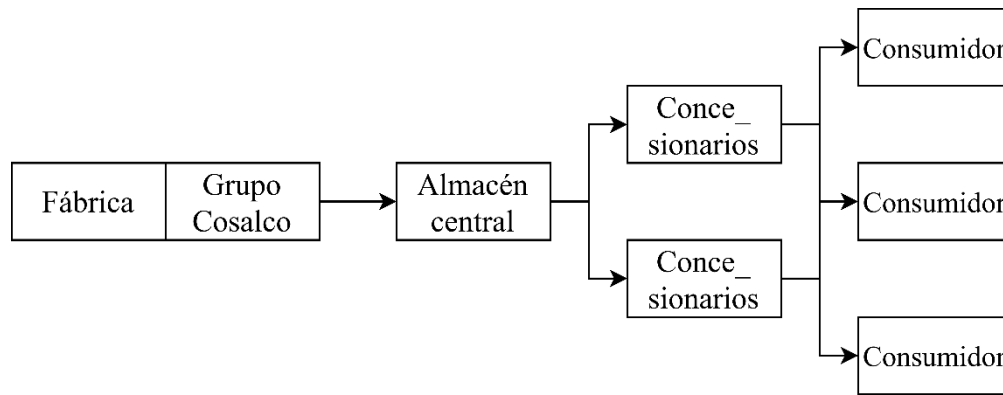
Esta opción está enfocada en la distribución de los productos desde un almacén central hasta una cadena de distribuidores, en contraste con la distribución escalonada los almacenes regionales son sustituidos por una red de concesionarios, que no pertenecen a la organización [13]. La responsabilidad de la empresa entonces se encontraría limitada hasta estos últimos eslabones, la operación de venta y despacho de mercancía a los consumidores sería independiente es esta etapa.

En consecuencia, esta alternativa implica un bajo costo en instalaciones, pero puede significar un riesgo en cuanto a atención de las necesidades de los consumidores a raíz de la falta de almacenes periféricos; por otro lado este modelo está relacionado con recurrir a subcontratar el servicio de transporte con empresas especializadas; este modelo de distribución suele ser típico de las empresas que solo tienen un mercado local o regional [50].

Desde el punto de vista estructural este modelo de distribución no tiene en consideración almacenes regionales, en consecuencia, esta opción preliminarmente no es viable frente al estado actual de la infraestructura de la organización objeto de estudio debido a que esta cuenta con almacenes regionales en Colombia, Costa Rica, El Salvador y Guatemala, considerar esta opción implicaría cerrar estos puntos de almacenamiento.

**Figura 28.**

*Esquema de distribución directa desde almacén central*



**Nota.** Esta figura muestra la opción de distribución directa desde almacén central. Tomado de: S. Ávila, *Guía Práctica. Logística y distribución física internacional. Clave en las operaciones de comercio exterior*, Bogotá: Cámara de Comercio de Bogotá, 2010. [En línea]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/11520/25206> [Acceso: febrero 15, 2021].

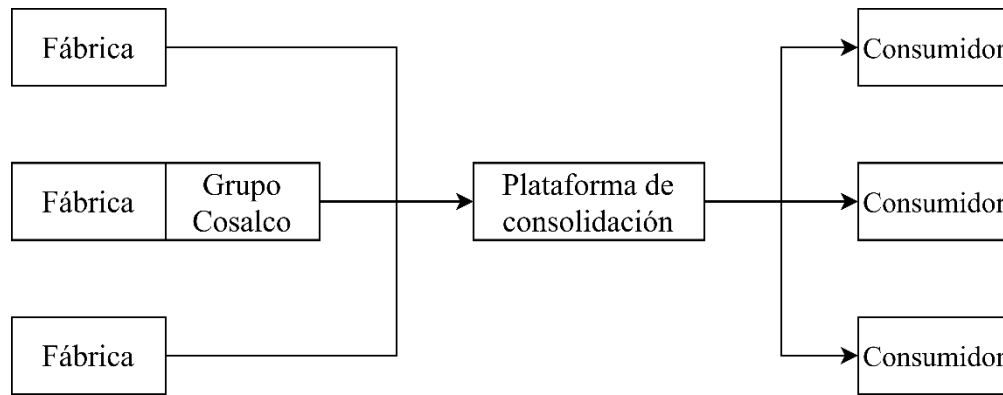
### **6.3.5. Plataforma de consolidación**

Este modelo también es conocido como planta de distribución, en esta alternativa de configuración los productos de diferentes proveedores se unifican en una plataforma de consolidación que a su vez se encarga de la distribución a los consumidores; este modelo existe a razón de la necesidad de empresas que manejan bajos volúmenes de producto, puedan distribuir sus mercancías por medio de la administración de mercancía por cuenta de terceros.

Una planta de distribución es sinónimo de un servicio ágil de recogida de pedidos, preparación de despachos, programación de la distribución, entre otros, esto refleja un valor añadido para el consumidor, puesto que en la plataforma se pueden realizar operaciones de unitarización, embalaje, etiquetado, entre otras [50].

**Figura 29.**

*Esquema de plataforma de consolidación*



**Nota.** Esta figura muestra la opción de plataforma de consolidación. Tomado de: S. Ávila, *Guía Práctica. Logística y distribución física internacional. Clave en las operaciones de comercio exterior*, Bogotá: Cámara de Comercio de Bogotá, 2010. [En línea]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/11520/25206> [Acceso: febrero 15, 2021].

Es importante destacar que la organización objeto de estudio no busca modificar su modelo de negocio, para desarrollar actividades de consolidación de mercancías en países de origen, estos procesos son contratados con aliados estratégicos los cuales cuando es necesario consolidan carga para el posterior proceso de importación, el propósito de diseñar la red de distribución logística para el Grupo Cosalco es aprovechar la infraestructura existente, es por esto que esta alternativa no será tratada en el desarrollo de esta etapa.

#### **6.4. Correspondencia de la configuración logística de distribución actual frente a los modelos de distribución**

Una vez esquematizada la dinámica de la organización en términos de la configuración de la distribución logística actual a través de la realización de un grafo equivalente a la situación actual y la información recopilada pertinente de los diferentes modelos de distribución, es necesario contrastar este estado presente de Grupo Cosalco contra estas opciones de configuración

propuestas en fuentes secundarias, con la finalidad de establecer un porcentaje de correspondencia con estos.

Para realizar esta comparación se aplicará un instrumento denominado como lista de chequeo, esta es adaptada a partir de lo presentado por Ayala y Camacho [53], como señalan estos autores en el correspondiente trabajo de grado esta es tomada de Suárez y Quiroga, la cual fue utilizada para identificar dinámicas relacionadas con redes de valor propias de su proyecto de grado.

Se elaboró una lista de chequeo por cada modelo de distribución, estas presentan las características de cada uno de estos postulados, a través de la determinación por parte del autor del presente trabajo fundamentado en fuentes secundarias, de grupos y subgrupos, estas categorizaciones pretenden ofrecer una distinción de las principales características de cada modelo de distribución en específico, además de esto presentan una sección donde se verifica el cumplimiento de estas características.

Las listas de chequeo están compuestas por ocho subgrupos que corresponden directamente con las características de cada modelo de distribución, estos a su vez hacen parte de otra clasificación denominada como grupos, estos últimos tienen por objetivo aclarar el enfoque de cada uno de sus componentes.

Por otra parte, cada lista de chequeo cuenta con una calificación ponderada en la que se utiliza la puntuación absoluta que se asignan conforme el número de características cumplidas, estas son multiplicadas por el factor de ponderación del grupo, este valor no es otro que el número de características dividido entre cien sumado por número de características que conforman el grupo.

A continuación, se presentan los resultados de listas de chequeo y sus respectivas calificaciones, estos se encuentran en las tablas de la 32 a la 41, cada una de estas presenta un modelo de distribución con sus características.

**Tabla 32.***Lista de chequeo modelo de distribución directa*

Modelo	Grupo	%	Subgrupo	Características de desempeño del modelo	Cumple	No cumple	Cumple parcialmente
Distribución directa	Generales	0,375	Distribución	Directa desde proveedor hasta el consumidor	X		
			Instalaciones	Ausencia de infraestructura de almacenaje		X	
			Inventario	Bajos niveles de inventario almacenado		X	
	Costos	0,375	Instalaciones	Bajos costos de instalaciones		X	
			Inventario	Bajos costos de inventarios		X	
			Transporte	Altos costos de transporte			X
	Servicio	0,250	Disponibilidad del producto	Alto nivel de disponibilidad de producto	X		
			Tiempo de respuesta	Largos tiempos de respuesta debido a distribución	X		

*Nota.* La tabla evidencia la aplicación de la lista de chequeo.

**Tabla 33.***Calificación ponderada modelo de distribución directa*

Características	# de características cumplidas	Factor de ponderación	Calificación ponderada
Generales	1	0,375	0,375
Costos	0	0,375	0
Servicio	2	0,250	0,5
<b>Calificación total</b>			0,875
<b>Máxima calificación posible</b>			2,75
<b>Porcentaje de cumplimiento</b>			31,82%

*Nota.* La tabla muestra la calificación ponderada de este modelo de distribución.

**Tabla 34.***Lista de chequeo modelo de distribución escalonada*

Modelo	Grupo	%	Subgrupo	Características de desempeño del modelo	Cumple	No cumple	Cumple parcialmente
Distribución escalonada	Generales	0,375	Distribución	Escalonada desde almacenes centrales y regionales			X
			Instalaciones	Presencia de infraestructura de almacenaje	X		
			Inventario	Altos niveles de inventario almacenado	X		
	Costos	0,375	Instalaciones	Altos costos de instalaciones	X		
			Inventario	Altos costos de inventario	X		
			Transporte	Bajos costos de transporte			X
	Servicio	0,250	Disponibilidad del producto	Alto nivel de disponibilidad de producto	X		
			Tiempo de respuesta	Cortos tiempos de respuesta por las instalaciones	X		

*Nota.* La tabla evidencia la aplicación de la lista de chequeo.

**Tabla 35.***Calificación ponderada modelo de distribución escalonada*

Características	# de características cumplidas	Factor de ponderación	Calificación ponderada
Generales	2	0,375	0,75
Costos	2	0,375	0,75
Servicio	2	0,250	0,5
<b>Calificación total</b>			2
<b>Máxima calificación posible</b>			2,75
<b>Porcentaje de cumplimiento</b>			72,73%

*Nota.* La tabla muestra la calificación ponderada de este modelo de distribución.

**Tabla 36.***Lista de chequeo modelo de distribución cross docking*

Modelo	Grupo	%	Subgrupo	Características de desempeño del modelo	Cumple	No cumple	Cumple parcialmente
Distribución cross docking	Generales	0,375	Distribución	Desde plataformas de carga o descarga		X	
			Instalaciones	Presencia de infraestructura de carga o descarga		X	
			Inventario	Bajos niveles de inventario almacenado		X	
	Costos	0,375	Instalaciones	Altos costos de instalaciones	X		
			Inventario	Bajos costos de inventarios		X	
			Transporte	Bajos costos de transporte			X
	Servicio	0,250	Disponibilidad del producto	Alto nivel de disponibilidad de producto	X		
Tiempo de respuesta			Cortos tiempos de respuesta por almacén central	X			

*Nota.* La tabla evidencia la aplicación de la lista de chequeo.

**Tabla 37.***Calificación ponderada modelo de distribución cross docking*

Características	# de características cumplidas	Factor de ponderación	Calificación ponderada
Generales	0	0,375	0
Costos	1	0,375	0,375
Servicio	2	0,250	0,5
<b>Calificación total</b>			0,875
<b>Máxima calificación posible</b>			2,75
<b>Porcentaje de cumplimiento</b>			31,82%

*Nota.* La tabla muestra la calificación ponderada de este modelo de distribución.



**Tabla 38.***Lista de chequeo modelo de distribución directa desde almacén central*

Modelo	Grupo	%	Subgrupo	Características de desempeño del modelo	Cumple	No cumple	Cumple parcialmente
Distribución directa desde almacén central	Generales	0,375	Distribución	Directa desde almacén central hasta el consumidor		X	
			Instalaciones	Presencia de infraestructura de almacenaje			X
			Inventario	Bajos niveles de inventario almacenado		X	
	Costos	0,375	Instalaciones	Bajos costos de instalaciones		X	
			Inventario	Bajos costos de inventarios		X	
			Transporte	Altos costos de transporte			X
	Servicio	0,250	Disponibilidad del producto	Alto nivel de disponibilidad de producto	X		
			Tiempo de respuesta	Largos tiempos de respuesta	X		

*Nota.* La tabla evidencia la aplicación de la lista de chequeo.

**Tabla 39.***Calificación ponderada modelo de distribución directa desde almacén central*

Características	# de características cumplidas	Factor de ponderación	Calificación ponderada
Generales	0	0,375	0
Costos	0	0,375	0
Servicio	2	0,250	0,5
<b>Calificación total</b>			0,5
<b>Máxima calificación posible</b>			2,75
<b>Porcentaje de cumplimiento</b>			18,18%

*Nota.* La tabla muestra la calificación ponderada de este modelo de distribución.

**Tabla 40.***Lista de chequeo modelo de distribución desde plataforma de consolidación*

Modelo	Grupo	%	Subgrupo	Características de desempeño del modelo	Cumple	No cumple	Cumple parcialmente
Distribución desde plataforma de consolidación	Generales	0,375	Distribución	Desde plataforma de consolidación		X	
			Instalaciones	Ausencia de infraestructura de almacenaje		X	
			Inventario	Bajos niveles de inventario almacenado		X	
	Costos	0,375	Instalaciones	Bajos costos de instalaciones		X	
			Inventario	Bajos costos de inventarios		X	
			Transporte	Bajos costos de transporte			X
	Servicio	0,250	Disponibilidad del producto	Alto nivel de disponibilidad de producto	X		
			Tiempo de respuesta	Cortos tiempos de respuesta	X		

*Nota.* La tabla evidencia la aplicación de la lista de chequeo.

**Tabla 41.***Calificación ponderada modelo de distribución desde plataforma de consolidación*

Características	# de características cumplidas	Factor de ponderación	Calificación ponderada
Generales	0	0,375	0
Costos	0	0,375	0
Servicio	2	0,250	0,5
<b>Calificación total</b>			0,5
<b>Máxima calificación posible</b>			2,75
<b>Porcentaje de cumplimiento</b>			18,18%

*Nota.* La tabla muestra la calificación ponderada de este modelo de distribución.

A partir de los resultados obtenidos de las listas de chequeo y sus respectivas calificaciones, teniendo en cuenta que el proceso logístico de distribución actual de la organización responde a características de todos los modelos presentados, se define el modelo de distribución escalonada, este tiene un porcentaje de cumplimiento de 72,73% este corresponde a mayor resultado en la presente metodología; a continuación, se presenta el resumen de los resultados obtenidos.

**Tabla 42.**

*Resumen de resultados de listas de chequeo*

<b>Modelo</b>	<b>Porcentaje de cumplimiento</b>
Distribución directa	31,82%
Distribución escalonada	72,73%
Distribución cross docking	31,82%
Distribución directa desde almacén central	18,18%
Distribución desde plataforma de consolidación	18,18%

*Nota.* Esta tabla muestra el porcentaje de cumplimiento de la configuración logística de distribución de Grupo Cosalco frente a los modelos de distribución.

### **6.5. Selección de modelo de distribución para el diseño de red de distribución logística**

Por medio de la evaluación de las alternativas correspondientes a los cinco modelos de distribución previamente abordados a través de técnicas multicriterio se busca establecer jerárquicamente la configuración pertinente fundamentada en una metodología cuantitativa para el estado actual del proceso logístico de distribución de la organización objeto de estudio.

La aplicación de las técnicas multicriterio se encuentra justificada en un procedimiento para la evaluación de proveedores propuesto por Sarache, Hoyos y Burbano [47], en formato de artículo publicado en Scientia Et Technica, el procedimiento usado es adaptado por el autor del presente trabajo con la finalidad de cumplir los objetivos propuestos, a medida que se desarrolle también se explicara la secuencia de pasos realizados.

### 6.5.1. Selección de criterios de decisión

Inicialmente se deben definir una serie de criterio de decisión ya que con base en estos se evaluarán las diferentes alternativas, es entonces importante precisar criterios relacionados con el desempeño de una red de distribución logística, para esto se acude a fuentes secundarias, como se estableció anteriormente de acuerdo con Chopra y Meindl [2], los costos asociados al inventario, el transporte, las instalaciones (además de su número) y el tiempo de respuesta resultan criterios apropiados para la presente selección, con base en estos se priorizaran los diferentes modelos de distribución.

**Tabla 43.**

*Criterios de decisión*

<b>Criterio</b>	<b>Nombre</b>
C1	Costos de instalaciones
C2	Costos de inventario
C3	Costos de transporte
C4	Número de instalaciones
C5	Tiempo de respuesta

*Nota.* Criterios establecidos para evaluación de los modelos de distribución. Tomado de: S. Chopra y M. Peter, Administración de la cadena de suministro. Estrategia, planeación y operación, Quinta ed., México: Pearson Educación, 2013, p. 77-80.

### 6.5.2. Construcción de la escala de valoración

Después de haber definido los criterios de decisión es necesario establecer una escala de valoración para estos, esta permitirá la asignación de una calificación dependiendo de su desempeño frente a los modelos de distribución, esto se desarrollará en futuros pasos del presente procedimiento; a continuación, se presentan las líneas de referencia para valorar cada criterio en las tablas de la 44 a la 48.

**Tabla 44.***Escala de valoración de costos de instalaciones*

<b>Nivel</b>	<b>Puntos</b>	<b>Costos de instalaciones</b>
Muy bueno	1	Bajos costos de instalaciones
Bueno	2	Costos medios de instalaciones
Regular	3	Altos costos de instalaciones

*Nota.* Escala del primer criterio, costos de instalaciones en los que una empresa incurre.

**Tabla 45.***Escala de valoración de costos de inventario*

<b>Nivel</b>	<b>Puntos</b>	<b>Costos de inventario</b>
Muy bueno	1	Bajos costos de inventario
Bueno	2	Costos medios de inventario
Regular	3	Altos costos de inventario

*Nota.* Escala del segundo criterio, costos de inventario en los que una empresa incurre.

**Tabla 46.***Escala de valoración de costos de transporte*

<b>Nivel</b>	<b>Puntos</b>	<b>Costos de transporte</b>
Muy bueno	1	Bajos costos de transporte
Bueno	2	Costos medios de transporte
Regular	3	Altos costos de transporte

*Nota.* Escala del tercer criterio, costos de transporte en los que una empresa incurre.

**Tabla 47.***Escala de valoración de número de instalaciones*

<b>Nivel</b>	<b>Puntos</b>	<b>Número de instalaciones</b>
Muy bueno	1	Bajo número de instalaciones
Bueno	2	Número medio de instalaciones
Regular	3	Alto número de instalaciones

*Nota.* Escala del cuarto criterio, número de instalaciones que una empresa requiere.

**Tabla 48.***Escala de valoración de tiempo de respuesta*

<b>Nivel</b>	<b>Puntos</b>	<b>Tiempo de respuesta</b>
Muy bueno	1	Bajos tiempos de respuesta
Bueno	2	Tiempos medios de respuesta
Regular	3	Altos tiempos de respuesta

*Nota.* Escala del quinto criterio, tiempo de respuesta ofrecido por una empresa.

Una vez establecidos los criterios de decisión, así como sus respectivas escalas de valoración, se procede a determinar la importancia relativa de cada uno de estos, para esto se recurre a una ponderación objetiva, seguido de una ponderación subjetiva y se finaliza con una ponderación definitiva que integra las dos anteriores, esto tiene la finalidad de proporcionar mayor precisión [47].

### **6.5.3. Ponderación objetiva**

En este paso se determina la importancia relativa entre criterios de decisión a partir de una ponderación objetiva, es decir, se calcula la entropía y dispersión de cada uno para posteriormente ponderarlos; además de esto es necesario hacer uso de las escalas de calificación anteriormente establecidas, de esta forma para un modelo de distribución tipo *i* se le asigna una calificación

respecto un criterio tipo j, como resultado se obtiene una matriz denominada Rij. La elaboración de esta matriz fue apoyada por un colaborador de la organización objeto de estudio.

**Tabla 49.**

*Matriz Rij especificación de modelo de distribución*

<b>Modelo / Criterio</b>	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>C4</b>	<b>C5</b>
M1	1	1	1	1	3
M2	2	2	2	3	2
M3	2	1	1	2	2
M4	1	1	2	1	1
M5	2	1	2	2	2

**Nota.** Matriz donde se asignó una calificación a cada modelo de distribución tipo i acorde a su desempeño por cada criterio de decisión tipo j.

Para calcular la entropía de cada criterio se utiliza la siguiente expresión.

**Ecuación 12.**

*Cálculo de la entropía de cada criterio*

$$E_j = \frac{-1}{\log m} * \sum_{i=1}^m R_{ij} \log R_{ij}$$

**Nota.** Donde Ej = Entropía del criterio j, m = Número de alternativas y Rij = Calificación de la alternativa i respecto al criterio j. Tomado de: W. A. Sarache, C. Hoyos Montoya y J. C. Burbano J., «Procedimiento para la evaluación de proveedores mediante técnicas multicriterio,» *Scientia Et Technica*, vol. X, nº 24, pp. 219-224, 2004. [En línea]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84912053040> [Acceso: febrero 15, 2021].

Para calcular la dispersión de cada criterio se utiliza la siguiente expresión.

### **Ecuación 13.**

*Cálculo de la dispersión de cada criterio*

$$D_j = 1 - E_j$$

**Nota.** Donde  $D_j$  = Dispersión del criterio  $j$  y  $E_j$  = Entropía de cada criterio  $j$ . Tomado de: W. A. Sarache, C. Hoyos Montoya y J. C. Burbano J., «Procedimiento para la evaluación de proveedores mediante técnicas multicriterio,» *Scientia Et Technica*, vol. X, n° 24, pp. 219-224, 2004. [En línea]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84912053040> [Acceso: febrero 15, 2021].

Para calcular el peso objetivo de cada criterio se utiliza la siguiente expresión.

### **Ecuación 14.**

*Cálculo del peso objetivo de cada criterio*

$$W_{jo} = \frac{D_j}{\sum_{j=1}^c D_j}$$

**Nota.** Donde  $W_{jo}$  = Peso objetivo del criterio  $j$ ,  $D_j$  = Dispersión del criterio  $j$  y  $c$  = Numero de criterios. Tomado de: W. A. Sarache, C. Hoyos Montoya y J. C. Burbano J., «Procedimiento para la evaluación de proveedores mediante técnicas multicriterio,» *Scientia Et Technica*, vol. X, n° 24, pp. 219-224, 2004. [En línea]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84912053040> [Acceso: febrero 15, 2021].

En la siguiente tabla se presentan los resultados de los cálculos realizados correspondientes al modelo objetivo.



**Tabla 50.***Modelo objetivo especificación de modelo de distribución*

<b>Criterio</b>	<b>Ej</b>	<b>Dj</b>	<b>Wjo</b>	<b>Peso en %</b>
C1	-2,5841	3,5841	0,1844	18,4442%
C2	-0,8614	1,8614	0,0958	9,5789%
C3	-2,5841	3,5841	0,1844	18,4442%
C4	-3,7705	4,7705	0,2455	24,5500%
C5	-4,6319	5,6319	0,2898	28,9827%
Total		19,4319	1,0000	100%

*Nota.* La tabla muestra los resultados de los cálculos de entropía, dispersión y peso objetivo.

#### **6.5.4. Ponderación subjetiva**

En este paso se establece la importancia relativa entre criterios de decisión a partir de una ponderación con base el método del triángulo de Fuller, en este son comparados por parejas, la asignación de preferencia está determinada de la siguiente manera, 1 significa que el criterio i es igual o más importante que el criterio j y 0 representa que el criterio i es menos importante que el criterio j [47]. Una vez se tenga esta matriz se procede al cálculo del peso subjetivo a través de una ecuación.

**Tabla 51.***Triángulo de Fuller especificación de modelo de distribución*

	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>C4</b>	<b>C5</b>	<b>Sumatoria</b>
C1	1	0	0	1	0	2
C2	1	1	1	1	1	5
C3	1	0	1	1	1	4
C4	0	0	0	1	0	1
C5	1	1	1	1	1	5

*Nota.* Matriz que muestra las preferencias por cada pareja de criterios.

Para calcular el peso subjetivo de cada criterio se utiliza la siguiente expresión.

**Ecuación 15.**

*Cálculo del peso subjetivo de cada criterio*

$$W_{js} = \frac{\sum_i P_{ji}}{\sum_j \sum_i P_{ji}}$$

**Nota.** Donde,  $W_{js}$  = Peso subjetivo del criterio  $j$  y  $P_{ji}$  = Preferencia del criterio  $j$  sobre el criterio  $i$ . Tomado de: W. A. Sarache, C. Hoyos Montoya y J. C. Burbano J., «Procedimiento para la evaluación de proveedores mediante técnicas multicriterio,» *Scientia Et Technica*, vol. X, n° 24, pp. 219-224, 2004. [En línea]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84912053040> [Acceso: febrero 15, 2021].

En la siguiente tabla se presentan los resultados de los cálculos realizados correspondientes al modelo subjetivo.

**Tabla 52.**

*Modelo subjetivo especificación de modelo de distribución*

<b>Criterio</b>	<b>Sumatoria</b>	<b>Wjs</b>	<b>Peso en %</b>
C1	2	0,1176	11,7647%
C2	5	0,2941	29,4118%
C3	4	0,2353	23,5294%
C4	1	0,0588	5,8824%
C5	5	0,2941	29,4118%
Total	17	1	100%

**Nota.** La tabla muestra la preferencia total de cada criterio, así como el cálculo del peso subjetivo.

### 6.5.5. Ponderación definitiva

Para establecer el peso definitivo de los criterios de decisión se aplica un método combinatorio, este pondera los resultados de los dos métodos anteriormente desarrollados y se calcula a partir de la siguiente expresión.

#### Ecuación 16.

*Cálculo de peso definitivo de cada criterio*

$$W_{jd} = \frac{W_{jo} * W_{js}}{\sum_{j=1}^c (W_{jo} * W_{js})}$$

**Nota.** Donde,  $W_{jd}$  = Peso definitivo del criterio  $j$ ,  $W_{jo}$  = Peso objetivo del criterio,  $W_{js}$  = Peso subjetivo del criterio y  $c$  = Número de criterios. Tomado de: W. A. Sarache, C. Hoyos Montoya y J. C. Burbano J., «Procedimiento para la evaluación de proveedores mediante técnicas multicriterio,» *Scientia Et Technica*, vol. X, nº 24, pp. 219-224, 2004. [En línea]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84912053040> [Acceso: febrero 15, 2021].

En la siguiente tabla se presentan los resultados de los cálculos realizados correspondientes al modelo definitivo.

**Tabla 53.**

*Modelo definitivo especificación de modelo de distribución*

Criterio	$W_{jo} * W_{js}$	$W_{jd}$	Peso en %
C1	0,0217	0,1125	11,2457%
C2	0,0282	0,1460	14,6009%
C3	0,0434	0,2249	22,4914%
C4	0,0144	0,0748	7,4842%
C5	0,0852	0,4418	44,1778%
Total	0,1930	1	100%

**Nota.** La tabla muestra la ponderación entre los modelos objetivo y subjetivo, así como el cálculo del peso definitivo.

### 6.5.6. Calificación de modelos de distribución

Tras haber calculado el peso definitivo para cada criterio de decisión se procede a establecer la calificación definitiva de cada modelo de distribución tipo  $i$  acorde a su desempeño por cada criterio de decisión tipo  $j$ , para esto con base en la matriz  $R_{ij}$  anteriormente presentada, cada celda calificada se multiplica por el peso definitivo calculado para cada criterio de decisión, como muestra la siguiente expresión.

#### Ecuación 17.

*Calificación de los modelos de distribución*

$$C_i = \sum_{j=1}^m R_{ij} * W_{jd}$$

**Nota.** Donde,  $C_i$  = Calificación del modelo de distribución tipo  $i$ ,  $R_{ij}$  = Calificación de la alternativa  $i$  respecto al criterio  $j$ ,  $W_{jd}$  = Peso definitivo del criterio  $j$  y  $m$  = Número de criterios. Tomado de: W. A. Sarache, C. Hoyos Montoya y J. C. Burbano J., «Procedimiento para la evaluación de proveedores mediante técnicas multicriterio,» *Scientia Et Technica*, vol. X, n° 24, pp. 219-224, 2004. [En línea]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84912053040> [Acceso: febrero 15, 2021].

Una vez calificado cada modelo de distribución acorde al peso definitivo de cada criterio de decisión se obtiene la siguiente matriz, la sumatoria de los diferentes valores por filas representa el indicador de decisión establecido por la técnica multicriterio.

**Tabla 54.***Matriz de calificaciones de los modelos de distribución*

	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>C4</b>	<b>C5</b>	<b>Total</b>
M1	0,1125	0,1460	0,2249	0,0748	1,3253	1,8836
M2	0,2249	0,2920	0,4498	0,2245	0,8836	2,0748
M3	0,2249	0,1460	0,2249	0,1497	0,8836	1,6291
M4	0,1125	0,1460	0,4498	0,0748	0,4418	1,2249
M5	0,2249	0,1460	0,4498	0,1497	0,8836	1,8540

**Nota.** La tabla muestra la ponderación entre los criterios de decisión y el peso definitivo para cada modelo de distribución.

El resultado de la evaluación de los modelos de distribución a través de técnicas multicriterio, por configuración del procedimiento, este determina aquel que presente los mejores niveles frente a los criterios establecidos, además de esto la matriz  $R_{ij}$  y el triángulo de Fuller son determinantes; la sumatoria del modelo número 4, es decir el correspondiente a distribución directa desde alancén central, resulta ser la menor en comparación a los demás, este valor mínimo representa la alternativa crítica con base en el procedimiento realizado, como las escalas de valoración fueron construidas con el objetivo de minimización de acuerdo a su criterio, de igual forma las técnicas multicriterio seguían este mismo enfoque.

## **6.6. Validación de modelo de distribución a seleccionar a través de fuentes primarias**

En un capítulo anterior, a través de la aplicación de una técnica de investigación a diferentes expertos, se obtuvieron resultados frente a la selección del modelo apropiado para la organización objeto de estudio estableciendo como base una serie de modelos de distribución provenientes de fuentes secundarias; esta pregunta propone tres configuraciones a partir de las cuales los diferentes expertos establecieron un orden de importancia en relación a las más adecuada con base en la información brindada de Grupo Cosalco y su experiencia, a continuación, se presenta una tabla con las respuestas referentes a esta pregunta.

**Tabla 55.***Resultados de pregunta de técnica de investigación*

Opción	Modelo	Orden establecido				
		Experto 1	Experto 2	Experto 3	Experto 4	Experto 5
1	Distribución directa	3	2	3	2	3
2	Distribución escalonada	1	1	1	1	1
3	Distribución cross docking	2	3	2	3	2

*Nota.* La tabla muestra el orden establecido por los expertos en relación a la elección de un modelo de distribución.

Teniendo en cuenta la escala de orden establecida, aquellas opciones con el valor uno representan la alternativa predilecta por cada experto, tras observar los resultados se puede afirmar que existe consenso entre las repuestas reflejadas en la técnica de investigación aplicada, el 100% de los expertos concuerdan en que la opción más adecuada entre las opciones dispuestas, es la correspondiente al modelo de distribución escalonada, esta alternativa de configuración para la red de distribución relaciona almacenes centrales y regionales a través de los cuales se cumple el proceso de logística de distribución.

### **6.7. Análisis de resultados para definir modelo de distribución a considerar en el diseño de la red de distribución logística**

Finalmente, tras haber desarrollado el procedimiento propuesto a inicios del presente capítulo, se obtuvo información relevante, así como resultados concluyentes frente a la definición de una alternativa de configuración para el actual proceso logístico de distribución fundamentada en un modelo de distribución propuesto por fuentes secundarias.

A través de la aplicación del instrumento de lista de chequeo es posible afirmar que la configuración logística de distribución actual de Grupo Cosalco responde con mayor porcentaje de cumplimiento al modelo de distribución escalonada, sin embargo, también presenta características relativas a las otras alternativas analizadas.

Posteriormente una vez realizado el procedimiento para la evaluación de los diferentes modelos de distribución mediante técnicas multicriterio, se establece que la configuración adecuada para la organización objeto de estudio está fundamentado en el modelo de distribución directa desde almacén central, esta priorización está justificada en que el desarrollo de estas técnicas buscó seleccionar el modelo que manejara los mejores niveles de desempeño frente a los criterios de decisión propuestos.

Por otra parte, el análisis de los resultados de la técnica de investigación aplicada a expertos, en relación a la pregunta de selección de un modelo de distribución para la organización objeto de estudio, demostró unanimidad en los resultados, el grupo de expertos seleccionó el modelo de distribución escalonada. A continuación, se presenta un resumen de resultados.

**Tabla 56.**

*Análisis de convergencia especificación de modelo de distribución*

<b>Procedimiento</b>	<b>Convergencia</b>	<b>Divergencia</b>
Lista de chequeo	X	
Técnicas multicriterio		X
Grupo de expertos	X	

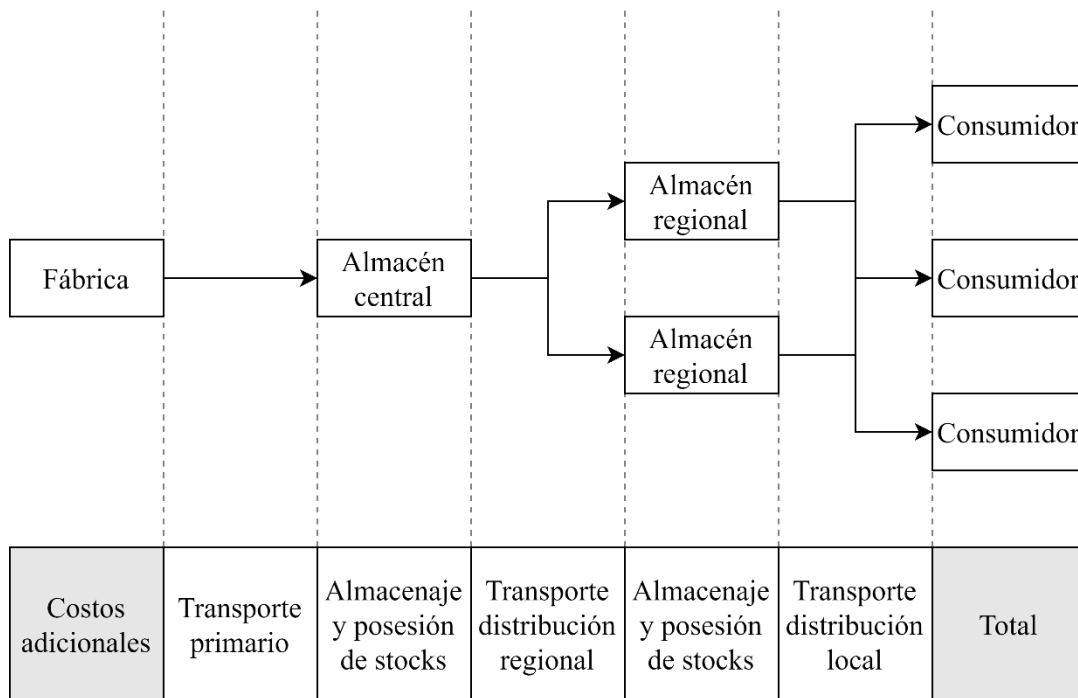
*Nota.* Esta tabla muestra el resumen de resultados del procedimiento aplicado.

## 6.8. Descripción de red de distribución logística propuesta

En esta etapa se describe la red de red de distribución logística para la organización objeto de estudio desde una perspectiva cualitativa, es decir a través de la configuración genérica del modelo de distribución obtenida de fuentes secundarias, se estructura una alternativa específica. A continuación, se presenta el modelo de distribución escalonada distinguiendo cada una de las etapas por las que transitan los productos hasta llegar al consumidor final.

**Figura 30.**

*Modelo genérico de distribución escalonada*



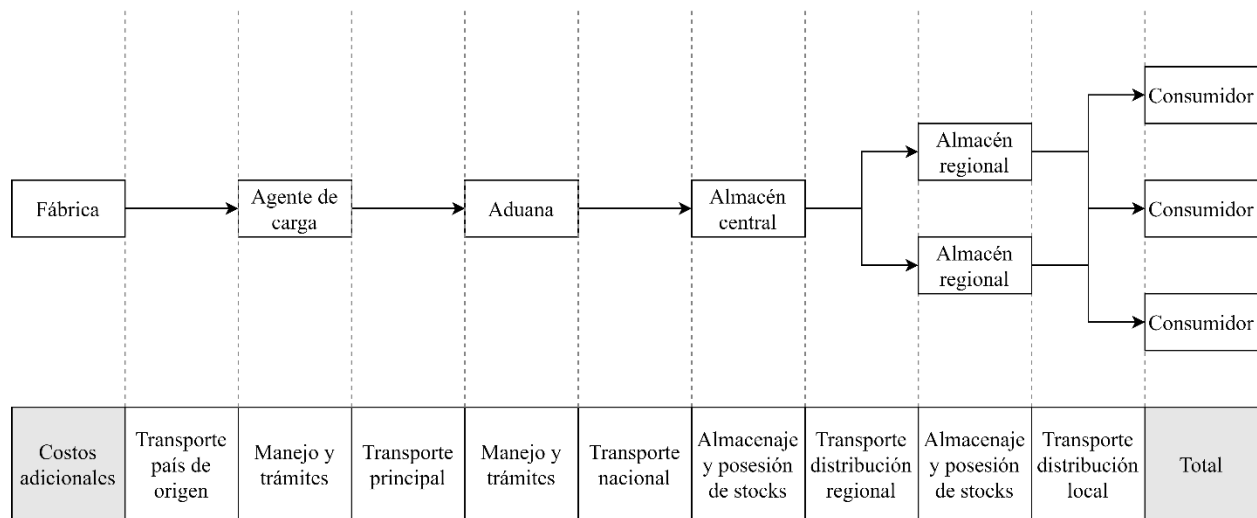
**Nota.** Esta figura muestra las diferentes etapas y los costos asociados a un modelo de distribución escalonada. Tomado de: S. Ávila, *Guía Práctica. Logística y distribución física internacional. Clave en las operaciones de comercio exterior*, Bogotá: Cámara de Comercio de Bogotá, 2010. [En línea]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/11520/25206> [Acceso: febrero 15, 2021].



Esta configuración genérica proporciona un punto de referencia para comprender la estructura de costos asociada a una red de distribución logística, sin embargo, está de acuerdo a la configuración logística de distribución de la organización objeto de estudio carece de los agentes y conceptos asociados a la distribución física internacional, es decir, aduanas, aranceles, transporte internacional, agentes de carga, entre otros; a continuación, se muestra la configuración adaptada.

**Figura 31.**

*Modelo de distribución escalonada adaptado*



**Nota.** Esta figura muestra la opción de distribución escalonada específica para la organización objeto de estudio.

La primera etapa hace referencia a las fábricas o proveedores de productos, estos se encuentran ubicados en diferentes países, denominados de origen y pueden ser agrupados por regiones, estas son, América del Norte, América Central, América del Sur, Europa del Sur y Asia del Sur. El manejo, así como los trámites de mercancía en país de origen son negociados por la organización objeto de estudio con los proveedores en relación a la entrega de mercancía de acuerdo con los incoterms acordados y posteriormente con los agentes de carga frente a la recepción de esta en el proceso de importación.

A continuación, se encuentran los agentes de carga internacional estos son independientes por cada región de origen, a razón de que cada sede de Grupo Cosalco coordina las operaciones respectivas con estos intermediarios por separado; como se mencionó anteriormente estos ofrecen diferentes servicios en el proceso de importación de mercancías, estos se encargan de la entrega de mercancía en país de destino.

Después de que la mercancía se encuentra en los diferentes territorios nacionales donde la organización objeto de estudio tiene presencia, esta es recibida y almacenada por la aduana, en estas se realizan diferentes actividades de acuerdo con la legislación del país, paso seguido se lleva a cabo el proceso de nacionalización por parte del propietario de la mercancía, aquí se liquidan tributos aduaneros, además de los respectivos tramites, finalmente se obtiene una autorización de levante de mercancía por parte de la institución.

Una vez la mercancía se encuentre libre esta es transportada a través de un tercero hasta un almacén central, en comparación con la configuración logística de distribución actual de la organización objeto de estudio, este es un nuevo nodo dentro de la red de distribución propuesta fundamentado en el modelo de distribución escalonada. Este corresponde a una instalación física de almacenamiento de mercancía, una de sus funciones principales es abastecer los almacenes regionales existentes en la región de América Latina y el Caribe.

Posteriormente la mercancía es expedida hasta los almacenes regionales, éstos los encargados de llevar a cabo la distribución final hasta el consumidor a través de menores cantidades de expedición con la finalidad de atender la demanda, estos están ubicados en zonas cercanas a los clientes locales. Por último, se encuentran los clientes y están agrupados por países de destino, es decir, Colombia, Costa Rica, El Salvador y Guatemala.

## **6.9. Decisiones relacionadas con el almacén central**

Las empresas usan inventarios para mejorar la coordinación entre la oferta y la demanda, así como para disminuir costos generales, estos están relacionados con el almacenamiento y el manejo de materiales; el almacenar determinado inventario permite a una empresa ajustar el tamaño de envío

acorde a ajustes realizados frente a la variación de la demanda, además de esto pueden generar una disminución en los costos de transporte a partir del envío de cantidades mayores a los puntos de consumo [4].

Para complementar el diseño de la red de distribución logística es indispensable precisar algunos componentes propuestos por Chopra y Meindl [2] relacionados con el controlador logístico de instalaciones, de igual forma presentado por estos autores, de esta forma se abarcan las decisiones pertinentes a tomar por parte de la organización objeto de estudio frente al nuevo agente en la red de instalaciones a través de las cuales transitan las diferentes líneas de productos ofrecidas.

Los almacenes se justifican en un sistema logístico cuando se genera un beneficio en el servicio o de costo a partir de su posicionamiento entre los proveedores, los fabricantes y los clientes. Una ventaja competitiva a través de establecer una red de almacenes puede generar un costo total más bajo o una entrega más rápida. Desde una perspectiva del controlador logístico del transporte, se dispone de una ventaja cuando una función del almacén es la consolidación del flete, esta corresponde al principio económico básico que fundamenta instaurar un nuevo almacén [12].

Los beneficios económicos del almacenamiento ocurren cuando se reducen los costos logísticos generales, Por ejemplo, si agregar un almacén en un sistema logístico reducen el costo general del transporte en una cantidad mayor que la inversión requerida y el costo operativo, se reducirá el costo total. La consolidación de envíos en un almacén central, es decir, la combinación de las cantidades provenientes de diversas fuentes de suministro en un solo destino, proporciona posibles beneficios como una tarifa de flete más baja, entregas oportunas y controladas frente a la logística de distribución y una menor congestión en andenes de recepción [12].

Además de los beneficios económicos, la presencia de un almacén puede justificarse desde los beneficios en el servicio, establecer un almacén central que atienda una región específica puede significar un aumento en los costos asociados, sin embargo, quizás también implica un aumento en las ventas, los ingresos y el margen de utilidad [12].

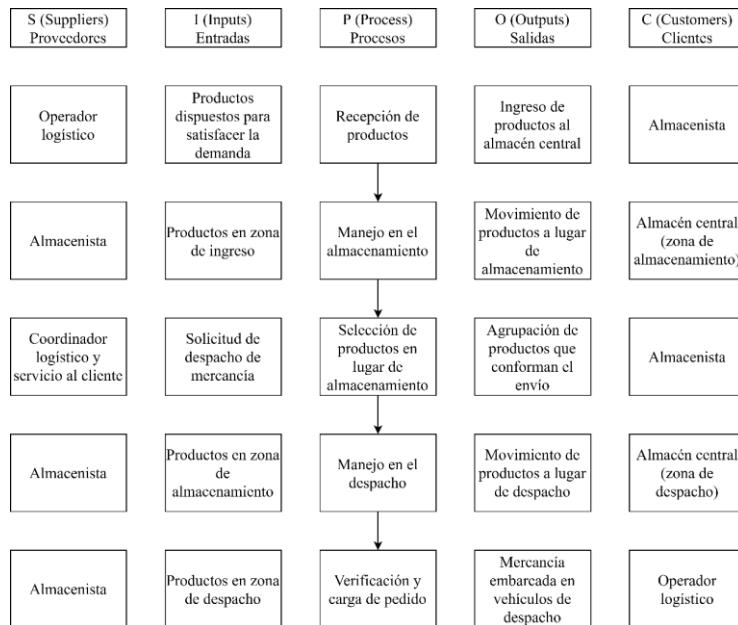
### 6.9.1. Rol del almacén

La decisión asociada a el rol que el almacén debe desempeñar hace referencia a los procesos que realiza esta instalación; el almacenamiento puede dividirse en dos funciones importantes: la posesión y el manejo materiales [4], la finalidad del almacén es recibir el inventario de forma eficiente, guardarlo como se requiere, prepararlo en pedidos completos y hacer el envío al siguiente agente dentro de la red de distribución, los almacenes regionales [12].

Por otra parte, esta instalación se visualiza como entidad de consolidación de carga, a través del movimiento de grandes cantidades por grandes distancias, de esta forma se distribuyen los costos fijos asociados al transporte al relacionar el peso y la distancia. A continuación, se presenta un diagrama SIPOC del proceso de manejo y almacenamiento en este, la propuesta está hecha con base en fuentes secundarias y tiene la finalidad de orientar las funciones que realizara dentro de la red de distribución propuesta.

**Figura 32.**

*SIPOC manejo del almacén central*



**Nota.** Esta figura presenta las actividades realizadas en el proceso de manejo del almacén central.

### 6.9.2. Ubicación del almacén

La propuesta de configuración de la red de distribución logística sugiere la identificación de las ubicaciones potenciales donde la organización objeto de estudio pueda establecer esta nueva instalación, de acuerdo con Chopra y Meindl [2], los modelos de centro de gravedad para la ubicación pueden ser útiles para determinar localizaciones geográficas adecuadas en una región; también se utilizan para encontrar ubicaciones que minimicen el costo de transportar materias primas desde los proveedores hasta los mercados atendidos.

Este modelo de ubicación de instalación sencilla, es utilizado para identificar posibles ubicaciones para una instalación de almacenamiento denominado almacén central, de esta forma se conocerá la posición que tomará este dentro de la red de distribución logística, como propone Ballou, este se clasifica matemáticamente como un modelo de ubicación continua estático, así mismo se encuentra fundamentado en obtener el mínimo costo total de transporte, desde los puntos de origen hasta los puntos de destino. A continuación, se muestra la formulación del modelo.

#### **Ecuación 18.**

*Formula modelo centro de gravedad*

$$\text{Min } TC = \sum_i V_i R_i d_i$$

**Nota.** Donde, TC = Costo total de transporte,  $V_i$  = Volumen en el punto  $i$ ,  $R_i$  = Tarifa de transporte al punto  $i$  y  $d_i$  = Distancia al punto  $i$  desde la instalación que se ubicará. Tomado de: R. H. Ballou, Logística. Administración de la cadena de suministro, Quinta ed., México: Pearson Educación, 2004, p. 555.

La anterior ecuación, busca minimizar la suma del volumen en un punto  $i$ , multiplicada por la tarifa de transporte para enviar al punto  $i$ , multiplicada por la distancia hacia el punto  $i$ , este corresponde al costo total de transporte; además de establecer el costo total en el que la organización incurrirá, es necesario precisar los puntos específicos donde se podrá fijar la instalación de almacenamiento.

A través de las siguientes funciones, el modelo encuentra las posiciones exactas en un área en dos dimensiones.

**Ecuación 19.**

*Punto de coordenada X*

$$\bar{X} = \frac{\frac{\sum_i V_i R_i X_i}{d_i}}{\frac{\sum_i V_i R_i}{d_i}}$$

*Nota.* Donde,  $\bar{X}$  = Punto de coordenada de la instalación ubicada,  $X_i$  = Punto de coordenada de los puntos de fuente y de demanda,  $V_i$  = Volumen en el punto  $i$ ,  $R_i$  = Tarifa de transporte al punto  $i$  y  $d_i$  = Distancia al punto  $i$  desde la instalación que se ubicará. Tomado de: R. H. Ballou, Logística. Administración de la cadena de suministro, Quinta ed., México: Pearson Educación, 2004, p. 556.

**Ecuación 20.**

*Punto de coordenada Y*

$$\bar{Y} = \frac{\frac{\sum_i V_i R_i Y_i}{d_i}}{\frac{\sum_i V_i R_i}{d_i}}$$

*Nota.* Donde,  $\bar{Y}$  = Punto de coordenada de la instalación ubicada,  $Y_i$  = Punto de coordenada de los puntos de fuente y de demanda,  $V_i$  = Volumen en el punto  $i$ ,  $R_i$  = Tarifa de transporte al punto  $i$  y  $d_i$  = Distancia al punto  $i$  desde la instalación que se ubicará. Tomado de: R. H. Ballou, Logística. Administración de la cadena de suministro, Quinta ed., México: Pearson Educación, 2004, p. 556.

La distancia  $d_i$  se calcula a través de la siguiente expresión.

**Ecuación 21.**

*Distancia hacia el punto  $i$  desde la instalación que se ubicará*

$$d_i = K \sqrt{(X_i - \bar{X})^2 + (Y_i - \bar{Y})^2}$$

*Nota.* Donde,  $K$  = Factor de escala para convertir una unidad de un punto de coordenada a una medida de distancia más común,  $\bar{X}$  e  $\bar{Y}$  = Punto de coordenada de la instalación ubicada,  $X_i$  e  $Y_i$  = Punto de coordenada de los puntos de fuente y de demanda. Tomado de: R. H. Ballou, Logística. Administración de la cadena de suministro, Quinta ed., México: Pearson Educación, 2004, p. 556.

El proceso de solución del modelo se realiza a través del software LOGWARE, esta herramienta por medio del módulo COG (por sus siglas en inglés Center of Gravity) localiza las coordenadas óptimas de ubicación, así como el costo total asociado a esta, después de realizar el procedimiento iterativo utilizando las diferentes ecuaciones anteriormente propuestas.

Inicialmente se establecen los datos de entrada necesarios para desarrollar el modelo, estos son, los puntos de suministro y los puntos de demanda, coordenadas de  $X$  e  $Y$  de los puntos, volumen en el punto y costo de transporte hasta el punto. Los centros de suministro o proveedores son agrupados por región de origen, las instalaciones de demanda o clientes son representados por los almacenes regionales de la organización objeto de estudio, esto tiene la finalidad de centralizar la demanda de los diferentes proveedores y clientes por región para abreviar el cálculo del punto óptimo.

Las coordenadas de entrada registradas en el software corresponden a las direcciones de los puntos tanto de suministro como de demanda en su respectiva región, convertidas a coordenadas en grados decimales (latitud y longitud), inmediatamente estas son transformadas a coordenadas UTM, esto con el propósito de usar unidades estándar; estos últimos datos son aquellos que se ingresan en el programa.

Los datos de demandas, así como las tarifas de transporte de los puntos establecidos son proporcionados por colaboradores de la organización objeto de estudio, la demanda (en kilogramos) corresponde al promedio de compra de los últimos tres años para las diferentes líneas de productos, estos varían dependiendo de la región solicitante; el costo de transporte responde al costo total en dólares de la región perteneciente dividido por la cantidad demandada. A continuación, se muestra la matriz construida con la información necesaria a ingresar en el software para encontrar el centro de gravedad y la solución exacta.

**Figura 33.**

*Datos de entrada LOGWARE*

Problem label:

Power factor (T):

Map scaling factor (K):

Point no.	Point label	X coordinate	Y coordinate	Volume	Transport rate
1	Almacén Colombia	59.547460	52.545420	72000	0.15
	Almacén Costa Rica	80.648360	110.308140	48000	0.08
	Almacén El Salvador	25.873930	151.607840	93600	0.14
	Almacén Guatemala	76.508850	161.367280	192000	0.04

<u>A</u> dd row	<u>D</u> elete row
<u>C</u> olumn Arithmetic	
<u>O</u> pen file	<u>S</u> ave data
<u>S</u> olve	<u>P</u> lot
<u>P</u> rint data	<u>E</u> xit
<u>E</u> xcel edit	

*Nota.* La figura muestra los datos ingresados en el módulo COG en el software LOGWARE.

Después de seleccionar la opción *Solve*, este iniciara la ejecución del modelo, el primer resultado corresponde al centro de gravedad, sin embargo, se puede iterar hasta obtener las coordenadas que generen el menor costo total, esto correspondería a la solución exacta del modelo. Una vez son conocidas las coordenadas, al estar en UTM es necesario convertirlas a coordenadas en grados decimales para posteriormente con estas ubicar el punto geográfico para la ubicación del almacén central.



**Figura 34.**

*Resultados método centro de gravedad*

### EXACT CENTER-OF-GRAVITY METHOD RESULTS

Title: Enter label

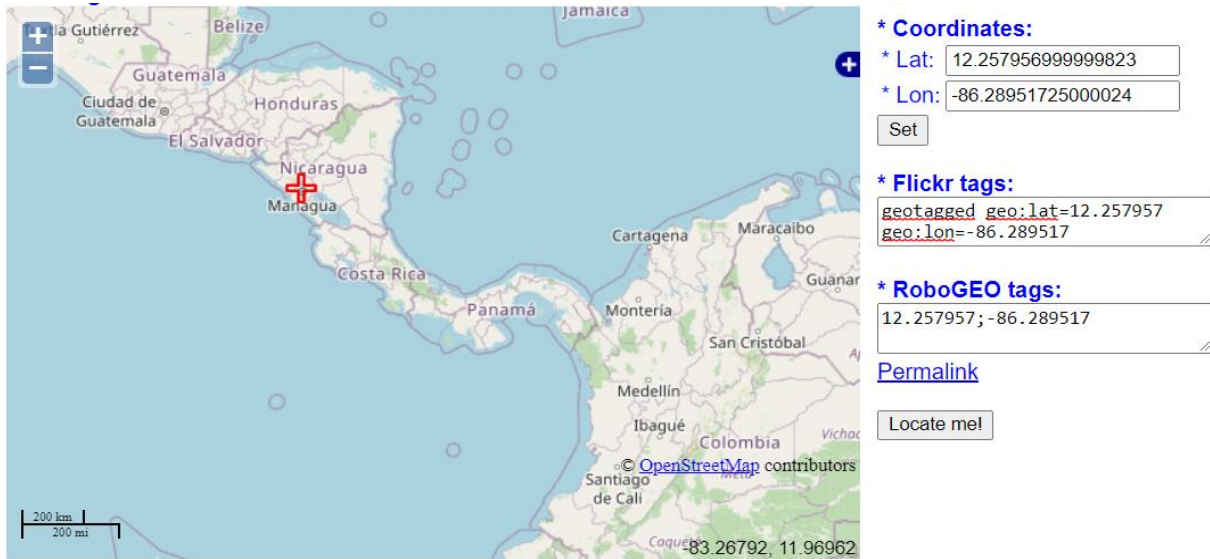
Iteration	X coordinate	Y coordinate	Cost	
0	53,056	119,045	1.760.187,09	<-- COG
1	53,102	125,435	1.735.208,61	
2	51,923	129,091	1.725.378,69	
3	50,736	131,318	1.720.965,09	
4	49,777	132,710	1.718.922,48	
5	49,049	133,601	1.717.953,83	
6	48,512	134,187	1.717.483,12	
7	48,120	134,582	1.717.249,63	
8	47,836	134,853	1.717.131,95	
9	47,631	135,043	1.717.071,95	
10	47,483	135,177	1.717.041,10	
11	47,376	135,272	1.717.025,13	
12	47,298	135,341	1.717.016,83	
13	47,242	135,390	1.717.012,50	
14	47,202	135,425	1.717.010,24	
15	47,172	135,451	1.717.009,05	
16	47,151	135,469	1.717.008,43	
17	47,135	135,483	1.717.008,10	
18	47,124	135,492	1.717.007,93	
19	47,116	135,499	1.717.007,84	
25	47,098	135,515	1.717.007,74	

*Nota.* La figura muestra los resultados de las múltiples iteraciones en el desarrollo del modelo.

El método se estabiliza en la iteración 25 con coordenadas  $X = 47,098$  e  $Y = 135,515$ ; con un costo mínimo total de \$1 717.007,74 USD, tras convertir las coordenadas, la ubicación óptima para el almacén central de acuerdo con el flujo de productos a través de las instalaciones representado por la demanda ingresada en el software, es en Managua, capital de Nicaragua con coordenadas geográficas, latitud de 12,257957 y longitud de -86,2895172488455. El alcance de la decisión de ubicación termina en este punto, de esta forma se conoce la localización exacta de nuevo agente a tener en cuenta en el diseño de la red de distribución logística.

**Figura 35.**

*Ubicación geográfica de método centro de gravedad*

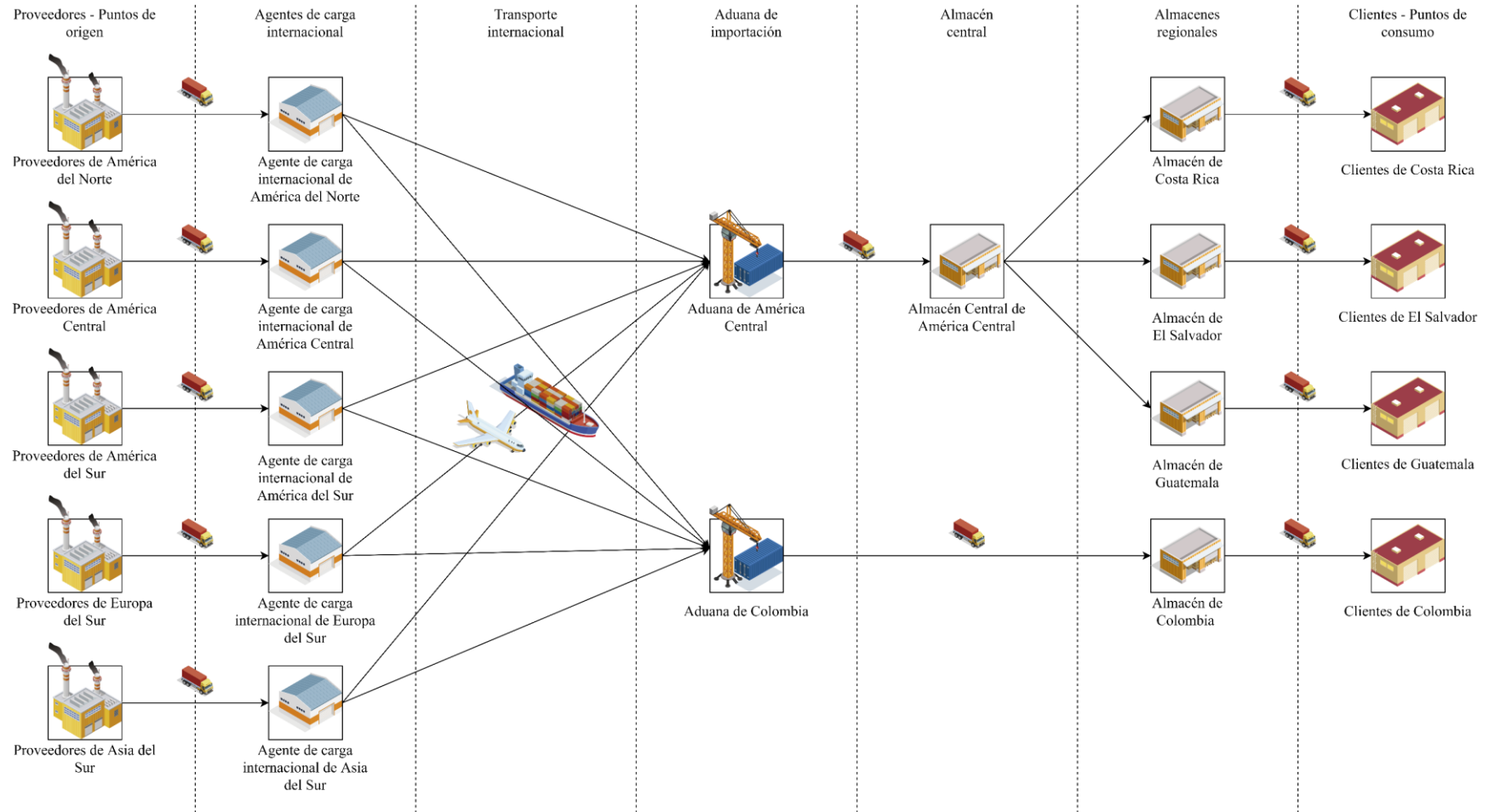


**Nota.** La figura muestra el centro de gravedad exacto, ubicado en la ciudad de Managua, punto geográfico en la región de América Central. Tomado de: P. Gorissen, «Google Maps / Open Streetmap Latitude, Longitude Popup,» 23 7 2013. [En línea]. Disponible en: <http://www.gorissen.info/Pierre/maps/googleMapLocation.php?lat=12,257957&lon=-86,2895172488455>. [Último acceso: 12 11 2020].

A continuación se presenta un esquema de la configuración específica para la red de distribución logística de la organización objeto de estudio, esta se encuentra fundamentada en los resultados obtenidos de la aplicación de las listas de cuequeo y la validación del modelo de distribución por parte de fuentes primarias, así mismo, esta estructura tiene en cuenta las limitaciones geográficas del establecimiento del almacén central, obtenido por medio del método centro de gravedad.

**Figura 36.**

*Grafo de la red de distribución logística propuesta*



**Nota.** La figura muestra los diferentes nodos, así como los medios de transporte implicados en la red de distribución logística propuesta.

## **7. DEFINICIÓN Y DESARROLLO DE MODELO MATEMÁTICO PARA DISEÑAR LA RED DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN**

La configuración de red de distribución logística propuesta presenta múltiples orígenes detonados por los países donde se encuentran los proveedores de la organización objeto de estudio, Brasil, India, Italia, México y Estados Unidos, además de múltiples puntos de destino enmarcados por las sedes de Grupo Cosalco ubicadas en Colombia, Costa Rica, El Salvador y Guatemala.

Teniendo en cuenta el anterior escenario, Ballou [4] propone la existencia de un problema de asignación entre los puntos de consumo y sus respectivos puntos de suministro, así como otro de búsqueda de la ruta óptima entre estos. Por otra parte, a este tipo de problema se aplica con frecuencia una clase especial de algoritmo de programación lineal conocido como método de transporte.

La programación lineal es una técnica matemática que proporciona una solución ideal a un problema definido por medio de una función objetivo lineal sujeta a una serie de restricciones lineales (se denomina programación lineal a razón de que esta trabaja con funciones lineales o de primer grado) [54]. Por medio de la búsqueda de la combinación óptima de asignación de puntos de origen contra puntos de destino, que esta técnica puede determinar, se decide utilizarla en el desarrollo del futuro modelo matemático.

Los problemas de asignación, son una variante de los problemas de transporte, implican el movimiento de cantidades limitadas entre dos puntos, dependiendo del propósito del problema se puede clasificar como un modelo de optimización, el objetivo debe estar en función de maximizar o minimizar una cantidad, sujeta a una serie de limitaciones que restringen la decisión; algunos pueden ser, minimizar la distancia total recorrida, maximizar el beneficio total, minimizar el tiempo total recorrido y minimizar el costo total [54].

Un modelo es una representación matemática simplificada de una realidad compleja [10], este se fundamenta en la optimización de una función lineal denominada como función objetivo sujeta a una serie de restricciones. El presente planteamiento del modelo matemático se realiza con base en lo propuesto por Sánchez y Herrera [55], estos a través de un modelo de transporte fundamentado en programación lineal buscan una solución de distribución óptima para múltiples productos.

A razón que el presente problema tiene por objetivo minimizar el costo de transporte total a lo largo de la red de distribución logística, es clasificado como un modelo de optimización [56], este caso de estudio consiste en asignar recursos limitados (cantidades en kilogramos de productos) desde los orígenes previamente establecidos ubicados internacionalmente hasta sus respectivos puntos de destino, con esto se busca obtener el mínimo costo de distribución total a través de la red en el que incide Grupo Cosalco.

## **7.1. Formulación del modelo matemático**

La especificación matemática del presente problema de asignación a través de la aplicación de programación lineal, se encuentra estructurada a partir de la identificación de los diferentes componentes del sistema, estos son, función objetivo, parámetros, variables y restricciones. Una vez señalados los elementos constituyentes del modelo, se establecen los índices que además de ser acrónimos de conceptos en el presente sistema, permiten establecer un orden en la notación de las posteriores ecuaciones.

### **7.1.1. Índices**

Corresponden a los valores  $\theta$  para el presente desarrollo, es decir, números reales adoptados por los parámetros y variables del modelo matemático, como se presenta a continuación.

a, índice que identifica los puntos de origen, para todo  $a = 1, 2, 3 \dots n$ .

b, índice que identifica los puntos de destino, para todo  $b = 1, 2, 3 \dots o$ .

$c$ , índice que identifica los productos, para todo  $c = 1, 2, 3 \dots p$ .

### **7.1.2. Parámetros**

Describen los valores numéricos conocidos por el autor del presente proyecto, cuya magnitud proviene de fuentes de información primaria, están designados de la siguiente manera.

$C_{abc}$  = Costo de transporte por kilogramo de producto  $c$  desde un proveedor  $a$  hasta un cliente  $b$ .

$O_{ac}$  = Cantidad ofertada por kilogramo de producto  $c$  por un proveedor  $a$ .

$D_{bc}$  = Cantidad demanda por kilogramo de producto  $c$  por un cliente  $b$ .

### **7.1.3. Variables**

Representan las cantidades numéricas incógnitas del presente modelo matemático, una vez este sea resuelto, estas variables reflejarán aquellos valores que determinan la solución óptima del sistema, esto se encuentra ligado a la naturaleza de la técnica matemática establecida, a continuación, se establece la única variable del modelo matemático.

$X_{abc}$  = Cantidad de kilogramos de producto  $c$  transportado desde un punto de origen o proveedor  $a$  hasta un punto de destino o cliente  $b$ .

### **7.1.4. Función objetivo**

La finalidad del modelo matemático es determinar el costo mínimo en relación al valor de transporte total por unidad de producto  $c$  a través de la totalidad de la red, multiplicado por la cantidad de producto a enviar desde los puntos de origen  $a$  hasta los puntos de consumo  $b$ . Aquellos componentes que abarca este costo de transporte total son detallados en la resolución del modelo.

$$\text{Min } Z = \sum_{a=1}^n \sum_{b=1}^o \sum_{c=1}^p C_{abc} * X_{abc} \quad \begin{array}{l} a = 1, 2, 3 \dots n. \\ b = 1, 2, 3 \dots o. \\ c = 1, 2, 3 \dots p. \end{array} \quad (1)$$

### 7.1.5. Restricciones

Las limitaciones a continuación formuladas permiten establecer las dimensiones físicas del problema, dentro de estas se busca conservar el flujo de producto a través de la red de distribución logística propuesta, para esto se establecen igualdades entre la variable a determinar, la oferta y la demanda, además se establece una ecuación de no negatividad.

$$\sum_{a=1}^n X_{abc} = O_{ac} \quad \begin{array}{l} a = 1, 2, 3 \dots n. \\ c = 1, 2, 3 \dots p. \end{array} \quad (2)$$

$$\sum_{b=1}^o X_{abc} = D_{bc} \quad \begin{array}{l} b = 1, 2, 3 \dots o. \\ c = 1, 2, 3 \dots p. \end{array} \quad (3)$$

$$O_{ac} = D_{bc} \quad \begin{array}{l} a = 1, 2, 3 \dots n. \\ b = 1, 2, 3 \dots o. \\ c = 1, 2, 3 \dots p. \end{array} \quad (4)$$

$$X_{abc} \geq 0 \quad \forall (\text{para todo}) a, b \text{ y } c. \quad (5)$$

### 7.1.6. Descripción de las ecuaciones del modelo matemático

A continuación, se presenta el significado de cada una de las ecuaciones previamente escritas.

(1) Función objetivo, cuantifica el valor mínimo de los costos totales de transportar los productos  $c$ , desde un proveedor  $a$  (en país de origen), hasta un cliente  $b$  (en país de destino).

(2) Restricción que asegura la cantidad de producto  $c$  proveniente de un proveedor  $a$ , es equivalente a la oferta.

(3) Restricción que asegura la cantidad de producto  $c$  transportada hasta un cliente  $b$ , es equivalente a la demanda.

(4) Restricción que preserva el flujo de cantidad de producto  $c$  a través de la red de distribución logística, representa una ecuación de balance, la cantidad demandada por los clientes  $b$ , deberá ser igual a aquello ofertado por los proveedores  $a$ .

(5) Restricción de no negatividad, las cantidades a transportar entre nodos de la red de distribución logística deben ser iguales o superiores a cero (0).

## **7.2. Resolución del modelo matemático**

La anterior formulación corresponde a un modelo matemático establecido con base en el problema de asignación, este puede ser solucionado a través de la aplicación de la programación lineal; con el propósito de determinar el diseño de la red de distribución logística a partir de la solución óptima, el autor del presente documento decide efectuar la aplicación del mismo para dos contextos, el primero responde al estado actual de la configuración de distribución logística, mientras que el segundo es la propuesta de diseño de red, esto se realiza para analizar el comportamiento de la estructura de distribución como consecuencia en las variaciones de los resultados.

### ***7.2.1. Solución configuración de distribución logística actual***

Para dar solución al problema de asignación propuesto es necesario considerar en primera instancia los parámetros de entrada del mismo, estos corresponden a los costos de transporte por kilogramo de un producto en promedio, además de las cantidades en kilogramos demandadas anualmente por los clientes a partir del punto de origen, así como las cantidades en kilogramos ofertadas anualmente por los proveedores; los costos son calculado con base en el promedio ponderado de los históricos de cantidades demandadas y el costo unitario por kilogramo.



Los productos contemplados corresponden con las líneas de adhesivos, películas, planchas y raclas. A continuación, se presentan los costos de transporte total, estos provienen de un proceso colaborativo entre el autor del presente trabajo, trabajadores de la organización objeto de estudio y el sistema interno, este otorga los históricos necesarios en forma de bases de datos para su posterior tratamiento y consolidación, como se presenta a continuación.

**Tabla 57.**

*Costo de transporte total por kilogramo configuración de distribución logística actual*

<b>Origen</b>	<b>Destino</b>			
<b>País</b>	<b>Colombia</b>	<b>Costa Rica</b>	<b>El Salvador</b>	<b>Guatemala</b>
<b>Brasil</b>	0,40	0	0	0
<b>India</b>	0,19	0	0	0
<b>Italia</b>	2,79	1,75	5,60	2,62
<b>México</b>	0,37	0,21	0,15	0,10
<b>EE. UU.</b>	0	2,13	0,92	2,23

*Nota.* Esta tabla muestra los costos de transporte total desde los proveedores hasta los clientes por medio de la configuración de distribución logística actual

La anterior tabla refleja el costo de transporte total por kilogramo de producto en el que la organización objeto de estudio incurre en la actualidad cuando atiende la demanda de un cliente en su respectivo punto de consumo; este valor contempla entregar el producto al proveedor, es decir, incluye la totalidad de proceso de distribución, los costos el transporte local en país de suministro, aduanas de origen, terminales de carga, flete internacional, aduanas de destino y transporte nacional en país de destino.

Por otra parte, es necesario precisar una consideración para solucionar este problema de asignación a través de la técnica matemática de programación lineal mediante el uso de un *software*; a razón de la ausencia de demanda por parte de algunos países establecidos como puntos de consumo a proveedores, se asigna a la celda correspondiente un valor comparativamente mayor, esto tiene la finalidad de no restringir el desarrollo del modelo, como se muestra enseguida.

**Tabla 58.***Costo de transporte total por kilogramo (ajustado) configuración actual*

<b>Costo de transporte total por kilogramo (ajustado) [\$/Kg]</b>				
<b>Origen</b>	<b>Destino</b>			
<b>País</b>	<b>Colombia</b>	<b>Costa Rica</b>	<b>El Salvador</b>	<b>Guatemala</b>
<b>Brasil</b>	0,40	999.999	999.999	999.999
<b>India</b>	0,19	999.999	999.999	999.999
<b>Italia</b>	2,79	1,75	5,60	2,62
<b>México</b>	0,37	0,21	0,15	0,10
<b>EE. UU.</b>	999.999	2,13	0,92	2,23

*Nota.* Costo de transporte total por kilogramo ajustado para el modelo matemático.

Con base en el objetivo del modelo de programación lineal, es decir, encontrar las cantidades optimas a transportar entre los nodos de la red, la naturaleza del algoritmo de asignación, modifica los valores correspondientes a las variables de decisión, por este motivo, la matriz de datos de entrada está compuesta por ceros, de esta forma una vez aplicado el modelo de optimización, este modificará las respectivas variables con aquellas cantidades que resulten en el óptimo como solución al problema. La matriz preliminar de las variables se presenta a continuación.

**Tabla 59.***Variables de decisión del modelo de programación lineal (estado inicial)*

<b>Variables (estado inicial) [Kg]</b>					
<b>Origen</b>	<b>Destino</b>				<b>Total oferta</b>
<b>País</b>	<b>Colombia</b>	<b>Costa Rica</b>	<b>El Salvador</b>	<b>Guatemala</b>	
<b>Brasil</b>	0	0	0	0	0
<b>India</b>	0	0	0	0	0
<b>Italia</b>	0	0	0	0	0
<b>México</b>	0	0	0	0	0
<b>EE. UU.</b>	0	0	0	0	0
<b>T. demanda</b>	0	0	0	0	

*Nota.* Variables de decisión del modelo matemático.

Una vez determinado el estado inicial del costo de transporte total por kilogramo y las variables del modelo matemático, paso seguido se exponen las magnitudes que restringen el comportamiento del mismo, como se estableció con anterioridad las restricciones, sin tener en cuenta aquella que enfatiza en la no negatividad del sistema, se encuentran formuladas en términos de la oferta y la demanda. A continuación, se presenta la oferta de los diferentes proveedores agrupados por origen.

**Tabla 60.**

*Oferta total de producto por kilogramo configuración de distribución logística actual*

<b>Oferta de producto por kilogramo [Kg]</b>	
<b>Origen / País</b>	<b>Total oferta</b>
<b>Brasil</b>	36.603
<b>India</b>	306.507
<b>Italia</b>	6.786
<b>México</b>	940.170
<b>EE. UU.</b>	43.140

*Nota.* Esta tabla muestra la oferta total en kilogramos por proveedor.

La demanda por kilogramo de cada tipo de producto requerido por un cliente, corresponde a fuentes específicas de suministro, por ejemplo, India provee a Colombia de películas, en ninguna otra sede o mercado existe la necesidad de este producto. A continuación, se presentan las cantidades totales de los diferentes productos demandados por los clientes, cada país donde la organización tiene presencia es sintetizada la solicitud de abastecimiento como un único punto de consumo.

**Tabla 61.***Demanda total de producto por kilogramo configuración de distribución logística actual*

<b>Demanda de producto por kilogramo [Kg]</b>				
<b>Origen</b>	<b>Destino</b>			
<b>País</b>	<b>Colombia</b>	<b>Costa Rica</b>	<b>El Salvador</b>	<b>Guatemala</b>
<b>Brasil</b>	36.603	0	0	0
<b>India</b>	306.507	0	0	0
<b>Italia</b>	1.675	1.705	1.602	1.804
<b>México</b>	289.200	353.053	138.245	159.672
<b>EE. UU.</b>	0	16.140	9.990	17.010
<b>Total demanda</b>	633.985	370.898	149.837	178.486

*Nota.* Esta tabla muestra la demanda total en kilogramos por cliente.

La anterior tabla consolida la demanda del último año requerida por cada cliente teniendo en cuenta el punto de origen de la mercancía, en Brasil e India, la sede de Colombia posee una demanda activa mientras que las demás sedes de la organización objeto de estudio no existe una demanda local de los productos provenientes de estos países que satisfacer.

La demanda de Colombia atendida por Estados Unidos es inexistente a razón de la ausencia de un acuerdo de exclusividad con el proveedor ubicado en este país, las sedes de Costa Rica, El Salvador y Guatemala si cuentan con un acuerdo; esto corresponde con la ausencia de requerimiento del producto ofrecido por Estados Unidos en el mercado colombiano.

Una vez determinada la matriz de costo de transporte total por kilogramo, así como, la oferta y demanda total de los puntos de origen y los puntos de consumo respectivamente, se unifica esta información con la finalidad de generar la matriz de parámetros como se presenta enseguida.

**Tabla 62.***Parámetros del modelo matemático configuración de distribución logística actual*

<b>Origen</b>	<b>Parámetros [\$/Kg]</b>				<b>Total oferta [Kg]</b>
	<b>Destino</b>				
<b>País</b>	<b>Colombia</b>	<b>Costa Rica</b>	<b>El Salvador</b>	<b>Guatemala</b>	
<b>Brasil</b>	0,40	999.999	999.999	999.999	36.603
<b>India</b>	0,19	999.999	999.999	999.999	306.507
<b>Italia</b>	2,79	1,75	5,60	2,62	6.786
<b>México</b>	0,37	0,21	0,15	0,10	940.170
<b>EE. UU.</b>	999.999	2,13	0,92	2,23	43.140
<b>T. demanda [Kg]</b>	633.985	370.898	149.837	178.486	

*Nota.* La tabla muestra los parámetros consolidados.

Después de haber delimitado el problema de asignación, así como establecer las magnitudes de los parámetros y las variables de decisión, es necesario registrar esta información en el *software* en el que se aplicara programación lineal para encontrar la solución óptima al mismo, para esto Excel es el programa informático elegido por el autor del presente trabajo, puesto que posee suficientes conocimientos para asegurar la correcta aplicación del modelo matemático, por consiguiente la notación es la siguiente.

**Figura 37.**

*Registro de la formulación del modelo matemático configuración actual*

	A	B	C	D	E	F	G	H
1		<b>PARÁMETROS</b>						
2		<b>Costo de transporte total por kilogramo [\$/Kg]</b>						
3		<b>Origen</b>		<b>Destino</b>				
4		<b>País</b>	<b>Colombia</b>	<b>Costa Rica</b>	<b>El Salvador</b>	<b>Guatemala</b>		
5		<b>Brasil</b>	0,40	0	0	0		
6		<b>India</b>	0,19	0	0	0		
7		<b>Italia</b>	2,79	1,75	5,60	2,62		
8		<b>México</b>	0,37	0,21	0,15	0,10		
9		<b>EE. UU.</b>	0	2,13	0,92	2,23		
10		<b>Costo de transporte total por kilogramo (ajustado) [\$/Kg]</b>						
11		<b>Origen</b>		<b>Destino</b>				
12		<b>País</b>	<b>Colombia</b>	<b>Costa Rica</b>	<b>El Salvador</b>	<b>Guatemala</b>		
13		<b>Brasil</b>	0,40	999,999	999,999	999,999		
14		<b>India</b>	0,19	999,999	999,999	999,999		
15		<b>Italia</b>	2,79	1,75	5,60	2,62		
16		<b>México</b>	0,37	0,21	0,15	0,10		
17		<b>EE. UU.</b>	999,999	2,13	0,92	2,23		
18		<b>Oferta de producto por kilogramo [Kg]</b>						
19		<b>Origen / País</b>		<b>Total oferta</b>				
20		<b>Brasil</b>		36.603				
21		<b>India</b>		306.507				
22		<b>Italia</b>		6.786				
23		<b>México</b>		940.170				
24		<b>EE. UU.</b>		43.140				
25		<b>Demanda de producto por kilogramo [Kg]</b>						
26		<b>Origen</b>		<b>Destino</b>				
27		<b>País</b>	<b>Colombia</b>	<b>Costa Rica</b>	<b>El Salvador</b>	<b>Guatemala</b>		
28		<b>Brasil</b>	36.603	0	0	0		
29		<b>India</b>	306.507	0	0	0		
30		<b>Italia</b>	1.675	1.705	1.602	1.804		
31		<b>México</b>	289.200	353.053	138.245	159.672		
32		<b>EE. UU.</b>	0	16.140	9.990	17.010		
33		<b>Total demanda</b>	633.985	370.898	149.837	178.486		
34		<b>Parámetros [\$/Kg]</b>						
35		<b>Origen</b>	<b>Destino</b>				<b>Total oferta</b>	
36		<b>País</b>	<b>Colombia</b>	<b>Costa Rica</b>	<b>El Salvador</b>	<b>Guatemala</b>	<b>[Kg]</b>	
37		<b>Brasil</b>	0,40	999,999	999,999	999,999	36.603	
38		<b>India</b>	0,19	999,999	999,999	999,999	306.507	
39		<b>Italia</b>	2,79	1,75	5,60	2,62	6.786	
40		<b>México</b>	0,37	0,21	0,15	0,10	940.170	
41		<b>EE. UU.</b>	999,999	2,13	0,92	2,23	43.140	
42		<b>T. d. [Kg]</b>	633.985	370.898	149.837	178.486		
43		<b>VARIABLES</b>						
44		<b>Variables (estado inicial) [Kg]</b>						
45		<b>Origen</b>	<b>Destino</b>				<b>Total oferta</b>	
46		<b>País</b>	<b>Colombia</b>	<b>Costa Rica</b>	<b>El Salvador</b>	<b>Guatemala</b>		
47		<b>Brasil</b>	0	0	0	0	0	
48		<b>India</b>	0	0	0	0	0	
49		<b>Italia</b>	0	0	0	0	0	
50		<b>México</b>	0	0	0	0	0	
51		<b>EE. UU.</b>	0	0	0	0	0	
52		<b>T. demanda</b>	0	0	0	0		

*Nota.* La figura muestra la formulación del problema de asignación en Excel.

Para solucionar este problema se emplea la herramienta de Excel *Solver*, las anteriores tablas son registradas en la ventana de parámetros, es decir, función objetivo, las variables de decisión y las restricciones relacionadas con la equivalencia entre la demanda y la oferta, así como la no negatividad de las variables de decisión; *Solver* ofrece inicialmente tres métodos para solucionar un problema, en este caso se selecciona Simplex LP, esta se encuentra enfocada en problemas lineales; una vez realizado este procedimiento se presiona la opción resolver y se obtienen los siguientes resultados.

**Figura 38.**

*Solución modelo matemático configuración de distribución logística actual*

	A	B	C	D	E	F	G	H	
61									
62		<b>VARIABLES</b>							
63									
64		<b>Variables (solución) [Kg]</b>							
65		<b>Origen</b>	<b>Destino</b>				<b>Total oferta</b>		
66		<b>País</b>	<b>Colombia</b>	<b>Costa Rica</b>	<b>El Salvador</b>	<b>Guatemala</b>			
67		<b>Brasil</b>	36.603	0	0	0	36.603		
68		<b>India</b>	306.507	0	0	0	306.507		
69		<b>Italia</b>	0	6.786	0	0	6.786		
70		<b>México</b>	290.875	364.112	106.697	178.486	940.170		
71		<b>EE. UU.</b>	0	0	43.140	0	43.140		
72		<b>T. demanda</b>	633.985	370.898	149.837	178.486			
73									
74		<b>FUNCIÓN OBJETIVO</b>							
75									
76		<b>Min Z =</b>				342.382,25			

*Nota.* La figura muestra las cantidades optimas a transportar desde los proveedores hasta los clientes, así como el costo total de la red.

**Tabla 63.***Resultados del modelo matemático configuración de distribución logística actual*

<b>Variables (solución) [Kg]</b>					
<b>Origen</b>	<b>Destino</b>				<b>Total oferta</b>
<b>País</b>	<b>Colombia</b>	<b>Costa Rica</b>	<b>El Salvador</b>	<b>Guatemala</b>	
<b>Brasil</b>	36.603	0	0	0	36.603
<b>India</b>	306.507	0	0	0	306.507
<b>Italia</b>	0	6.786	0	0	6.786
<b>México</b>	290.875	364.112	106.697	178.486	940.170
<b>EE. UU.</b>	0	0	43.140	0	43.140
<b>T. demanda</b>	633.985	370.898	149.837	178.486	

*Nota.* Resultados del modelo matemático.

Después de haber resuelto el problema se asignación se obtienen las cantidades optimas de envío de producto desde los proveedores hasta los clientes, las cuales se pueden comprobar en la tabla anterior, asimismo determina el costo total de transporte de la configuración de distribución logística actual es de \$342.382,25 USD.

### **7.2.2. Solución red de distribución logística propuesta**

Para el diseño de la red de distribución logística propuesta, teniendo en cuenta que su principal diferencia con el estado actual, es la incorporación de un almacén central en la región de América Central, los costos de transporte se someten a un aumento de magnitud consecuencia de la incursión por parte de la organización objeto de estudio en trasladar los productos desde este nodo hasta los subsiguientes almacenes regionales, es decir, los costos de los países de Costa Rica, El Salvador y Guatemala, de acuerdo con fuentes de información primaria son incrementados en 0,2 USD cada uno.



**Tabla 64.***Costo de transporte total por kilogramo red de distribución logística propuesta*

<b>Costo de transporte total por kilogramo [\$/Kg]</b>				
<b>Origen</b>	<b>Destino</b>			
<b>País</b>	<b>Colombia</b>	<b>Costa Rica</b>	<b>El Salvador</b>	<b>Guatemala</b>
<b>Brasil</b>	0,40	0	0	0
<b>India</b>	0,19	0	0	0
<b>Italia</b>	2,79	1,95	5,80	2,82
<b>México</b>	0,37	0,41	0,35	0,30
<b>EE. UU.</b>	0	2,33	1,12	2,43

*Nota.* Esta tabla muestra los costos de transporte total desde los proveedores hasta los clientes por medio de la red de distribución logística propuesta.

Como en la tabla de costo de transporte total por kilogramo configuración de distribución logística actual, es necesario realizar el mismo ajuste para aquellas casillas que no presentan un valor superior a cero, con l finalidad de no restringir el comportamiento del algoritmo de la técnica de programación lineal, como se presenta a continuación.

**Tabla 65.***Costo de transporte total por kilogramo (ajustado) red de distribución logística propuesta*

<b>Costo de transporte total por kilogramo (ajustado) [\$/Kg]</b>				
<b>Origen</b>	<b>Destino</b>			
<b>País</b>	<b>Colombia</b>	<b>Costa Rica</b>	<b>El Salvador</b>	<b>Guatemala</b>
<b>Brasil</b>	0,40	999.999	999.999	999.999
<b>India</b>	0,19	999.999	999.999	999.999
<b>Italia</b>	2,79	1,95	5,80	2,82
<b>México</b>	0,37	0,41	0,35	0,30
<b>EE. UU.</b>	999.999	2,33	1,12	2,43

*Nota.* Costo de transporte total por kilogramo ajustado para el modelo matemático.

Los parámetros relacionados con la oferta de los proveedores y la demanda proveniente de los clientes, se mantienen constantes estableciendo como referencia el contexto anteriormente desarrollado, inicialmente se espera determinar como la incorporación de un almacén central en la región de América Central incide en el costo logístico total en el funcionamiento de la red propuesta, manteniendo igual la oferta y la demanda; a continuación, se presentan los parámetros unificados necesarios para el nuevo desarrollo de este escenario.

**Tabla 66.**

*Parámetros del modelo matemático red de distribución logística propuesta*

Origen	Parámetros [\$/Kg]				Total oferta [Kg]
	Destino				
País	Colombia	Costa Rica	El Salvador	Guatemala	
<b>Brasil</b>	0,40	999.999	999.999	999.999	36.603
<b>India</b>	0,19	999.999	999.999	999.999	306.507
<b>Italia</b>	2,79	1,95	5,80	2,82	6.786
<b>México</b>	0,37	0,41	0,35	0,30	940.170
<b>EE. UU.</b>	999.999	2,33	1,12	2,43	43.140
<b>T. demanda [Kg]</b>	633.985	370.898	149.837	178.486	

*Nota.* La tabla muestra los parámetros consolidados.

Al igual que en la solución anterior, después de haber delimitado el problema de asignación con base en la inclusión de un nuevo nodo en la red de distribución, además de sus respectivos parámetros y variables de decisión, es necesario registrar esta información en el *software* seleccionado, Excel, como se muestra a continuación.

**Figura 39.**

*Registro de la formulación del modelo matemático red de distribución propuesta*

	A	B	C	D	E	F	G	H
1		<b>PARÁMETROS</b>						
2		<b>Costo de transporte total por kilogramo [\$/Kg]</b>						
3		<b>Origen</b>		<b>Destino</b>				
4		<b>País</b>	<b>Colombia</b>	<b>Costa Rica</b>	<b>El Salvador</b>	<b>Guatemala</b>		
5		<b>Brasil</b>	0,40	0	0	0		
6		<b>India</b>	0,19	0	0	0		
7		<b>Italia</b>	2,79	1,95	5,80	2,82		
8		<b>México</b>	0,37	0,41	0,35	0,30		
9		<b>EE. UU.</b>	0	2,33	1,12	2,43		
10		<b>Costo de transporte total por kilogramo (ajustado) [\$/Kg]</b>						
11		<b>Origen</b>		<b>Destino</b>				
12		<b>País</b>	<b>Colombia</b>	<b>Costa Rica</b>	<b>El Salvador</b>	<b>Guatemala</b>		
13		<b>Brasil</b>	0,40	999.999	999.999	999.999		
14		<b>India</b>	0,19	999.999	999.999	999.999		
15		<b>Italia</b>	2,79	1,95	5,80	2,82		
16		<b>México</b>	0,37	0,41	0,35	0,30		
17		<b>EE. UU.</b>	999.999	2,33	1,12	2,43		
18		<b>Oferta de producto por kilogramo [Kg]</b>						
19		<b>Origen / País</b>		<b>Total oferta</b>				
20		<b>Brasil</b>		36.603				
21		<b>India</b>		306.507				
22		<b>Italia</b>		6.786				
23		<b>México</b>		940.170				
24		<b>EE. UU.</b>		43.140				
25		<b>Demanda de producto por kilogramo [Kg]</b>						
26		<b>Origen</b>		<b>Destino</b>				
27		<b>País</b>	<b>Colombia</b>	<b>Costa Rica</b>	<b>El Salvador</b>	<b>Guatemala</b>		
28		<b>Brasil</b>	36.603	0	0	0		
29		<b>India</b>	306.507	0	0	0		
30		<b>Italia</b>	1.675	1.705	1.602	1.804		
31		<b>México</b>	289.200	353.053	138.245	159.672		
32		<b>EE. UU.</b>	0	16.140	9.990	17.010		
33		<b>Total demanda</b>	633.985	370.898	149.837	178.486		
34		<b>Parámetros [\$/Kg]</b>						
35		<b>Origen</b>		<b>Destino</b>				<b>Total oferta</b>
36		<b>País</b>	<b>Colombia</b>	<b>Costa Rica</b>	<b>El Salvador</b>	<b>Guatemala</b>	<b>[Kg]</b>	
37		<b>Brasil</b>	0,40	999.999	999.999	999.999	36.603	
38		<b>India</b>	0,19	999.999	999.999	999.999	306.507	
39		<b>Italia</b>	2,79	1,95	5,80	2,82	6.786	
40		<b>México</b>	0,37	0,41	0,35	0,30	940.170	
41		<b>EE. UU.</b>	999.999	2,33	1,12	2,43	43.140	
42		<b>T. d. [Kg]</b>	633.985	370.898	149.837	178.486		
43		<b>VARIABLES</b>						
44		<b>Variables (estado inicial) [Kg]</b>						
45		<b>Origen</b>		<b>Destino</b>				<b>Total oferta</b>
46		<b>País</b>	<b>Colombia</b>	<b>Costa Rica</b>	<b>El Salvador</b>	<b>Guatemala</b>	<b>[Kg]</b>	
47		<b>Brasil</b>	0	0	0	0	0	
48		<b>India</b>	0	0	0	0	0	
49		<b>Italia</b>	0	0	0	0	0	
50		<b>México</b>	0	0	0	0	0	
51		<b>EE. UU.</b>	0	0	0	0	0	
52		<b>T. demanda</b>	0	0	0	0		

*Nota.* La figura muestra la formulación del problema en Excel.

Una vez se encuentra registrado los datos de parámetros, la función objetivo, las variables de decisión y las restricciones relacionadas con la equivalencia entre la demanda y la oferta, así como la no negatividad de las variables de decisión; se ejecuta *Solver* y se obtienen los siguientes resultados.

**Figura 40.**

*Solución modelo matemático red de distribución logística propuesta*

	A	B	C	D	E	F	G	H
61	<b>VARIABLES</b>							
62	<b>Variables (solución) [Kg]</b>							
63								
64								
65	<b>Origen</b>	<b>Destino</b>				<b>Total oferta</b>		
66	<b>País</b>	<b>Colombia</b>	<b>Costa Rica</b>	<b>El Salvador</b>	<b>Guatemala</b>			
67	<b>Brasil</b>	36.603	0	0	0	36.603		
68	<b>India</b>	306.507	0	0	0	306.507		
69	<b>Italia</b>	0	6.786	0	0	6.786		
70	<b>México</b>	290.875	364.112	106.697	178.486	940.170		
71	<b>EE. UU.</b>	0	0	43.140	0	43.140		
72	<b>T. demanda</b>	633.985	370.898	149.837	178.486			
73								
74	<b>FUNCIÓN OBJETIVO</b>							
75								
76	<b>Min Z =</b>				482.226,45			

**Nota.** La figura muestra las cantidades optimas a transportar desde los proveedores hasta los clientes, así como el costo total de la red.

Una vez resuelto el problema se asignación se obtienen las cantidades optimas de envío de producto desde los proveedores hasta los clientes, teniendo en cuenta un almacén central intermedio para los puntos de consumo de la región de América Central, estas se pueden comprobar en la tabla anterior; asimismo determina el costo total de transporte de la configuración de distribución logística actual es de \$482.226,45 USD.

Después de haber aplicado el modelo matemático de programación lineal, tanto para la configuración actual, así como para la propuesta de diseño de red de distribución para la organización objeto de estudio, los resultados reflejan un comportamiento idéntico para la estructuración del flujo de producto a través de los diferentes nodos involucrados, sin embargo, a

razón del aumento de los costos de transporte por unidad (kilogramos) de producto, como resultado de la incorporación de un almacén central, el costo de transporte total es mayor en la propuesta frente al estado actual en un 41%.

### 7.3. Análisis comparativo de escenarios

Con la finalidad de complementar el análisis matemático anteriormente hecho, se pretende establecer de forma cuantitativa la viabilidad de incorporar un almacén central en la configuración de distribución logística actual. Para esto en primer lugar es pertinente identificar la relación entre la oferta y la demanda a través de una matriz binaria.

**Tabla 67.**

*Matriz binaria de presencia de demanda*

<b>Origen</b>	<b>Destino</b>				
	<b>País</b>	<b>Colombia</b>	<b>Costa Rica</b>	<b>El Salvador</b>	<b>Guatemala</b>
<b>Brasil</b>	1	0	0	0	0
<b>India</b>	1	0	0	0	0
<b>Italia</b>	1	1	1	1	1
<b>México</b>	1	1	1	1	1
<b>US</b>	0	1	1	1	1

*Nota.* La matriz denomina con 1 los almacenes que tienen demanda de producto del país de origen y 0 los que no tienen demanda.

Se decide hacer la muestra de cálculo con los productos provenientes de Italia, debido a que tiene demanda de los 4 almacenes o puntos de consumo.

**Tabla 68.***Demanda de producto proveniente de Italia para cada almacén*

<b>Almacén</b>	<b>Demanda [kg]</b>
Colombia	1.675
Costa Rica	1.705
El Salvador	1.602
Guatemala	1.804
Total	6.786

*Nota.* Esta tabla muestra la demanda en kilogramos por cliente.

Se generan tres escenarios matemáticos los cuales permitan fundamentar la toma de decisiones del presente análisis, se adoptan las siguientes consideraciones según los históricos de las operaciones y gastos de Grupo Cosalco.

**Tabla 69.***Consideraciones de escenarios*

<b>Consideración</b>	<b>Valor</b>
Costo anual de operación de almacén	36.000 USD/año
Flete terrestre desde almacén a cliente final	0,04 USD/Kg
Flete entre países de Centro América	0,2 USD/Kg
Flete países de Centro América a Colombia	0,26 USD/ Kg (0,2USD/Kg + 30%)
Costo producto origen (Italia)	46,2 USD/Kg
Flete total (Italia-Colombia)	2,79 USD/Kg
Flete total (Italia-Costa Rica)	1,75 USD/Kg
Flete total (Italia-El Salvador)	5,6 USD/Kg
Flete total (Italia-Guatemala)	2,62 USD/Kg

*Nota.* Esta tabla muestra las consideraciones a tener en cuenta en el presente análisis.

El costo de almacén es un costo promedio de la operación actual de cada almacén operado por Grupo Cosalco, considera la mensualidad del pago del almacén a una tasa de 12% EA, además de los pagos de servicios y el personal de logística de despachos.

Además de las consideraciones anteriores, es necesario satisfacer totalmente la demanda del cliente, los proveedores de productos pueden suministrar 100% de la demanda en cualquier momento de tiempo y no se considera un costo asociado a la depreciación de los almacenes.

A continuación, se establece la notación matemática a emplear el desarrollo del sistema de funciones para la evaluación de los escenarios.

### ***7.3.1. Conjuntos de escenarios***

A = Conjunto de proveedores, indexados por a.

B = Conjunto de agentes de carga, indexados por b.

C = Conjunto de aduanas, indexados por c.

D = Conjunto de almacenes, indexados por d.

E = Conjunto de clientes, indexados por e.

F = Índice de almacén central, indexado por f.

P = Conjunto de productos, indexados por p.

### ***7.3.2. Parámetros de escenarios***

$CCP_{abp}$  = Costo de compra de una unidad de producto tipo  $p \in P$ , vendida por un proveedor tipo  $a \in A$ , llevado hasta agente de carga  $b \in B$ . Este valor contempla los costos correspondientes hasta poner el producto en el puerto de país de origen, es decir incluye el transporte local, aduanas y terminales de carga. [US\$/unidad de p].

$CFI_{bcp}$  = Costo de flete de importación de una unidad de producto tipo  $p \in P$ , ubicado en terminal de carga operado por agente de carga tipo  $b \in B$  que transita internacionalmente hasta una aduana tipo  $c \in C$ . [US\$/unidad de p].

$CAD_{cp}$  = Costo de aduana de una unidad de producto tipo  $p \in P$ , en la aduana tipo  $c \in C$ . [US\$/unidad de p].

$CAR_{cp}$  = Costo de arancel de una unidad de producto tipo  $p \in P$ , en la aduana tipo  $c \in C$ . [US\$/unidad de p].

$CTN_{cdp}$  = Costo de transporte nacional de una unidad de producto tipo  $p \in P$ , entre una aduana tipo  $c \in C$  y un almacén tipo  $d \in D$ . [US\$/unidad de p].

$CTR_{dep}$  = Costo de transporte regional de una unidad de producto tipo  $p \in P$ , entre un almacén tipo  $d \in D$  y un cliente tipo  $e \in E$ . [US\$/unidad de p].

$DEM_{fp}$  = Demanda del producto tipo  $p \in P$ , requerido por un cliente tipo  $e \in E$ . [unidad de p/periodo t].

$CAP_{dp}$  = Capacidad del producto tipo  $p \in P$ , requerido por un cliente tipo  $e \in E$ . [unidad de p/periodo t].

A continuación, se presentan los parámetros asociados a la apertura de un almacén central.

$CFO_{fp}$  = Costo fijo de operación de un almacén tipo  $f \in F$ , en un periodo de tiempo  $t \in T$ . [US\$/periodo t].

$CTC_{fdp}$  = Costo de transporte central de una unidad de producto tipo  $p \in P$ , entre un almacén tipo  $d \in D$  y un almacén tipo  $f \in F$ . [US\$/unidad de p].

Una vez definidos los índices y parámetros a tener en cuenta, se procede a la evaluación por escenarios.

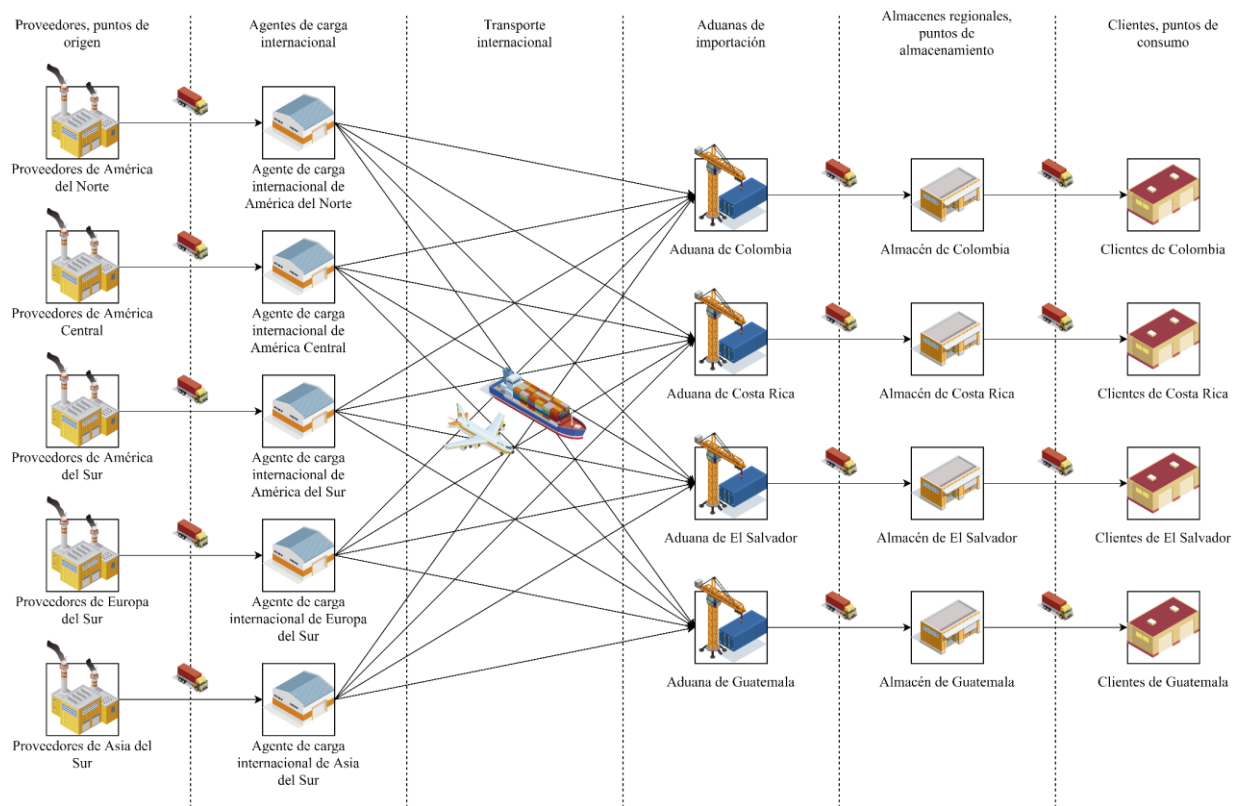


### 7.3.3. Escenario 1: Operación actual

Para abordar este escenario se plasma el grafo de la configuración logística actual anteriormente presentado en el desarrollo de este proyecto. Este tiene en cuenta el proceso de envío de un producto proveniente de Italia hasta los proveedores con los datos suministrados por la organización objeto.

**Figura 41.**

*Grafo de la configuración logística de distribución actual*



**Nota.** La figura muestra los diferentes nodos, así como los medios de transporte implicados en la configuración logística de distribución actual.

A continuación, se presenta un sistema matemático, el cual tiene por finalidad la evaluación del costo total de distribución, este corresponde a la sumatoria de los costos de transporte, costos fijos de operación de un almacén, costos de aduanas, costos de aranceles y el costo de compra del producto, a través de la configuración logística de distribución actual.

La función que determina el costo total de este escenario, así como su respectivo desarrollo utilizando los parámetros establecidos, se encuentra a continuación.

$$X_T = \sum X_i \quad (1)$$

$$X_i = \left( CCP_{abp} + CFT_i \right) * DEM_{fp_i} + CFO_{fp} + CTR_{dep} \quad (2)$$

$$CFT = CFI_{bcp} + CAD_{cp} + CAR_{cp} \quad (3)$$

*i: almacenes*

$$\begin{aligned} X_{COL} &= \left( 46,2 \frac{USD}{Kg} + 2,79 \frac{USD}{Kg} \right) * 1675 Kg + 36000 USD + \left( 0,04 \frac{USD}{Kg} * 1675 Kg \right) \\ &= 118.477 USD \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X_{CR} &= \left( 46,2 \frac{USD}{Kg} + 1,75 \frac{USD}{Kg} \right) * 1705 Kg + 36000 USD + \left( 0,04 \frac{USD}{Kg} * 1705 Kg \right) \\ &= 118.994 USD \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X_{SAL} &= \left( 46,2 \frac{USD}{Kg} + 5,60 \frac{USD}{Kg} \right) * 1602 Kg + 36000 USD + \left( 0,04 \frac{USD}{Kg} * 1602 Kg \right) \\ &= 121.748 USD \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X_{GUA} &= \left( 46,2 \frac{USD}{Kg} + 2,62 \frac{USD}{Kg} \right) * 1804 Kg + 36000 USD + \left( 0,04 \frac{USD}{Kg} * 1804 Kg \right) \\ &= 135.072 USD \end{aligned}$$

$$X_T = 479.139,32 USD$$

#### **7.3.4. Escenario 2: Almacén centralizado**

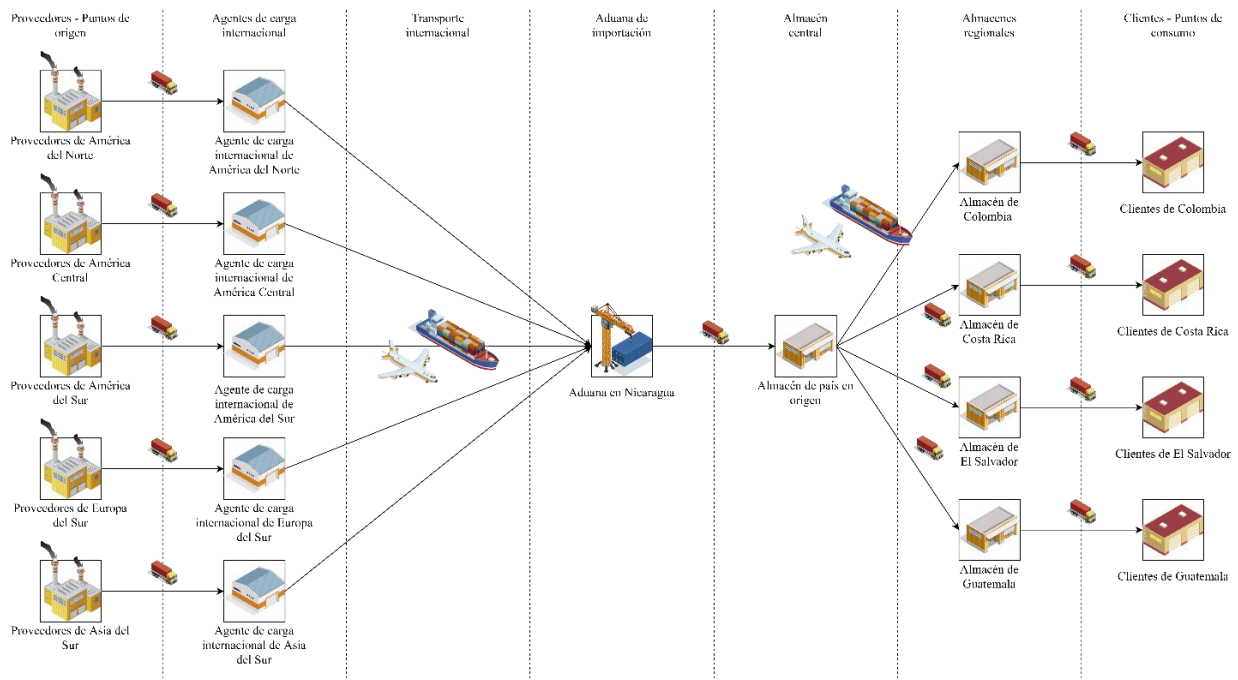
Este escenario contempla la apertura y operación de un almacén central dentro de la red de distribución de la organización objeto de estudio, este atiende las necesidades de la totalidad de

los clientes, es decir aquellos ubicados en Colombia, Costa Rica, El Salvador y Guatemala; después de que el producto se ubique en el almacén central este es enviado a los respectivos almacenes regionales, los costos asociados a el transporte entre estos nodos fue contemplado anteriormente dentro de las consideraciones, históricamente el valor correspondiente es contante entre países de Centroamérica considerando un flete terrestre, Colombia sin embargo al estar separado geográficamente de las demás sedes, es necesario incurrir en un flete marítimo, este costo en comparación al regional equivale al 30% adicional.

Para conocer el costo de flete total de proveedor en país de origen hasta la ubicación del almacén central, se realizó la cotización con un agente de carga, el costo de envío de la demanda total de la línea de producto contemplada es de 6.786 Kg, desde el proveedor en Italia con condiciones Exwork a Managua, capital de Nicaragua, en puerto de Corinto se obtuvo un costo de 1.60 USD/kg.

**Figura 42.**

*Grafo de la configuración logística de distribución con almacén centralizado*



**Nota.** La figura muestra los diferentes nodos, así como los medios de transporte implicados en la configuración logística de distribución con almacén central.

La función que determina el costo total de este escenario, así como su respectivo desarrollo utilizando los parámetros establecidos, se encuentra a continuación.

$$X_{AlmCent,i} = (CCP_{abp} + CFT_{AlmCent}) * DEM_{fp_i} + CFO_{fp_{AlmCent}} + CTC_{fdp_i} + CFO_{fp_i} + CTR_{dep} \quad (4)$$

*i: almacenes*

$$X_{AlmCent} = \left(46,2 \frac{USD}{Kg} + 2 \frac{USD}{Kg}\right) * 6775 Kg + 36000 USD + CTC_{fdp_i} + CFO_{fp_i} + CTR_{dep}$$

$$\begin{aligned} & CTC_{fdp_{COL}} CFO_{fp_{COL}} + CTR_{dep} \\ & = 1675 Kg * 0,2 \frac{USD}{kg} + 36000 USD + \left(0,04 \frac{USD}{Kg} * 1675 Kg\right) = 36.503 USD \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & CTC_{fdp_{CR}} CFO_{fp_{CR}} + CTR_{dep} = 1705 Kg * 0,2 \frac{USD}{Kg} + 36000 USD + \left(0,04 \frac{USD}{Kg} * 1705 Kg\right) \\ & = 36.384 USD \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & CTC_{fdp_{SAL}} CFO_{fp_{SAL}} + CTR_{dep} \\ & = 1602 Kg * 0,2 \frac{USD}{Kg} + 36000 USD + \left(0,04 \frac{USD}{Kg} * 1602 Kg\right) = 36.408 USD \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & CTC_{fdp_{GUA}} CFO_{fp_{GUA}} + CTR_{dep} \\ & = 1804 Kg * 0,2 \frac{USD}{Kg} + 36000 USD + \left(0,04 \frac{USD}{Kg} * 1804 Kg\right) = 36.432 USD \end{aligned}$$

$$CTC_{fdp_i} + CFO_{fp_i} + CTR_{dep} = 145.727 USD$$

$$X_{AlmCent} = 374.705 USD + 145.727 USD$$

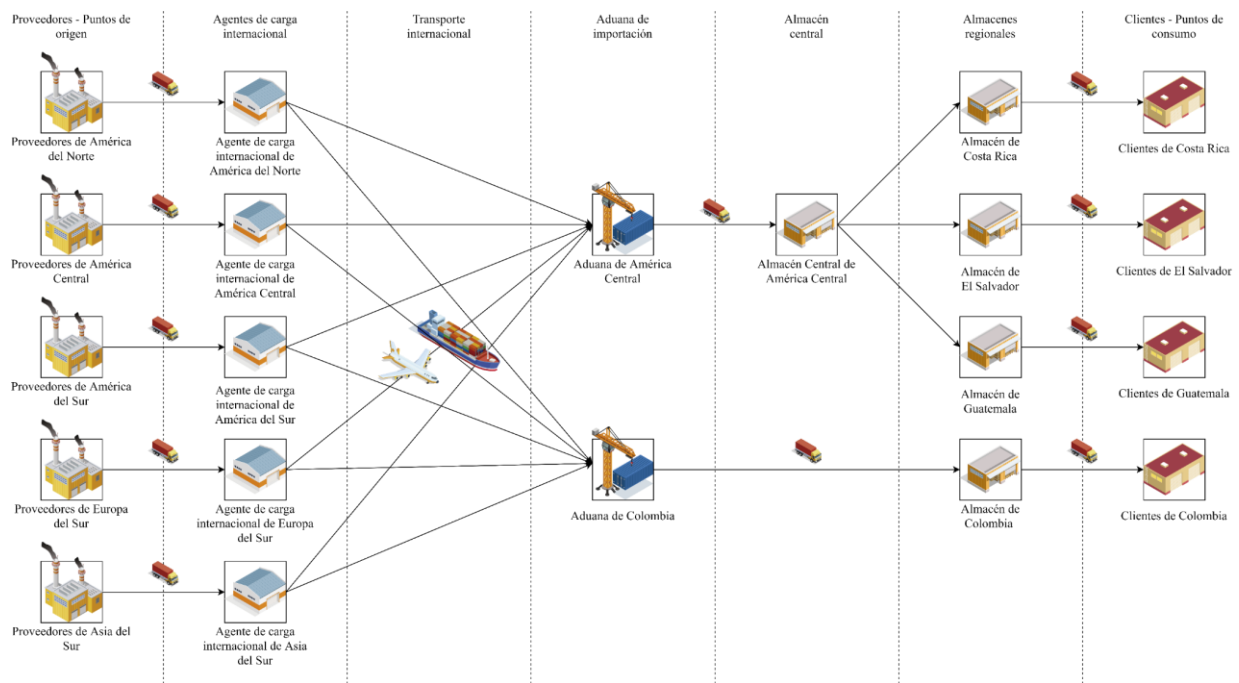
$$X_{AlmCent} = 506.099,94USD$$

### 7.3.5. Escenario 3: Red de distribución logística propuesta

A partir del escenario anterior se produce el cuestionamiento del aumento presente en el flete de transporte desde el almacén central hasta Colombia (incremento del 30%), es por este motivo que esta alternativa a evaluar propone la distinción de la red de distribución en dos vertientes, la primera se enfoca en la apertura de un almacén central focalizado en la atención de la demanda de América Central y como segunda vía corresponde a manejar la distribución de Colombia de manera directa, es decir cómo se realiza actualmente.

**Figura 43.**

*Grafo de la red de distribución logística propuesta*



**Nota.** La figura muestra los diferentes nodos, así como los medios de transporte implicados en la configuración logística de distribución mixta.

La función que determina el costo total de este escenario, así como su respectivo desarrollo utilizando los parámetros establecidos, se encuentra a continuación.

$$X_{Propuesta} = (CCP_{abp} + CFT_{COL}) * DEM_{fp_{COL}} + CFO_{fp} + CTR_{dep} + \left( (CCP_{abp} + CFT_{AlmCentCA}) * DEM_{fp_i} + CFO_{fp_{AlmCentCA}} + CTC_{fdp_i} + CFO_{fp_i} + CTR_{dep} \right) \quad (5)$$

*i'*: *almacenes, menos Colombia*

De los resultados obtenidos de las ecuaciones (2) y (4), escenario 1 y escenario 2 respectivamente.

$$X_{Propuesta} = 118.125,25 \text{ USD} + \left( 46,2 \frac{\text{USD}}{\text{Kg}} + 2 \frac{\text{USD}}{\text{Kg}} \right) * 5111 \text{ Kg} + 36000 \text{ USD} + 1705 \text{ Kg} * 0,2 \frac{\text{USD}}{\text{Kg}} + 36000 \text{ usd} + \left( 0,04 \frac{\text{USD}}{\text{Kg}} * 1705 \text{ Kg} \right) + 1602 \text{ Kg} * 0,2 \frac{\text{USD}}{\text{Kg}} + 36000 \text{ usd} + \left( 0,04 \frac{\text{USD}}{\text{Kg}} * 1602 \text{ kg} \right) + 1804 \text{ Kg} * 0,2 \frac{\text{USD}}{\text{Kg}} + 36000 \text{ usd} + \left( 0,04 \frac{\text{USD}}{\text{Kg}} * 1804 \text{ Kg} \right)$$

$$X_{Propuesta} = 507.453,25 \text{ USD}$$

A continuación, se presentan los resultados después de haber aplicado las anteriores formulas teniendo en cuenta la información otorgada por la organización objeto de estudio.

**Figura 44.**

*Resultados escenarios red de distribución logística (Italia)*

	A	B	C	D	E	F	G
1							
2		<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidades</b>			
3		Precio de compra de producto	46,2	USD/Kg			
4		Costo transporte Italia a Colombia	2,79	USD/Kg			
5		Costo transporte Italia a Costa Rica	1,75	USD/Kg			
6		Costo transporte Italia a El Salvador	5,60	USD/Kg			
7		Costo transporte Italia a Guatemala	2,62	USD/Kg			
8		Costo transporte Italia a Almacén central	1,60	USD/Kg			
9		Demanda Colombia	1.675	Kg			
10		Demanda Costa Rica	1.705	Kg			
11		Demanda El Salvador	1.602	Kg			
12		Demanda Guatemala	1.804	Kg			
13		Demanda total de producto	6.786	Kg			
14		Costo fijo de almacén central	36000	USD			
15		Costo de transporte terrestre	0,04	USD			
16		Costo de transporte Centro América	0,2	USD			
17		Costo de transporte Centro América a Colomb	0,26	USD			
18							
19							
20							
21		<b>Escenario 1</b>	<b>CCP + CFT</b>	<b>(CCP + CFT)*DEM</b>	<b>CCP + CFT)*DEM-CFO</b>	<b>CTR</b>	
22		Colombia	48,99	82.058,25	118.058,25	118.125,25	
23		Costa Rica	47,95	81.754,75	117.754,75	117.822,95	
24		El Salvador	51,80	82.983,60	118.983,60	119.047,68	
25		Guatemala	48,82	88.071,28	124.071,28	124.143,44	
26							
27							
28		<b>Escenario 2</b>	<b>CCP + CFT</b>	<b>(CCP + CFT)*DEM</b>	<b>CCP + CFT)*DEM-CFO</b>		
29		Almacén central	47,80	324.370,80	360.370,80		
30		Colombia	435,50	36.435,50	36.502,50		
31		Costa Rica	341,00	36.341,00	36.409,20		
32		El Salvador	320,40	36.320,40	36.384,48		
33		Guatemala	360,80	36.360,80	36.432,96		
34							
35							
36		<b>Escenario 3</b>	<b>CCP + CFT</b>				
37		Almacén central	47,80	244.305,80	280.305,80		
38		Colombia			118.125,25		
39		Costa Rica			36.341,00		
40		El Salvador			36.320,40		
41		Guatemala			36.360,80		
42							
43							

**Nota.** La figura muestra la formulación del problema, así como la solución de los tres escenarios. De igual manera este análisis se puede realizar con el producto proveniente de México que tiene demanda de los cuatro países, obteniendo los siguientes resultados.

**Figura 45.**

*Resultados escenarios red de distribución logística (México)*

	A	B	C	D	E	F	G
1							
2		<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidades</b>			
3		Precio de compra de producto	3,35	USD/Kg			
4		Costo transporte México a Colombia	0,37	USD/Kg			
5		Costo transporte México a Costa Rica	0,21	USD/Kg			
6		Costo transporte México a El Salvador	0,15	USD/Kg			
7		Costo transporte México a Guatemala	0,10	USD/Kg			
8		Costo transporte México a Almacén central	0,10	USD/Kg			
9		Demanda Colombia	289.200	Kg			
10		Demanda Costa Rica	353.053	Kg			
11		Demanda El Salvador	138.245	Kg			
12		Demanda Guatemala	159.672	Kg			
13		Demanda total de producto	940.170	Kg			
14		Costo fijo de almacén central	36000	USD			
15		Costo de transporte terrestre	0,04	USD			
16		Costo de transporte Centro América	0,2	USD			
17		Costo de transporte Centro América a Colombi	0,26	USD			
18							
19							
20							
21		Escenario 1	CCP + CFT	(CCP + CFT)*DEM	CCP * CFT)*DEM*CFD	CTR	
22		Colombia	3,72	1.075.824,00	1.111.824,00	1.123.392,00	
23		Costa Rica	3,56	1.256.868,68	1.292.868,68	1.306.990,80	
24		El Salvador	3,50	483.857,50	519.857,50	525.387,30	
25		Guatemala	3,45	550.868,40	586.868,40	593.255,28	
26						Costo total de escenario	3.549.025,38
27							
28		Escenario 2	CCP + CFT	(CCP + CFT)*DEM	CCP * CFT)*DEM*CFD		
29		Almacén central	3,45	3.243.586,50	3.279.586,50		
30		Colombia	75.192,00	111.192,00	122.760,00		
31		Costa Rica	70.610,60	106.610,60	120.732,72		
32		El Salvador	27.649,00	63.649,00	69.178,80		
33		Guatemala	31.934,40	67.934,40	74.321,28		
34						Costo total de escenario	3.666.579,30
35							
36		Escenario 3	CCP + CFT				
37		Almacén central	3,45	2.245.846,50	2.281.846,50		
38		Colombia			1.123.392,00		
39		Costa Rica			106.610,60		
40		El Salvador			63.649,00		
41		Guatemala			67.934,40		
42						Costo total de escenario	3.643.432,50
43							

*Nota.* La figura muestra la formulación del problema, así como la solución de los tres escenarios.



Después de haber evaluado los tres escenarios con base en las demandas actuales tanto de los productos de Italia y México demuestran que no hay ahorro en la implementación de un almacén central, en el caso de Italia se pensaría que una demanda más alta de producto reduciría los costos fijos del almacén central haciendo el modelo viable, sin embargo, se ve como en los productos de México de demanda más alta no se cumple esta hipótesis. El bajo costo o comoditización de este producto tampoco hace evidente la viabilidad del almacén central

Se realiza la simulación en el caso de los productos de Italia en el que se considera que demanda en kilogramos es necesaria para que los costos fijos del almacén central se amortigüen y el costo de la operación se menor o igual a el modelo actual, la demanda debe ser inicialmente mayor a 10 veces la actual para cumplir la viabilidad de esta hipótesis, este razonamiento es abordado a continuación en el análisis de sensibilidad.

**Tabla 70.**

*Costo total escenarios con aumento de demanda*

<b>País de origen de producto</b>	<b>Italia</b>	<b>Italia + DEM. X 10</b>
<b>Costo total de escenario 1</b>	479.139,32	3.495.393,20
<b>Costo total de escenario 2</b>	506.099,94	3.440.999,40
<b>Costo total de escenario 3</b>	507.453,25	3.454.532,50

*Nota.* La tabla muestra los costos totales por cada uno de los escenarios anteriormente presentados.

**7.4. Análisis de sensibilidad**

La aplicación del modelo matemático para determinar el diseño de la red de distribución logística, es decir, el transporte de cantidades optimas de producto (en kilogramos) para atender las necesidades de los puntos de consumo, proporciona los siguientes resultados.

**Tabla 71.***Cantidades optimas a transportar*

<b>Origen</b>	<b>Destino</b>				
	<b>País</b>	<b>Colombia</b>	<b>Costa Rica</b>	<b>El Salvador</b>	<b>Guatemala</b>
<b>Brasil</b>	36.603	0	0	0	0
<b>India</b>	306.507	0	0	0	0
<b>Italia</b>	0	6.786	0	0	0
<b>México</b>	290.875	364.112	106.697	178.486	
<b>EE. UU.</b>	0	0	43.140	0	

*Nota.* La tabla muestra las magnitudes ideales a transportar a través de la red de distribución propuesta.

La oferta total tanto de Brasil como de India es enviada a Colombia, esto sin la necesidad de realizar una para intermedia en una instalación de almacenamiento, a razón de la estructuración establecida en la propuesta de red de distribución logística; al no existir otros puntos de consumo para estos proveedores la totalidad de las cantidades de producto es transportada al costo histórico.

La misma situación se presenta en Italia y Estados Unidos, ya que estos puntos de suministro atienden la totalidad de la demanda de Costa Rica y El Salvador respectivamente. La Solución del modelo de optimización limita la asignación de la oferta a puntos individuales de consumo, esto se entiende para satisfacer la demanda de forma especializada.

En el caso de México existe una cobertura amplia entre el país ofertante y aquellos donde la organización objeto de estudio tiene presencia, de esta forma el modelo opto por la reasignación de las cantidades a transportar con el objetivo de, con los mínimos costos de transporte por unidad de producto, incidir positivamente en costo total, es decir, destinar cantidades a clientes teniendo como eje de decisión los mínimos costos establecidos en los parámetros.

Excel en el apartado de resolución de problemas, *Solver* permite generar un informe de sensibilidad una vez este haya encontrado la configuración adecuada de cantidades a través de la red de distribución logística. Este informe se encuentra compuesto por dos tablas, la primera denominada como *variables*, esta presenta los parámetros del modelo matemático, es decir los costos de transporte por unidad, además de dos columnas nombradas como *permisible aumentar* y *permisible reducir*, las anteriormente mencionadas representan los límites superior e inferior en que los parámetros del modelo pueden ser modificados sin afectar la solución óptima. Como se muestra a continuación.

**Figura 46.**

*Informe de sensibilidad, variables*

<b>Celda</b>	<b>Nombre</b>	<b>Final Valor</b>	<b>Reducido Coste</b>	<b>Objetivo Coeficiente</b>	<b>Permisible Aumentar</b>	<b>Permisible Reducir</b>
\$C\$67	Brasil Colombia	36603	0	0,4	999998,56	1E+30
\$D\$67	Brasil Costa Rica	0	999998,56	999999	1E+30	999998,56
\$E\$67	Brasil El Salvador	0	999998,62	999999	1E+30	999998,62
\$F\$67	Brasil Guatemala	0	999998,67	999999	1E+30	999998,67
\$C\$68	India Colombia	306507	0	0,19	999998,77	1E+30
\$D\$68	India Costa Rica	0	999998,77	999999	1E+30	999998,77
\$E\$68	India El Salvador	0	999998,83	999999	1E+30	999998,83
\$F\$68	India Guatemala	0	999998,88	999999	1E+30	999998,88
\$C\$69	Italia Colombia	0	0,88	2,79	1E+30	0,88
\$D\$69	Italia Costa Rica	6786	0	1,95	0,88	1E+30
\$E\$69	Italia El Salvador	0	3,91	5,8	1E+30	3,91
\$F\$69	Italia Guatemala	0	0,98	2,82	1E+30	0,98
\$C\$70	México Colombia	290875	0	0,37	0,88	999998,56
\$D\$70	México Costa Rica	364112	0	0,41	1,149999999	0,88
\$E\$70	México El Salvador	106697	0	0,35	3,91	1,149999999
\$F\$70	México Guatemala	178486	0	0,3	0,98	1E+30
\$C\$71	EE. UU. Colombia	0	999997,86	999999	1E+30	999997,86
\$D\$71	EE. UU. Costa Rica	0	1,149999999	2,33	1E+30	1,149999999
\$E\$71	EE. UU. El Salvador	43140	0	1,12	1,149999999	1E+30
\$F\$71	EE. UU. Guatemala	0	1,359999999	2,43	1E+30	1,359999999

**Nota.** La figura muestra la tabla correspondiente al análisis de sensibilidad de los parámetros del modelo matemático.

La segunda tabla hace referencia a las posibles modificaciones que se pueden establecer en la función objetivo del modelo, más específicamente en las variables de decisión, además permite visualizar los cambios máximos y mínimos permitidos por el sistema con la finalidad de que la solución entregada se mantenga como óptima.

**Figura 47.**

*Informe de sensibilidad, restricciones*

Celda	Nombre	Final	Sombra	Restricción	Permisible	Permisible
		Valor	Precio	Lado derecho	Aumentar	Reducir
\$C\$72	T. demanda Colombia	633985	0,37	633985	0	290875
\$D\$72	T. demanda Costa Rica	370898	0,41	370898	0	364112
	T. demanda El					
\$E\$72	Salvador	149837	0,35	149837	0	106697
\$F\$72	T. demanda Guatemala	178486	0,3	178486	0	178486
\$G\$67	Brasil Total oferta	36603	0,03	36603	290875	0
\$G\$68	India Total oferta	306507	-0,18	306507	290875	0
\$G\$69	Italia Total oferta	6786	1,54	6786	364112	0
\$G\$70	México Total oferta	940170	0	940170	0	1E+30
\$G\$71	EE. UU. Total oferta	43140	0,77	43140	106697	0

**Nota.** La figura muestra la tabla correspondiente al análisis de sensibilidad de las restricciones del modelo matemático.

En la tabla anterior se encuentra las posibles variaciones en el campo de las restricciones, presenta una lista de las demandas por parte de los puntos de consumo, así como, las ofertas de los puntos de origen, además de esto presenta una columna denominada valor final, los valores de esta corresponden con la columna de restricción de lado derecho, de esta forma se asegura la conservación de flujo de producto total.

Adicional a esto existen dos columnas designadas como permisible aumentar y permisible reducir, las magnitudes presentes en estas clasificaciones permiten ajustar los valores de las restricciones, según dependa el comportamiento. Estas últimas permiten modificar las magnitudes del sistema establecido.

Teniendo en cuenta que el principal objetivo del presente análisis de sensibilidad es determinar las cantidades en kilogramos de producto con las cuales el escenario de apertura del almacén central resulta viable.

Partiendo de los resultados del análisis comparativo de escenarios, con la finalidad de establecer metodológicamente como encontrar las cantidades previamente mencionadas, se establece un factor de aumento para la demanda actual, una vez recalculadas las magnitudes de acuerdo con este gradiente, se procede a reemplazar las necesidades iniciales por estas calculadas con el propósito de observar la variación del resultado del escenario. Enseguida se presenta las variaciones de la demanda para las cantidades en kilogramos provenientes del punto de origen de Italia.

**Tabla 72.**

*Demanda de acuerdo a factor de aumento*

<b>Demanda</b>	<b>X 1</b>	<b>X 2</b>	<b>X 3</b>	<b>X 4</b>	<b>X 5</b>
<b>Colombia</b>	1675	3350	5025	6700	8375
<b>Costa Rica</b>	1705	3410	5115	6820	8525
<b>El Salvador</b>	1602	3204	4806	6408	8010
<b>Guatemala</b>	1804	3608	5412	7216	9020

*Nota.* La tabla muestra las magnitudes resultantes de la demanda de acuerdo al factor de aumento, el rotulo de la columna indica cuantas veces este aumento.

A continuación, se presentan los resultados tras haber reemplazado las magnitudes de la anterior tabla en el escenario tres. Estos son comparados con el resultado inicial del primer escenario, a razón de que un costo total de distribución sea inferior significa la viabilidad del establecimiento del almacén central.

**Tabla 73.***Comparación aumento de demanda de escenarios*

<b>Factor de aumento de demanda</b>	<b>Escenario 1</b>	<b>Relación desigualdad</b>	<b>Escenario 3</b>
1	479.139,32	$\geq$	507.453,25
2	814.278,64	$\geq$	834.906,50
3	1.149.417,96	$\geq$	1.162.359,75
4	1.484.557,28	$\geq$	1.489.813,00
5	1.819.696,60	$\leq$	1.817.266,25

*Nota.* La tabla muestra la relación de desigualdad entre los costos de totales de los escenarios, como resultado de haber aplicar los respectivos aumentos en las demandas.

A la luz de los anteriores resultados es posible afirmar que el factor de variación en el cual el escenario de un almacén central dentro de la red de distribución logística de la organización objeto de estudio se establece como factible a partir de (optando por una cuantificación entera) del aumento de las cantidades en cinco veces, en este caso se cambia de una demanda de 6.786 a 33.930 kilogramos; este mismo comportamiento se presenta para aquellas cantidades provenientes de México.

Retomando el apartado del informe de sensibilidad en conjunto con los anteriores resultados, los criterios de permisible aumentar y permisible reducir presentan una limitación en el caso de la demanda, esta no puede exceder los valores calificados como óptimos en el resultado del modelo matemático (a razón de la presencia del cero), sin embargo, si se pueden disminuir; mientras tanto la oferta presenta lo contrario, es posible aumentar sus magnitudes hasta los máximos establecidos, no obstante, no pueden reducirse más allá de los límites inferiores presentes en la última columna de la tabla.

Sin embargo, en búsqueda de ofrecer un análisis más profundo, como elemento práctico se decide aumentar tanto la oferta como la demanda, aunque el informe del programa de computadora ofrezca un resultado limitante en este aspecto, tomando en cuenta el factor de aumento anteriormente contemplado, se opta por aplicar nuevamente el modelo de optimización de programación lineal modificando los parámetros relacionados con las restricciones, oferta y demanda; con esto se busca validar el procedimiento realizado.

La formulación matemática de este análisis de sensibilidad, responde directamente a la establecida anteriormente en el modelo de asignación, es importante aclarar que, aunque el factor de aumento sea de magnitud cinco, este es aplicado a las cantidades tanto iniciales como consecutivas de la demanda de cada punto de consumo, es decir, teniendo en cuenta el aumento presentado en las demandas provenientes del país Italia, la diferencia entre el factor inicial y el factor óptimo, corresponde a aquellas cantidades a aumentar en el presente modelo, esto tiene la finalidad de fijar unas condiciones iniciales mínimas sobre las cuales obtener un nuevo resultado.

Si se aumentan las demandas iniciales solicitadas al conjunto de proveedores de Italia por los puntos de consumo y posteriormente este valor es redistribuido equitativamente en forma de adición tanto para la oferta como para la demanda total, las restricciones del análisis de sensibilidad se cumplen, de esta forma se procede a desarrollar el modelo de programación lineal con estos ajustes. Para cada valor de la oferta se le suma la magnitud de 33.930 kilogramos, este valor se mantiene inferior al establecido por el informe de sensibilidad, además de esto para asegurar la conservación de flujo la demanda faltante es asignada a Guatemala.

**Tabla 74.**

*Parámetros del modelo matemático después de análisis de sensibilidad*

Parámetros [\$/Kg]					
Origen	Destino				Total oferta
País	Colombia	Costa Rica	El Salvador	Guatemala	[Kg]
<b>Brasil</b>	0,40	999.999	999.999	999.999	70.533
<b>India</b>	0,19	999.999	999.999	999.999	340.437
<b>Italia</b>	2,79	1,95	5,80	2,82	40.716
<b>México</b>	0,37	0,41	0,35	0,30	974.100
<b>EE. UU.</b>	999.999	2,33	1,12	2,43	77.070
<b>T. d. [Kg]</b>	633.985	370.898	149.837	348.136	

*Nota.* La tabla muestra las variaciones en la oferta y la demanda.

**Figura 48.**

*Solución modelo matemático red de distribución logística propuesta después de análisis de sensibilidad*

	A	B	C	D	E	F	G	H
61								
62		<b>VARIABLES</b>						
63								
64		<b>Variables (solución) [Kg]</b>						
65		<b>Origen</b>	<b>Destino</b>				<b>Total oferta</b>	
66		<b>País</b>	<b>Colombia</b>	<b>Costa Rica</b>	<b>El Salvador</b>	<b>Guatemala</b>		
67		<b>Brasil</b>	70.533	0	0	0	70.533	
68		<b>India</b>	340.437	0	0	0	340.437	
69		<b>Italia</b>	0	40.716	0	0	40.716	
70		<b>México</b>	223.015	330.182	72.767	348.136	974.100	
71		<b>EE. UU.</b>	0	0	77.070	0	77.070	
72		<b>T. demanda</b>	633.985	370.898	149.837	348.136		
73								
74		<b>FUNCIÓN OBJETIVO</b>						
75								
76		<b>Min Z =</b>				606.410,25		

*Nota.* La figura muestra las cantidades optimas a transportar desde los proveedores hasta los clientes, así como el costo total de la red tras ajustar las cantidades de oferta y demanda.



## 8. ESTUDIO FINANCIERO

A continuación, se va a sistematizar la información financiera correspondiente a los análisis anteriormente elaborados, esto tiene la finalidad de determinar la viabilidad de la propuesta de red de distribución para el Grupo Cosalco.

### 8.1. Inversión inicial

Hace referencia a la cantidad monetaria necesaria para llevar a cabo el escenario propuesto de la red de distribución para Grupo Cosalco donde se adiciona una instalación de almacenamiento.

#### 8.1.1. Activos fijos

La propiedad, planta y equipo también se conoce con el nombre de activos fijos, entre los cuales los más representativos son, terrenos, edificios, maquinaria y equipo, vehículos, muebles y enseres, entre otros. A continuación, se presentan los activos fijos contemplados en la apertura y operación en un periodo de tiempo de un año.

**Tabla 75.**

*Activos fijos*

<b>Activos fijos</b>	<b>Costo</b>
Construcciones y edificaciones	\$ 1.200.000.000
Maquinaria y equipo	\$ 27.732.000
Muebles y enseres	\$ 8.000.000
<b>Total COP</b>	\$ 1.235.732.000
<b>Total USD</b>	\$ 356.478

*Nota.* La tabla presenta los costos asociados a la adquisición de activos fijos.

Los costos corresponden a la compra de un edificio destinado como ubicación de almacenaje, el valor corresponde a las especificaciones establecidas con la base en la capacidad del almacén de Colombia, ya que este es aproximadamente la sumatoria de las capacidades de los almacenes de Centroamérica. Además de lo anterior se preguntó a los colaboradores de la organización objeto de estudio el costo asociado un montacargas y mobiliario básico.

### **8.1.2. Costo de capital**

Hace referencia al valor económica con el cual puede operar la organización un periodo de tiempo determinado previo a que esta pueda comenzar a generar ingresos, estos costos corresponden a la apertura del primer mes del almacén central, para esto es necesario considerar con anticipación la nómina operativa, dos trabajadores, además del pago de servicios públicos y privados, los valores a continuación presentados son el 5% adicional a los presentes en Colombia.

**Tabla 76.**

#### *Capital de trabajo*

<b>Capital de trabajo</b>	<b>Costo</b>
<b>Costos operativos</b>	
Nomina operativa	\$ 4.800.000
<b>Gastos generales</b>	
Energía	\$ 400.000
Acueducto y Alcantarillado	\$ 300.000
Telefonía e internet	\$ 650.000
<b>Total COP</b>	\$ 6.150.000
<b>Total USD</b>	\$ 1.774

**Nota.** La tabla presenta los costos asociados a un mes de operación del almacén central.

**Tabla 77.***Costo de capital*

<b>Concepto</b>	<b>Costo</b>
Activos fijos	\$ 356.478
Capital de trabajo	\$ 1.774
<b>Total inversión inicial USD</b>	<b>\$ 358.252</b>

*Nota.* La tabla presenta el total correspondiente a la inversión inicial.

**8.2. Financiación del proyecto**

Con base en el costo total de la inversión inicial, se opta por la financiación de una parte de este valor con la finalidad de no limitar el desarrollo de la propuesta para la red de distribución, para esto se evalúa la alternativa de dividir los aportes a través de los socios de la organización y una entidad financiera. Se propone la división 50% los socios y 50% el banco.

**Tabla 78.***División de aportes de inversión*

<b>Concepto</b>	<b>Valor</b>
Aportes socios	\$ 179.126
Crédito entidad financiera	\$ 179.126
<b>Total USD</b>	<b>\$ 358.252</b>

*Nota.* La tabla presenta la división de aportes de la inversión inicial.

Tras consultar con la organización objeto de estudio la tasa ofrecida por su entidad financiera es de 12% efectiva anual.

### 8.3. Depreciación de activos

A continuación, se determina la depreciación de los activos fijos contemplados en la inversión inicial, para esto es necesario conocer la vida útil de acuerdo al tipo de activo que se debe tener en cuenta para la depreciación. Con base en el método de línea recta, el cual implica dividir el costo del activo en el número de años a considerar. De acuerdo con Wild, Subramanyam y Halsey [57], los inmuebles, planta y equipo se registran a costo de depreciación. La depreciación se realiza con base en el método de línea recta a través de las vidas útiles estimadas de los activos, que varían entre 10 y 30 años en el caso de edificios y entre dos y cinco años para todos los demás activos.

**Tabla 79.**

*Depreciación de activos de inversión inicial*

<b>Activos fijos</b>	<b>Costo</b>	<b>Vida útil [Años]</b>	<b>Depreciación</b>
Construcciones y edificaciones	\$ 1.200.000.000	20	\$ 60.000.000
Maquinaria y equipo	\$ 27.732.000	10	\$ 2.773.200
Muebles y enseres	\$ 8.000.000	10	\$ 800.000
<b>Total COP</b>	\$ 1.235.732.000		\$ 63.573.200
<b>Total USD</b>	\$ 356.478		\$ 18.339

*Nota.* La tabla presenta los valores correspondientes a la depreciación por cada activo.

**Tabla 80.**

*Depreciación de activos fijos*

	2020	2021	2022	2023	2024
Valor Inicial	\$ 356.478	\$ 295.877	\$ 235.276	\$ 174.674	\$ 114.073
Depreciación del Periodo	\$ 60.601	\$ 60.601	\$ 60.601	\$ 60.601	\$ 60.601
Depreciación Acumulada	\$ 60.601	\$ 121.203	\$ 181.804	\$ 242.405	\$ 303.007
Valor Neto Final	\$ 295.877	\$ 235.276	\$ 174.674	\$ 114.073	\$ 53.472

*Nota.* La tabla presenta los valores correspondientes a la depreciación de los activos fijos.

#### 8.4. Amortización de activos

A continuación, se presenta la tabla de amortización del crédito por los activos fijos correspondiente a \$178.239 USD, se tiene en cuenta una tasa de 12% efectiva anual a un plazo de 5 años.

**Tabla 81.**

*Amortización de activos*

	0	1	2	3	4	5
Saldo Inicial	\$ 178.239	\$ 150.183	\$ 118.759	\$ 83.565	\$ 44.148	\$ -
Intereses		\$ 21.389	\$ 18.022	\$ 14.251	\$ 10.028	\$ 5.298
Amortización		\$ 28.057	\$ 31.423	\$ 35.194	\$ 39.417	\$ 44.148
Cuota		\$ 49.445	\$ 49.445	\$ 49.445	\$ 49.445	\$ 49.445

*Nota.* La tabla presenta la amortización del valor total de los activos fijos.

#### 8.5. Estado de resultados propuesto

Teniendo en cuenta la información pública frente a los ingresos por ventas, se construye el estado de resultados con la finalidad de mostrar los costos asociados a la operación propuesta y así obtener los resultados del ejercicio financiero anual en un horizonte de tiempo de cinco años.

**Tabla 82.***Estado de resultados*

Concepto	Porcentaje/Ventas	2020	2021	2022	2023	2024
Ventas	4%	\$ 13.000.000	\$ 13.520.000	\$ 14.060.800	\$ 14.623.232	\$ 15.208.161
Costo de ventas	80%	\$ 10.400.000	\$ 10.816.000	\$ 11.248.640	\$ 11.698.586	\$ 12.166.529
Utilidad bruta	-	\$ 2.600.000	\$ 2.704.000	\$ 2.812.160	\$ 2.924.646	\$ 3.041.632
Gastos administrati.	5%	\$ 650.000	\$ 676.000	\$ 703.040	\$ 731.162	\$ 760.408
Gastos de ventas	3%	\$ 390.000	\$ 405.600	\$ 421.824	\$ 438.697	\$ 456.245
Depreciación	-	\$ 60.601	\$ 60.601	\$ 60.601	\$ 60.601	\$ 60.601
Utilidad operativa	-	\$ 1.499.399	\$ 1.561.799	\$ 1.626.695	\$ 1.694.187	\$ 1.764.378
Gastos financieros	-	\$ 21.389	\$ 18.022	\$ 14.251	\$ 10.028	\$ 5.298
Utilidad antes de imp.	-	\$ 1.478.010	\$ 1.543.777	\$ 1.612.444	\$ 1.684.159	\$ 1.759.080
Impuestos	33%	\$ 487.743	\$ 509.446	\$ 532.106	\$ 555.772	\$ 580.497
Utilidad neta	-	\$ 990.267	\$ 1.034.330	\$ 1.080.337	\$ 1.128.386	\$ 1.178.584

**Nota.** La tabla muestra el estado de resultados propuesto.

En la anterior tabla se evidencia la tendencia positiva de las utilidades netas a través de los años propuestos.

### 8.6. Flujo de caja propuesto

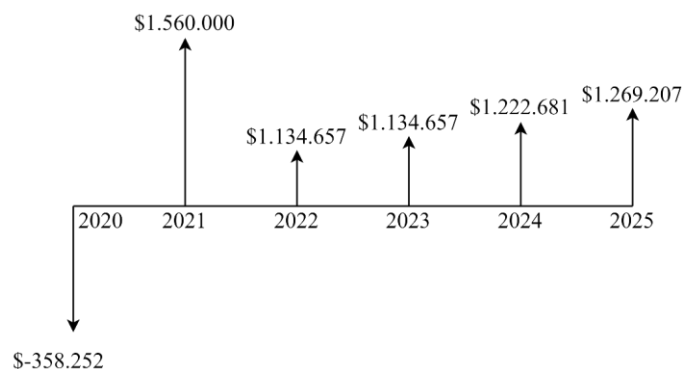
Hace referencia a las entradas y salidas de dinero que posee un proyecto en un periodo de tiempo determinado, permite identificar de manera cuantitativa la liquidez de la configuración de red de distribución logística propuesta. Este indicador provee de información relevante frente a los flujos de ingresos y egresos en un horizonte de tiempo, para el caso actual cinco años.

**Tabla 83.***Flujo de caja propuesto*

Concepto	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Ventas		\$ 13.000.000	\$ 13.520.000	\$ 14.060.800	\$ 14.623.232	\$ 15.208.161
Costo de ventas		\$ 10.400.000	\$ 10.816.000	\$ 11.248.640	\$ 11.698.586	\$ 12.166.529
G. administrativos		\$ 650.000	\$ 676.000	\$ 703.040	\$ 731.162	\$ 760.408
G. de ventas		\$ 390.000	\$ 405.600	\$ 421.824	\$ 438.697	\$ 456.245
Pago de impuestos		\$ -	\$ 487.743	\$ 509.446	\$ 532.106	\$ 555.772
Flujo de caja op.		\$ 1.560.000	\$ 1.134.657	\$ 1.177.850	\$ 1.222.681	\$ 1.269.207
Intereses pagados		\$ 21.389	\$ 18.022	\$ 14.251	\$ 10.028	\$ 5.298
Amortización de créditos		\$ 28.057	\$ 31.423	\$ 35.194	\$ 39.417	\$ 44.148
Flujo de caja finan.	-\$ 358.252	\$ 49.445	-\$ 49.445	-\$ 49.445	-\$ 49.445	-\$ 49.445
Flujo de caja neto		\$ 1.510.555	\$ 1.085.211	\$ 1.128.404	\$ 1.173.236	\$ 1.219.762
Flujo de caja LAI	-\$ 358.252	\$ 1.560.000	\$ 1.622.400	\$ 1.687.296	\$ 1.754.788	\$ 1.824.979
Impuestos		\$ -	\$ 487.743	\$ 509.446	\$ 532.106	\$ 555.772
Flujo de caja libre	-\$ 358.252	\$ 1.560.000	\$ 1.134.657	\$ 1.177.850	\$ 1.222.681	\$ 1.269.207

**Nota.** La tabla muestra el flujo de caja en un periodo de cinco años (2020-2024).

A continuación, se presente el diagrama del flujo de caja libre.

**Figura 49.***Diagrama de flujo de caja*

**Nota.** Esta figura presenta de forma gráfica el flujo de caja.

## 8.7. Indicadores financieros

Como afirma Prieto [20], constituyen la forma más común de análisis financiero, es el resultado de establecer la relación numérica entre dos cantidades procedentes del estado de situación financiera o el estado de resultados. La aplicación de estas herramientas permitirá identificar la rentabilidad de la propuesta con base en el estado financiero propuesto y el flujo de caja.

### 8.7.1. Tasa interna de oportunidad (TIO)

Esta tasa es para determinar la tasa mínima de ganancia que espera tener un inversionista con el funcionamiento del proyecto. De acuerdo con Castellanos [58], estima el cálculo mínimo de rentabilidad que se espera obtener con la inversión realizada haciendo uso de los datos como el DFT, el porcentaje de inflación y la tarifa mínima que espera obtener un inversionista.

#### Ecuación 22.

*Tasa interna de oportunidad*

$$TIO = ((1 + \text{Promedio DTF}) * (1 + IPC) * (1 + \text{Tasa esperada por el inversionista})) - 1$$

**Nota.** Formula de la tasa interna de oportunidad.

Para calcular la tasa interna de oportunidad, el valor promedio DFT, es decir la tasa de interés de los certificados de depósito a término 180 días es tomado del Banco de la Republica de Colombia el cual corresponde a 1,95%. Por otra parte, el porcentaje de inflación es brindado por el DANE a través de su portal web y corresponde al -0,15% en el mes de noviembre del año 2020.

$$TIO = ((1 + 1,95\%) * (1 \pm 0,15\%) * (1 + 10\%)) - 1$$

$$TIO = 26,676\%$$



### 8.7.2. Valor presente neto (VPN)

De acuerdo con lo propuesto por Sapag [59], es el método más conocido, mejor y más generalmente aceptado por los evaluadores de proyectos. Calcula el valor actual de todos los flujos futuros de caja, proyectados a partir del primer periodo de operación, y le resta la inversión total expresada en el momento 0.

#### Ecuación 23.

*Valor presente neto*

$$VPN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{Ft}{(1+k)^t} = I_0 + \frac{F1}{(1+k)^1} + \frac{F2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{Fn}{(1+k)^n}$$

*Nota.* Formula de valor presente neto.

A continuación, se procede a encontrar el valor correspondiente al valor presente neto en USD.

$$VPN = -\$ 358.252 + \frac{\$ 1.560.000}{(1 + 26,676\%)^1} + \frac{\$ 1.134.657}{(1 + 26,676\%)^2} + \frac{\$ 1.177.850}{(1 + 26,676\%)^2} \\ + \frac{\$ 1.222.681}{(1 + 26,676\%)^2} + \frac{\$ 1.269.207}{(1 + 26,676\%)^2}$$

$$VPN = \$ 3.023.692,58$$

### 8.7.3. Relación costo beneficio (B/C)

La relación costo beneficio compara el valor actual de los beneficios proyectados con el valor actual de los costos, incluida la inversión [59].

**Ecuación 24.***Tasa interna de oportunidad*

$$\text{Relación } B/C = \frac{\sum VPI}{\sum VPE}$$

*Nota.* Donde,  $\sum VPI$  = Sumatoria de los ingresos valor presente y  $\sum VPE$  = Sumatoria de los egresos valor presente.

En seguida se desarrolla la relación beneficio costo en USD.

$$\begin{aligned} \sum VPI = & \frac{\$ 13.000.000}{(1 + 26,676\%)^1} + \frac{\$ 13.520.000}{(1 + 26,676\%)^2} + \frac{\$ 14.060.800}{(1 + 26,676\%)^3} + \frac{\$ 14.623.232}{(1 + 26,676\%)^4} \\ & + \frac{\$ 15.208.161}{(1 + 26,676\%)^5} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum VPE = & \frac{\$ 11.440.000}{(1 + 26,676\%)^1} + \frac{\$ 12.385.343}{(1 + 26,676\%)^2} + \frac{\$ 12.882.950}{(1 + 26,676\%)^3} + \frac{\$ 13.400.551}{(1 + 26,676\%)^4} \\ & + \frac{\$ 13.938.954}{(1 + 26,676\%)^5} \end{aligned}$$

$$\text{Relación } B/C = 1,09$$

El resultado obtenido de la relación beneficio costo es mayor a 1, lo que indica la viabilidad financiera del almacén central, se evidencia que los beneficios son mayores que el costo total del proyecto, lo que indica que se obtiene 0,09 USD por cada peso invertido en este.

## 9. CONCLUSIONES

El diagnóstico aplicado permite comprender la realidad interna y externa de la organización objeto de estudio, a nivel macro se identificaron factores en el entorno político, económico, social, tecnológico, ambiental y legal que representan oportunidades y amenazas reales que pueden beneficiar o afectar el proceso logístico de distribución de mercancía. La caracterización del proceso logístico llevado a cabo por Grupo Cosalco permite obtener un mayor entendimiento acerca de un distribuidor multinacional, ubicado en la región de América Central y el Caribe, esto se ve reflejado en los instrumentos aplicados.

Por otra parte, el procedimiento específico de diagnóstico a través de la integración de diferentes instrumentos como el diagrama causa efecto, la matriz Vester, técnicas multicriterio, permiten identificar y priorizar causas asociadas a la existencia de fallos en la gestión de la cadena de suministro de Grupo Cosalco, así mismo la aplicación de una técnica de investigación a cinco expertos en materia de logística y cadena de suministro proporciona un sustento para comparar los resultados del anterior procedimiento e incluso detectar nuevas consideraciones en el desarrollo del presente trabajo.

A través de la elaboración de una matriz debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas, es posible unificar los resultados de los análisis internos y externos, por medio de la asignación de diferentes factores como fortalezas, debilidades, amenazas y oportunidades, la síntesis de esta información representa una guía en la toma de decisiones a corto, mediano y largo plazo en búsqueda de beneficios organizacionales.

Con base en fuentes de información secundaria es posible identificar los principales factores a tener en cuenta en el diseño de una red de distribución, donde además de la configuración estructural de instalaciones que tiene por objetivo atender múltiples demandas, los costos asociados a instalaciones, transporte e inventarios serán determinantes en la evaluación de la red.

A través de fuentes de información primarias y secundarias se determinó el diseño de una red de distribución para Grupo Cosalco, este se fundamenta inicialmente en la aplicación de listas de chequeo las cuales ofrecen un porcentaje de cumplimiento frente a cinco modelos de distribución propuestos, directa 31,82%, escalonada 72,73%, cross docking 31,82%, directa desde almacén central 18,18% y plataforma de consolidación 18,18%, la organización objeto de estudio presenta mayor porcentaje de correspondencia con el modelo de distribución escalona. Posterior a esto se aplicó técnicas multicriterio para fundamentar la decisión, sin embargo, finalmente a través de la opinión de los cinco expertos quienes seleccionaron por consenso la opción de distribución escalonada como la más acertada, determino la alternativa elegida; la propuesta de configuración propone la incursión de un almacén central en Nicaragua, la determinación de la ubicación está justificada en la ejecución de un modelo de centro de gravedad.

La formulación y aplicación de modelos matemáticos fundamenta de forma cuantitativa la toma de decisiones en el panorama a largo plazo, a través de los parámetros conocidos de la organización objeto de estudio es posible determinar las cantidades optimas a transportar por cada nodo de la red de distribución logística. Además, a partir de un análisis comparativo de escenarios, teniendo en cuenta su justificación en los costos fijos asociados, a mayores volúmenes a transportar a través de la red genera una disminución de los primeros, lo cual habilita la viabilidad de establecer un almacén central de acuerdo a los entornos simulados.

La evaluación financiera de la configuración de red de distribución logística fundamentada en el establecimiento de un almacén central establece un panorama viable teniendo en cuenta primeramente los resultados positivos del flujo de caja a lo largo del horizonte de tiempo, así mismo los indicadores financieros denotan la rentabilidad de la propuesta, donde se obtuvo un valor presente neto de \$ 3.023.692,58 millones de dólares el cual representa la ganancia en términos monetarios a valores de hoy, por último, la relación beneficio costo indica que por cada dólar invertido se obtendrá un beneficio de 1,09 dólares.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] A. J. Carreño Solís, Cadena de suministro y logística, Lima: Pontificia Universidad Católica de Perú, 2017, p. 570.
- [2] S. Chopra y M. Peter, Administración de la cadena de suministro: Estrategia, planeación y operación, Quinta ed., México: Pearson Educación, 2013, p. 528.
- [3] R. Torres-Rabello y J. H. Chávez, Supply chain management: (gestión de la cadena de suministro), Santiago: Ril editores, 2005, p. 236.
- [4] R. H. Ballou, Logística Administración de la cadena de suministro, Quinta ed., México: PEARSON EDUCACIÓN, 2004, p. 816.
- [5] J. W. Escobar, «Rediseño de una red de distribución con variabilidad de demanda usando la metodología de escenarios,» Revista Facultad de Ingeniería, vol. 21, n° 32, pp. 9-19, 2012.
- [6] I. Mafla y J. W. Escobar, «Rediseño de una red de distribución para un grupo de empresas que pertenecen a un holding multinacional considerando variabilidad en la demanda,» Revista de la Facultad de Ingeniería U.C.V., vol. 30, n° 1, pp. 37-48, 2015.
- [7] D. L. Peña-Orozco, J. F. Urueña-Villamil y L. A. González-Valencia, «Diseño de una red logística para una comercializadora ferretera en el centro del Valle del Cauca,» Entramado, vol. 12, n° 1, pp. 304-330, 2016.
- [8] H. M. Gámez-Albán y C. Mejía-Argueta, «Diseño de una red de distribución a través de un modelo de optimización considerando agotados,» Ingeniare. Revista chilena de ingeniería, vol. 25, n° 4, pp. 619-632, 2017.
- [9] J. C. Montaña Rincón, Configuración de una red de distribución física para un operador logístico en Bogotá, Bogotá D.C.: Universidad Católica de Colombia, 2019.
- [10] A. Ramos, P. Sánchez, J. M. Ferrer, J. Barquín y P. Linares, Modelos matemáticos de optimización, Madrid: Universidad Pontificia Comillas, 2010.
- [11] J. E. Prieto Herrera, Gestión estratégica organizacional, Cuarta ed., Bogotá D.C.: Ecoe Ediciones, 2012, p. 284.
- [12] D. J. Bowersox, D. J. Closs y M. B. Cooper, Administración y logística en la cadena de suministros, 2 ed., México D.F.: McGraw-Hill, 2007, p. 409.

- [13] S. Ávila, *Logística y Distribución Física Internacional: Clave en las operaciones de comercio exterior*, Bogotá: Cámara de Comercio de Bogotá, 2010.
- [14] M. Bocco, *Funciones elementales para construir modelos matemáticos*, Buenos Aires: Ministerio de Educación de la Nación. Instituto Nacional de Educación Tecnológica, 2010.
- [15] O. Sánchez, «Simulación de Sistemas Estocásticos,» TIS Consulting Group, 05 07 2010. [En línea]. Available: <https://tisconsulting.org/es/blog/simulating-stochastic-systems/>. [Último acceso: 29 11 2020].
- [16] Á. L. y. G. L. G. GONZÁLEZ ARIZA, *Manual Práctico de Investigación de Operaciones I*, Cuarta ed., Barranquilla: Editorial Universidad del Norte, 2015, p. 352.
- [17] I. Flores, *Programación Dinámica*, Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería. Class notes, 2015.
- [18] R. y. G. G. D. CARRO PAZ, *Logística Empresarial*, Mar del Plata: Universidad Nacional de Mar del Plata. Facultad de Ciencias Económicas y Sociales, 2015, p. 40.
- [19] H. ORTIZ ANAYA, *Análisis financiero aplicado y principios de administración financiera*, 14 ed., Bogotá: Universidad Externado de Colombia, 2011.
- [20] C. A. PRIETO HURTADO, *Análisis Financiero*. Colección didáctica ciencias económicas y administrativas, Colombia: Fundación para la Educación Superior San Mateo, 2010.
- [21] A. Castellanos Ramírez, *Logística comercial internacional*, Barranquilla: Editorial Universidad del Norte, 2015.
- [22] L. A. Mora García, *Gestión logística integral*, Bogotá D.C.: Ecoe Ediciones, 2010, p. 380.
- [23] Grupo Cosalco, «NOSOTROS,» [En línea]. Available: <https://cosalco.com/nosotros/>. [Último acceso: 24 09 2020].
- [24] O. Cejas y P. C. Lanza, *Dirección estratégica: Desarrollo de estrategias en ambientes de turbulencia*, Buenos Aires: Editorial Nobuko, 2011.
- [25] G. Johnson, K. Scholes y R. Whittington, *Dirección Estratégica*, Séptima ed., Madrid: Pearson Educación, 2006, p. 712.
- [26] K. Schwab, «The Global Competitiveness Report,» World Economic Forum, Ginebra, 2019.

- [27] D. d. C. I. e. Integración, «Perspectivas del Comercio Internacional de América Latina y el Caribe 2019: el adverso contexto mundial profundiza el rezago de la región,» CEPAL, Santiago, 2019.
- [28] Comisión Económica para América Latina y el Caribe ; Oxfam, Los incentivos fiscales a las empresas en América Latina y el Caribe, Santiago: CEPAL y OXFAM, 2019, p. 84.
- [29] G. Ibertransit, «¿Qué son los depósitos aduaneros?,» Grupo Ibertransit, 20 11 2017. [En línea]. Available: <https://www.ibertransit.com/que-son-los-depositos-aduaneros>. [Último acceso: 28 10 2020].
- [30] C. E. p. A. L. y. e. C. (CEPAL), «Balance Preliminar de las Economías de América Latina y el Caribe,» CEPAL, Santiago, 2019.
- [31] A. Ayuso Pozo, América Latina y el Caribe: resistencias y resiliencias en tensión, Barcelona: CIDOB, 2020.
- [32] B. Martínez, «Coronavirus. Lanzan un paro en los puertos en reclamo de medidas de seguridad,» LA NACION, 17 03 2020. [En línea]. Available: <https://www.lanacion.com.ar/economia/campo/coronavirus-lanzan-paro-puertos-granarios-reclamo-medidas-nid2344431>. [Último acceso: 15 09 2020].
- [33] R. PortalPortuario.cl, «Unión Portuaria anuncia paro a partir de las 10.00 de la mañana del miércoles por retiro del 10% de las AFP,» Portal Portuario, 21 07 2020. [En línea]. Available: <https://portalportuario.cl/union-portuaria-anuncia-paro-a-partir-de-las-10-00-del-miercoles-por-retiro-del-10-de-las-afp/>. [Último acceso: 15 09 2020].
- [34] Organización Mundial de la Salud, «Preguntas y respuestas sobre la enfermedad por coronavirus (COVID-19),» Organización Mundial de la Salud, [En línea]. Available: <https://www.who.int/es/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/advice-for-public/q-a-coronaviruses>. [Último acceso: 14 11 2020].
- [35] G. y. S. R. Pérez, «Logística para la producción, la distribución y el comercio,» CEPAL, Santiago, 2019.
- [36] SAP, ERP y gestión financiera, Bogotá D.C.: SAP Copyright Department, 2020.

- [37] F. Badenschier, «La logística altera el clima y el clima afecta la logística,» Deutsche Welle, 21 05 2013. [En línea]. Available: <https://www.dw.com/es/la-log%C3%ADstica-altera-el-clima-y-el-clima-afecta-la-log%C3%ADstica/a-16826886>. [Último acceso: 16 09 2020].
- [38] Banrepcultural, Sectores económicos, Bogotá: Banco de la República de Colombia, 2000.
- [39] M. d. R. Navarrete Chávez, Z. Borjas López y H. Escorza Castillo, «LA TRANSFORMACIÓN URBANA Y LAS ACTIVIDADES ECONÓMICAS TERCIARIAS,» de AGENDA PÚBLICA PARA EL DESARROLLO REGIONAL, LA METROPOLIZACIÓN Y LA SOSTENIBILIDAD, vol. 3, México, Universidad Nacional Autónoma de México y Asociación Mexicana de Ciencias para el Desarrollo Regional A.C, Coeditores, 2018, pp. 272-292.
- [40] N. Unidas, «Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo,» Comisión de Comercio y Desarrollo, Ginebra, 2017.
- [41] A. Bárcena, «Los efectos del COVID-19 en el comercio internacional y la logística,» Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Santiago, 2020.
- [42] Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), Encuesta mensual de comercio (EMC), Bogotá D.C.: Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), 2020.
- [43] Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE, «Clasificación industrial internacional uniforme de todas las actividades económicas (CIIU),» Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE, [En línea]. Available: <https://www.dane.gov.co/index.php/sistema-estadistico-nacional-sen/normas-y-estandares/nomenclaturas-y-clasificaciones/clasificaciones/clasificacion-industrial-internacional-uniforme-de-todas-las-actividades-economicas-ciiu>. [Último acceso: 17 09 2020].
- [44] L. GODÁS, «La distribución: comerciomayorista y minorista,» OFFARM, vol. 26, nº 3, pp. 110-114, 2007.
- [45] M. Rajadell Carreras y J. L. Sánchez García, LEAN MANUFACTURING. La evidencia de una necesidad, Madrid: Ediciones Díaz de Santos, 2010, p. 272.



- [46] R. Hernández Sampieri, C. Fernández Collado y M. d. P. Baptista Lucio, Metodología de la investigación, Quinta ed., México D.F.: McGRAW-HILL, 2010.
- [47] W. A. Sarache, C. Hoyos Montoya y J. C. Burbano J., «Procedimiento para la evaluación de proveedores mediante técnicas multicriterio,» *Scientia Et Technica*, vol. X, n° 24, pp. 219-224, 2004.
- [48] L. T. REYES CORTES y H. M. TORRES QUIROGA, DISEÑO DE UN MODELO LOGÍSTICO DE ENTRADA PARA UNA RED DE VALOR EN EL SECTOR TEXTIL Y DE CONFECCIÓN EN BOGOTÁ D.C., BOGOTÁ D.C.: FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA, 2019.
- [49] M. Aigeneren, Análisis de contenido. Una introducción. La Sociología En Sus Escenarios, Medellín: SOCESC, 2009.
- [50] J. J. Anaya Tejero, Logística integral la gestión operativa de la empresa, Tercera ed., Madrid: ESIC EDITORIAL, 2007.
- [51] H. M. Gámez-Albán, C. Mejía-Argueta y R. A. León Espinosa de los Monteros, «Diseño de una red de distribución a través de un modelo,» *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, vol. 25, n° 4, pp. 619-632, 2017.
- [52] S. Ávila, Guía Práctica. Logística y distribución física internacional. Clave en las operaciones de comercio exterior, Bogotá: Cámara de Comercio de Bogotá, 2010.
- [53] P. F. AYALA ACOSTA y J. E. CAMACHO ARAGÓN, DISEÑO DE UNA RED DE VALOR GLOBAL PARA EL SECTOR PETRÓLEO, Bogotá: UNIVERSIDAD DE AMÉRICA, 2018.
- [54] E. Castello Muñoz, «MODELOS DE PROGRAMACION MATEMATICA DE LA EMPRESA,» *Revista Española de Financiación y Contabilidad*, pp. 577-590, 1975.
- [55] L. C. Sánchez y J. Herrera, «Solution to the Multiple Products Transportation Problem: Linear Programming Optimization With Excel Solver,» *IEEE LATIN AMERICA TRANSACTIONS*, vol. 14, n° 2, pp. 1018-1023, 2016.
- [56] M. Merino Maestre, «Técnicas Clásicas de Optimización.,» [En línea]. [Último acceso: 2021 02 02].

- [57] J. J. Wild, S. K. R. y R. F. Halsey, Análisis de estados financieros, Novena ed., México D.F.: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A., 2007.
- [58] E. N. CASTELLANOS ROJAS, ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA EMPRESA QUE COMERCIALICE Y HAGA EL MONTAJE DE PISOS ELÉCTRICOS EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C., BOGOTA D.C.: FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA, 2020.
- [59] N. Sapag Chain, Proyectos de inversión Formulación y evaluación, Segunda ed., Chile: Pearson Educación, 2011, p. 544.
- [60] M. LLC., «Political Risk Map 2020 Trade Tensions Threaten Political Stability,» 2020.
- [61] C. E. p. A. L. y. e. C. (CEPAL), Panorama Fiscal de América Latina: La política fiscal ante la crisis derivada de la pandemia de la enfermedad por coronavirus (COVID-19), Santiago: CEPAL, 2020, p. 166.
- [62] CEPAL, «Panorama Fiscal de América Latina y el Caribe, 2020: la política fiscal ante la crisis derivada de la pandemia de la enfermedad por coronavirus (COVID-19),» Revista CEPAL, vol. 1, n° 1, p. 166, 06 07 2020.
- [63] M. J. Freire-Seoane y B. y. D. I. P. Z. I. López-Bermúdez, «Efectos del transporte marítimo en contenedores sobre el crecimiento económico en los países de la costa oeste de América Latina,» Revista CEPAL, vol. 130, n° 5, pp. 91-108, 20 04 2020.
- [64] R. A. Española, «Diccionario de la lengua española,» Real Academia Española, 20 08 2020. [En línea]. Available: <https://dle.rae.es/diagnosticar>. [Último acceso: 20 08 2020].
- [65] I. y. T. Ministerio de Comercio, «Acuerdos comerciales vigentes,» Republica de Colombia, 2020. [En línea]. Available: <https://www.mincit.gov.co/estudios-economicos/seguimiento-tlc>. [Último acceso: 09 09 2020].
- [66] Banco de República, «Tasa Representativa del Mercado (TRM - Peso por dólar),» Banco de República, 13 06 2019. [En línea]. Available: <https://www.banrep.gov.co/es/estadisticas/trm>. [Último acceso: 16 09 2020].
- [67] C. E. p. A. L. y. e. C. (CEPAL), «Anuario Estadístico de América Latina y el Caribe,» Santiago, 2019.

- [68] A. Matas, «Diseño del formato de escalas tipo Likert: un estado de la cuestión.» Revista Electrónica de Investigación, vol. 20, nº 1, pp. 38-47, 2018.
- [69] M. E. García-Ruiz y F. J. Lena-Acebo, «Aplicación del metodo delphi en el diseño de una investigación cuantitativa sobre el fenómeno FABLAB,» Revista de Metodología de Ciencias Sociales, vol. 40, nº 1, pp. 129-166, 2018.
- [70] Ministerio de Comercio e Industrias , «Acuerdos Comerciales Vigentes,» República de Panamá, 2018. [En línea]. Available: <https://www.mici.gob.pa/negociaciones-comerciales-internacionales>. [Último acceso: 09 09 2020].
- [71] I. y. T. Ministerio de Comercio, «¿Qué son los Tratados de Libre Comercio-TLC?,» Republica de Colombia, 2018. [En línea]. Available: <http://www.tlc.gov.co/>. [Último acceso: 09 09 2020].
- [72] B. d. I. República, «Sectores económicos,» Bogotá, 2017.
- [73] S. E. C.-C. O. P. & G.-R. A. P. Castiblanco-Moreno, «El sector servicios en Colombia: una exploración de la relación entre innovación e internacionalización,» Dimensión Empresarial, vol. 15, nº 2, pp. 117-140, 2017.
- [74] H. M. Gámez-Albán y C. y. L. E. d. I. M. R. A. Mejía-Argueta, «Diseño de una red de distribución a través de un modelo de optimización considerando agotados,» Ingeniare. Revista chilena de ingeniería., vol. 25, nº 4, pp. 619-632, 2017.
- [75] M. Reguant Álvarez y M. Torrado Fonseca, «El método Delphi,» Revista d'Innovació i Recerca en Educació, vol. 9, nº 1, pp. 87-102, 07 01 2016.
- [76] J. M. Mendoza Guerra, Decisiones estratégicas - Macroadministración, Barranquilla: Editorial Universidad del Norte, 2011, p. 264.
- [77] H. F. Attorresi y e. al, «Teoría de Respuesta al Ítem Conceptos básicos y aplicaciones para la medición de constructos psicológicos,» REVISTA ARGENTINA DE CLÍNICA PSICOLÓGICA, vol. XVIII, nº 2, pp. 179-188, 2009.
- [78] «redac\_especializada,» [En línea]. Available: <https://sites.google.com/site/redacespecializada/home/cmo-elaborar-una-entrevista>. [Último acceso: 17 09 2020].

- [79] Grupo Cosalco, «MATERIAS PRIMAS E INSUMOS,» Grupo Cosalco, [En línea]. Available: <http://www.cosalco.com/materias-primas-e-insumos/>. [Último acceso: 25 09 2020].
- [80] Organización Mundial del Comercio (OMC), «Facilitación del comercio — Menos “papeleo” en la frontera,» Organización Mundial del Comercio (OMC), [En línea]. Available: [https://www.wto.org/spanish/tratop\\_s/tradfa\\_s/tradfa\\_introduction\\_s.htm](https://www.wto.org/spanish/tratop_s/tradfa_s/tradfa_introduction_s.htm). [Último acceso: 17 09 2020].
- [81] Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE, «Cuentas nacionales trimestrales,» Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE, [En línea]. Available: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/cuentas-nacionales/cuentas-nacionales-trimestrales>. [Último acceso: 17 09 2020].
- [82] CEPAL, «CEPALSTAT,» [En línea]. Available: <https://cepalstat-prod.cepal.org/cepalstat/tabulador/ConsultaIntegrada.asp?idIndicador=2204&idioma=e>. [Último acceso: 26 08 2020].
- [83] M. d. E. Guatemala, «Acuerdos Comerciales,» Ministerio de Economía Guatemala, [En línea]. Available: <https://www.mineco.gob.gt/node/488>. [Último acceso: 09 09 2020].
- [84] Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), «Los efectos del COVID-19 en el comercio internacional y la logística,» Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Santiago, 2020.
- [85] R. Mangiaracina, G. Song y A. Perego, «Distribution network design: a literature review and a research agenda,» *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, vol. 45, n° 5, pp. 506-531, 2015.
- [86] J. A. Velásquez Campos, *Diseño de un modelo logístico para el servicio postventa en los CST para el sector automotriz*, Bogotá D.C., Colombia: Facultad de Ingenierías, Fundación Universidad de América, 2018.
- [87] C. A. Pinzón Peña y S. Prieto Cristancho, *Diseño de un modelo logístico de salida para una red de valor*, Bogotá D.C., Colombia: Facultad de Ingenierías, Fundación Universidad de América, 2018.

- [88] P. Gorissen, «Google Maps / Open Streetmap Latitude, Longitude Popup,» 23 7 2013. [En línea]. Available: <http://www.gorissen.info/Pierre/maps/googleMapLocation.php?lat=12,257957&lon=-86,2895172488455>. [Último acceso: 12 11 2020].
- [89] Ministerio de comercio, industria y turismo, Manual de Normas Comercio Exterior Colombiano, Bogota D.C.: Ministerio de Comercio, Industria y Turismo.

## **ANEXOS**

**ANEXO 1.**  
**FORMATO ENCUESTA**

**FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA  
FACULTAD DE INGENIERÍAS  
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
TRABAJO DE GRADO  
DISEÑO DE UNA RED DE DISTRIBUCIÓN LOGÍSTICA PARA EL GRUPO COSALCO**

**ENCUESTA**

Fecha: \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

<b>INFORMACIÓN DEL EXPERTO</b>	
<b>Nombre y Apellidos</b>	
<b>Profesión</b>	
<b>Organización</b>	
<b>Cargo</b>	
<b>Áreas de experiencia</b>	
<b>Años de experiencia</b>	

**Objetivo:** Validar las causas identificadas en fuentes secundarias que ocasionan fallos en la gestión de la cadena de suministro, a través de fuentes primarias o un grupo de expertos; asimismo se busca establecer el punto de partida para diseñar la red de distribución logística de la organización objeto de estudio a través de la identificación de factores clave.

**Perfil del entrevistado:** Profesional con conocimientos y experiencia en gestión de la cadena de suministro, así como en logística de distribución; debe pertenecer al nivel estratégico o táctico dentro de la planeación estratégica de su organización.

**Metodología:** Esta encuesta está compuesta por 8 preguntas (abiertas y cerradas), las cuales serán respondidas por cada uno de los expertos; la primera tiene la finalidad de validar las causas que ocasionan fallos en la gestión de la cadena de suministro, mientras que las siguientes tienen el propósito de identificar los factores clave en el diseño de una red de distribución logística para una organización como la analizada en el presente trabajo de investigación.

**PREGUNTAS**

**1.** Califique de 1 a 3 las siguientes causas identificadas que considera que generan fallos en la gestión de la cadena de suministro teniendo en cuenta la información de la organización objeto de estudio. Donde 3 es influyente, 2 es parcialmente influyente y 1 no es influyente.

Número de causa	Nombre de causa	Descripción de causa	Calificación (1 a 3)
1	Número, tamaño y ubicación de almacenes, plantas y terminales no establecido	Cantidad, capacidad y ubicación geográfica de las instalaciones físicas en la cadena de suministro no establecidas	



2	Función de instalaciones no definido	Falta de determinación de almacenes y centros de distribución como instalaciones de cruce, de andén o de almacenamiento	
3	Ubicación de inventarios y políticas de control no establecido	La política de control de inventario no está definida claramente	
4	Inventario de seguridad no establecido	Inventario que se mantiene en caso de que la demanda supere lo esperado no establecido	
5	Inventario de ciclo no establecido	Cantidad de inventario promedio que se emplea para satisfacer la demanda entre los recibos de embarques del proveedor no establecido	
6	Inventario estacional no establecido	Inventario para contrarrestar la variabilidad predecible de la demanda no establecido	
7	Nivel de disponibilidad del producto no establecido	Fracción de la demanda que se satisface a tiempo a partir del producto que se mantiene en inventario no establecido	
8	Desaprovechamiento o incertidumbre frente a la elección de modos de transporte	Fallos en la selección del modo de transporte o el tamaño del envío	
9	Ausencia de diseño de una red de transporte	Fallos en la elección de conjunto de ubicaciones y rutas que se usan para enviar un producto	
10	Ausencia de desarrollo de relaciones proveedor-comprador	Ausencia de desarrollo de relaciones entre organizaciones	
11	Fallos en contratación, selección de vendedor, compras adelantadas	Fallos en procesos de contratación, selección de vendedores o compras adelantadas	
12	Errores de abastecimiento	Errores en el proceso en el cual el proveedor envía el producto en respuesta a los pedidos del cliente (organización objeto de estudio).	
13	Fallos en el sistema de procesamiento de pedidos	Fallos en el sistema interno de procesamiento de pedidos por parte de los clientes	
14	Estándares de servicio al cliente no establecidos	Nivel de rendimiento y el grado de rapidez al cual debe responder la empresa no establecido	
15	Reglas de prioridad para pedidos de cliente no establecidas	Falta de diferenciación de un cliente con respecto de otro cuando se presenta una situación de pedidos pendientes	
16	Ausencia de diseño de distribución en planta de almacenes	Ausencia de diseño de distribución en planta de almacenes	
17	Problemas con el enfoque Push / Pull.	Desconocimiento de requerimientos de información según enfoque Push / Pull	
18	Fallos en la coordinación de la cadena de suministro	Carencia de coordinación entre los diferentes etapas de la cadena de suministro	
19	Errores de pronóstico y planeación agregada	Errores según método de pronóstico y planeación agregada	
20	Tecnologías inadecuadas	Uso de tecnologías obsoletas o inadecuadas a las necesidades actuales	

21	Fijación de precios no adecuada	Fijación de precios no adecuada para los clientes	
22	Precios altos	Precios altos ofrecidos a los clientes frente a la competencia	

De acuerdo a su conocimiento y experiencia tenga en cuenta la presente información para responder las siguientes preguntas.

<b>INFORMACIÓN DE LA ORGANIZACIÓN OBJETO DE ESTUDIO</b>
La organización objeto de estudio se dedica a la actividad económica de comercio al por mayor y distribución de materias primas, insumos, equipos auxiliares y software, atendiendo las industrias de empaques flexibles, plásticos, artes gráficas, entre otras. Cuenta con sedes en Colombia, Costa Rica, El Salvador, Guatemala y Panamá, países donde se encuentran sus clientes más importantes. Sus principales proveedores se ubican en Brasil, Estados Unidos, India, Italia y México.

2. ¿Cuáles son las principales causas que ocasionan fallos en una red de distribución logística teniendo en cuenta la información de la organización objeto de estudio?

---



---



---



---

3. ¿Cuáles de las siguientes áreas de decisión o directrices logísticas obtienen mayor importancia en el diseño de una red de distribución logística para una organización como la anteriormente presentada? Ordene de 1 a 9 según corresponda su importancia, donde 1 representa mayor importancia y 7 significa menor importancia.

<b>Directrices logísticas</b>	<b>Orden (1 a 9)</b>
Abastecimiento	
Almacenamiento	
Fijación de precios	
Información	
Instalaciones	
Inventarios	
Procesamiento de pedidos	
Servicio al cliente	
Transporte	

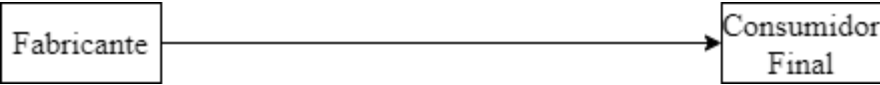
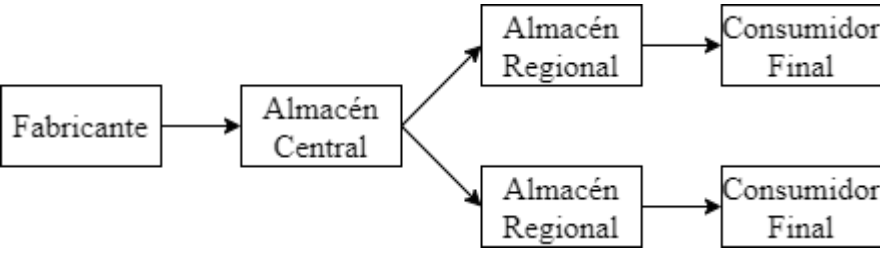
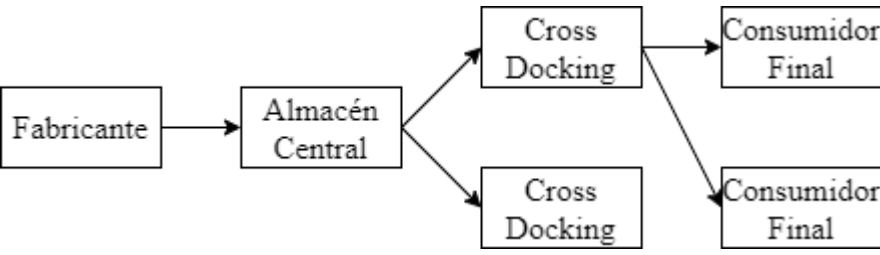
¿Considera otra(s)? Indique cuál(es) y su respectiva importancia independientemente del orden anteriormente establecido.

---



---

4. ¿Cuál de los siguientes modelos de red de distribución logística considera como el más adecuado teniendo en cuenta una organización como la anteriormente presentada? Ordene de 1 a 3 según corresponda su importancia, donde 1 representa mayor importancia y 3 significa menor importancia.

Modelo de distribución logística	Orden (1 a 3)
 <pre> graph LR     F[Fabricante] --&gt; CF[Consumidor Final]         </pre>	
 <pre> graph LR     F[Fabricante] --&gt; AC[Almacén Central]     AC --&gt; AR1[Almacén Regional]     AC --&gt; AR2[Almacén Regional]     AR1 --&gt; CF1[Consumidor Final]     AR2 --&gt; CF2[Consumidor Final]         </pre>	
 <pre> graph LR     F[Fabricante] --&gt; AC[Almacén Central]     AC --&gt; CD1[Cross Docking]     AC --&gt; CD2[Cross Docking]     CD1 --&gt; CF1[Consumidor Final]     CD2 --&gt; CF2[Consumidor Final]         </pre>	

¿Considera otro(s)? Indique cuál(es) y su respectiva importancia independientemente del orden anteriormente establecido.

---



---

5. ¿Cuál considera el orden de prioridad frente a las decisiones a tomar en relación al inventario para el diseño de una red de distribución logística para una organización como la anteriormente presentada? Ordene de 1 a 5 según corresponda su importancia, donde 1 representa mayor importancia y 5 significa menor importancia.

<b>Decisiones</b>	<b>Orden (1 a 5)</b>
Establecimiento de políticas de inventario	
Establecimiento de inventario de ciclo	
Establecimiento de inventario de seguridad	
Establecimiento de inventario estacional	
Establecimiento de nivel de disponibilidad de producto	

¿Considera otra(s)? Indique cuál(es) y su respectiva importancia independientemente del orden anteriormente establecido.

---



---

6. ¿Cuál considera el orden de prioridad frente a las decisiones a tomar en relación al transporte para el diseño de una red de distribución logística para una organización como la anteriormente presentada? Ordene de 1 a 5 según corresponda su importancia, donde 1 representa mayor importancia y 5 significa menor importancia.

<b>Decisiones</b>	<b>Orden (1 a 5)</b>
Selección del modo y servicio de transporte	
Consolidación del flete	
Rutas del transportador	
Programación de los vehículos	
Aplicación de las TIC en el transporte	

¿Considera otra(s)? Indique cuál(es) y su respectiva importancia independientemente del orden anteriormente establecido.

---



---

7. ¿Cuál considera el orden de prioridad frente a las decisiones a tomar en relación al servicio al cliente para el diseño de una red de distribución logística para una organización como la anteriormente presentada? Ordene de 1 a 5 según corresponda su importancia, donde 1 representa mayor importancia y 5 significa menor importancia.

<b>Decisiones</b>	<b>Orden (1 a 5)</b>
Establecimiento de tiempo de respuesta	
Fijación de niveles de servicio al cliente	
Aseguramiento de variedad de producto	
Trazabilidad del pedido por parte del cliente	
Retornabilidad del pedido por parte del cliente (devoluciones)	

¿Considera otra(s)? Indique cuál(es) y su respectiva importancia independientemente del orden anteriormente establecido.

---

#### 8. Frente a la planeación de la demanda

¿Cuál considera la afirmación de mayor gravedad frente a las decisiones a tomar, en relación a la planeación de la demanda para el diseño de una red de distribución logística para una organización como la anteriormente presentada? Ordene de 1 a 5 según corresponda su gravedad, donde 1 representa mayor gravedad y 5 significa menor gravedad.

<b>Afirmación</b>	<b>Orden (1 a 5)</b>
La organización no analiza la estacionalidad de la demanda	
La organización utiliza un método de pronósticos de demanda incorrecto	
La organización carece de un método para planificar la demanda	
Estimación independiente de la demanda por país	
El método de pronóstico empleado por la organización no tenga en cuenta la variabilidad de la demanda (picos o valles)	

¿Considera otra(s)? Indique cuál(es) y su respectiva importancia independientemente del orden anteriormente establecido.

---

**ANEXO 2.**  
**ENCUESTAS DILIGENCIADAS**

**FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA  
FACULTAD DE INGENIERÍAS  
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
TRABAJO DE GRADO  
DISEÑO DE UNA RED DE DISTRIBUCIÓN LOGÍSTICA PARA EL GRUPO COSALCO**

**ENCUESTA**

Fecha: \_\_\_\_22\_\_\_\_ / \_\_\_\_sep\_\_\_\_ / \_2020\_\_

<b>INFORMACIÓN DEL EXPERTO</b>	
<b>Nombre y Apellidos</b>	Santiago salazar
<b>Profesión</b>	Ingeniero Industrial
<b>Organización</b>	Grupo Cosalco
<b>Cargo</b>	Gerente General
<b>Áreas de experiencia</b>	Operaciones, mercadeo , Financiera
<b>Años de experiencia</b>	30

**Objetivo:** Validar las causas identificadas en fuentes secundarias que ocasionan fallos en la gestión de la cadena de suministro, a través de fuentes primarias o un grupo de expertos; asimismo se busca establecer el punto de partida para diseñar la red de distribución logística de la organización objeto de estudio a través de la identificación de factores clave.

**Perfil del entrevistado:** Profesional con conocimientos y experiencia en gestión de la cadena de suministro, así como en logística de distribución; debe pertenecer al nivel estratégico o táctico dentro de la planeación estratégica de su organización.

**Metodología:** Esta encuesta está compuesta por 8 preguntas (abiertas y cerradas), las cuales serán respondidas por cada uno de los expertos; la primera tiene la finalidad de validar las causas que ocasionan fallos en la gestión de la cadena de suministro, mientras que las siguientes tienen el propósito de identificar los factores clave en el diseño de una red de distribución logística para una organización como la analizada en el presente trabajo de investigación.

**PREGUNTAS**

**1.** Califique de 1 a 3 las siguientes causas identificadas que considera que generan fallos en la gestión de la cadena de suministro teniendo en cuenta la información de la organización objeto de estudio. Donde 3 es influyente, 2 es parcialmente influyente y 1 no es influyente.

Número de causa	Nombre de causa	Descripción de causa	Calificación (1 a 3)
1	Número, tamaño y ubicación de almacenes, plantas y terminales no establecido	Cantidad, capacidad y ubicación geográfica de las instalaciones físicas en la cadena de suministro no establecidas	3

2	Función de instalaciones no definido	Falta de determinación de almacenes y centros de distribución como instalaciones de cruce, de andén o de almacenamiento	2
3	Ubicación de inventarios y políticas de control no establecido	La política de control de inventario no está definida claramente	3
4	Inventario de seguridad no establecido	Inventario que se mantiene en caso de que la demanda supere lo esperado no establecido	3
5	Inventario de ciclo no establecido	Cantidad de inventario promedio que se emplea para satisfacer la demanda entre los recibos de embarques del proveedor no establecido	3
6	Inventario estacional no establecido	Inventario para contrarrestar la variabilidad predecible de la demanda no establecido	2
7	Nivel de disponibilidad del producto no establecido	Fracción de la demanda que se satisface a tiempo a partir del producto que se mantiene en inventario no establecido	2
8	Desaprovechamiento o incertidumbre frente a la elección de modos de transporte	Fallos en la selección del modo de transporte o el tamaño del envío	2
9	Ausencia de diseño de una red de transporte	Fallos en la elección de conjunto de ubicaciones y rutas que se usan para enviar un producto	3
10	Ausencia de desarrollo de relaciones proveedor-comprador	Ausencia de desarrollo de relaciones entre organizaciones	1
11	Fallos en contratación, selección de vendedor, compras adelantadas	Fallos en procesos de contratación, selección de vendedores o compras adelantadas	1
12	Errores de abastecimiento	Errores en el proceso en el cual el proveedor envía el producto en respuesta a los pedidos del cliente (organización objeto de estudio).	2
13	Fallos en el sistema de procesamiento de pedidos	Fallos en el sistema interno de procesamiento de pedidos por parte de los clientes	1
14	Estándares de servicio al cliente no establecidos	Nivel de rendimiento y el grado de rapidez al cual debe responder la empresa no establecido	2
15	Reglas de prioridad para pedidos de cliente no establecidas	Falta de diferenciación de un cliente con respecto de otro cuando se presenta una situación de pedidos pendientes	2
16	Ausencia de diseño de distribución en planta de almacenes	Ausencia de diseño de distribución en planta de almacenes	2
17	Problemas con el enfoque Push / Pull.	Desconocimiento de requerimientos de información según enfoque Push / Pull	1
18	Fallos en la coordinación de la cadena de suministro	Carencia de coordinación entre los diferentes etapas de la cadena de suministro	1
19	Errores de pronóstico y planeación agregada	Errores según método de pronóstico y planeación agregada	2
20	Tecnologías inadecuadas	Uso de tecnologías obsoletas o inadecuadas a las necesidades actuales	1



21	Fijación de precios no adecuada	Fijación de precios no adecuada para los clientes	1
22	Precios altos	Precios altos ofrecidos a los clientes frente a la competencia	1

De acuerdo a su conocimiento y experiencia tenga en cuenta la presente información para responder las siguientes preguntas.

<b>INFORMACIÓN DE LA ORGANIZACIÓN OBJETO DE ESTUDIO</b>
La organización objeto de estudio se dedica a la actividad económica de comercio al por mayor y distribución de materias primas, insumos, equipos auxiliares y software, atendiendo las industrias de empaques flexibles, plásticos, artes gráficas, entre otras. Cuenta con sedes en Colombia, Costa Rica, El Salvador, Guatemala y Panamá, países donde se encuentran sus clientes más importantes. Sus principales proveedores se ubican en Brasil, Estados Unidos, India, Italia y México.

2. ¿Cuáles son las principales causas que ocasionan fallos en una red de distribución logística teniendo en cuenta la información de la organización objeto de estudio?

- fallas en los lead times, tanto por demoras no planeadas en fabricación como demoras no previstas en los tiempos de tránsito de las embarcaciones.
- Mal pronóstico de compras, falla en el proceso de planeación de las compras.
- urgencias de los clientes debido a demanda inesperada de producción
- Flujo de caja que genera demoras en la liberación de órdenes de proveedores. \_\_\_\_

3. ¿Cuáles de las siguientes áreas de decisión o directrices logísticas obtienen mayor importancia en el diseño de una red de distribución logística para una organización como la anteriormente presentada? Ordene de 1 a 9 según corresponda su importancia, donde 1 representa mayor importancia y 9 significa menor importancia.

<b>Directrices logísticas</b>	<b>Orden (1 a 9)</b>
Abastecimiento	1
Almacenamiento	5
Fijación de precios	6
Información	4
Instalaciones	7
Inventarios	2
Procesamiento de pedidos	9
Servicio al cliente	3

Transporte	8
------------	---

¿Considera otra(s)? Indique cuál(es) y su respectiva importancia independientemente del orden anteriormente establecido.

---



---

4. ¿Cuál de los siguientes modelos de red de distribución logística considera como el más adecuado teniendo en cuenta una organización como la anteriormente presentada? Ordene de 1 a 3 según corresponda su importancia, donde 1 representa mayor importancia y 3 significa menor importancia.

Modelo de distribución logística	Orden (1 a 3)
<pre> graph LR     F[Fabricante] --&gt; CF[Consumidor Final]           </pre>	3
<pre> graph LR     F[Fabricante] --&gt; AC[Almacén Central]     AC --&gt; AR1[Almacén Regional]     AC --&gt; AR2[Almacén Regional]     AR1 --&gt; CF1[Consumidor Final]     AR2 --&gt; CF2[Consumidor Final]           </pre>	1
<pre> graph LR     F[Fabricante] --&gt; AC[Almacén Central]     AC --&gt; CD1[Cross Docking]     AC --&gt; CD2[Cross Docking]     CD1 --&gt; CF1[Consumidor Final]     CD2 --&gt; CF2[Consumidor Final]           </pre>	2

¿Considera otro(s)? Indique cuál(es) y su respectiva importancia independientemente del orden anteriormente establecido.

---



---

5. ¿Cuál considera el orden de prioridad frente a las decisiones a tomar en relación al inventario para el diseño de una red de distribución logística para una organización como la anteriormente presentada? Ordene de 1 a 5 según corresponda su importancia, donde 1 representa mayor importancia y 5 significa menor importancia.

<b>Decisiones</b>	<b>Orden (1 a 5)</b>
Establecimiento de políticas de inventario	1
Establecimiento de inventario de ciclo	4
Establecimiento de inventario de seguridad	3
Establecimiento de inventario estacional	5
Establecimiento de nivel de disponibilidad de producto	2

¿Considera otra(s)? Indique cuál(es) y su respectiva importancia independientemente del orden anteriormente establecido.

---



---

6. ¿Cuál considera el orden de prioridad frente a las decisiones a tomar en relación al transporte para el diseño de una red de distribución logística para una organización como la anteriormente presentada? Ordene de 1 a 5 según corresponda su importancia, donde 1 representa mayor importancia y 5 significa menor importancia.

<b>Decisiones</b>	<b>Orden (1 a 5)</b>
Selección del modo y servicio de transporte	5
Consolidación del flete	1
Rutas del transportador	4
Programación de los vehículos	2
Aplicación de las TIC en el transporte	3

¿Considera otra(s)? Indique cuál(es) y su respectiva importancia independientemente del orden anteriormente establecido.

---



---

7. ¿Cuál considera el orden de prioridad frente a las decisiones a tomar en relación al servicio al cliente para el diseño de una red de distribución logística para una organización como la anteriormente presentada? Ordene de 1 a 5 según corresponda su importancia, donde 1 representa mayor importancia y 5 significa menor importancia.

<b>Decisiones</b>	<b>Orden (1 a 5)</b>
Establecimiento de tiempo de respuesta	3
Fijación de niveles de servicio al cliente	1
Aseguramiento de variedad de producto	4
Trazabilidad del pedido por parte del cliente	2
Retornabilidad del pedido por parte del cliente (devoluciones)	5

¿Considera otra(s)? Indique cuál(es) y su respectiva importancia independientemente del orden anteriormente establecido.

---



---

#### 8. Frente a la planeación de la demanda

¿Cuál considera la afirmación de mayor gravedad frente a las decisiones a tomar, en relación a la planeación de la demanda para el diseño de una red de distribución logística para una organización como la anteriormente presentada? Ordene de 1 a 5 según corresponda su gravedad, donde 1 representa mayor gravedad y 5 significa menor gravedad.

<b>Afirmación</b>	<b>Orden (1 a 5)</b>
La organización no analiza la estacionalidad de la demanda	5
La organización utiliza un método de pronósticos de demanda incorrecto	1
La organización carece de un método para planificar la demanda	3
Estimación independiente de la demanda por país	2
El método de pronóstico empleado por la organización no tenga en cuenta la variabilidad de la demanda (picos o valles)	4

¿Considera otra(s)? Indique cuál(es) y su respectiva importancia independientemente del orden anteriormente establecido.

---



---

**FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA  
FACULTAD DE INGENIERÍAS  
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
TRABAJO DE GRADO  
DISEÑO DE UNA RED DE DISTRIBUCIÓN LOGÍSTICA PARA EL GRUPO COSALCO**

**ENCUESTA**

Fecha: 2020 / 09 /21

<b>INFORMACIÓN DEL EXPERTO</b>	
<b>Nombre y Apellidos</b>	Diego Mauricio Pinilla Castro
<b>Profesión</b>	Administrador Logístico
<b>Organización</b>	COSALCO COLOMBIA S.A.S
<b>Cargo</b>	Plannig y Data Master
<b>Áreas de experiencia</b>	10
<b>Años de experiencia</b>	

**Objetivo:** Validar las causas identificadas en fuentes secundarias que ocasionan fallos en la gestión de la cadena de suministro, a través de fuentes primarias o un grupo de expertos; asimismo se busca establecer el punto de partida para diseñar la red de distribución logística de la organización objeto de estudio a través de la identificación de factores clave.

**Perfil del entrevistado:** Profesional con conocimientos y experiencia en gestión de la cadena de suministro, así como en logística de distribución; debe pertenecer al nivel estratégico o táctico dentro de la planeación estratégica de su organización.

**Metodología:** Esta encuesta está compuesta por 8 preguntas (abiertas y cerradas), las cuales serán respondidas por cada uno de los expertos; la primera tiene la finalidad de validar las causas que ocasionan fallos en la gestión de la cadena de suministro, mientras que las siguientes tienen el propósito de identificar los factores clave en el diseño de una red de distribución logística para una organización como la analizada en el presente trabajo de investigación.

**PREGUNTAS**

**1.** Califique de 1 a 3 las siguientes causas identificadas que considera que generan fallos en la gestión de la cadena de suministro teniendo en cuenta la información de la organización objeto de estudio. Donde 3 es influyente, 2 es parcialmente influyente y 1 no es influyente.

Número de causa	Nombre de causa	Descripción de causa	Calificación (1 a 3)
1	Número, tamaño y ubicación de almacenes, plantas y terminales no establecido	Cantidad, capacidad y ubicación geográfica de las instalaciones físicas en la cadena de suministro no establecidas	3

2	Función de instalaciones no definido	Falta de determinación de almacenes y centros de distribución como instalaciones de cruce, de andén o de almacenamiento	3
3	Ubicación de inventarios y políticas de control no establecido	La política de control de inventario no está definida claramente	2
4	Inventario de seguridad no establecido	Inventario que se mantiene en caso de que la demanda supere lo esperado no establecido	3
5	Inventario de ciclo no establecido	Cantidad de inventario promedio que se emplea para satisfacer la demanda entre los recibos de embarques del proveedor no establecido	2
6	Inventario estacional no establecido	Inventario para contrarrestar la variabilidad predecible de la demanda no establecido	2
7	Nivel de disponibilidad del producto no establecido	Fracción de la demanda que se satisface a tiempo a partir del producto que se mantiene en inventario no establecido	2
8	Desaprovechamiento o incertidumbre frente a la elección de modos de transporte	Fallos en la selección del modo de transporte o el tamaño del envío	3
9	Ausencia de diseño de una red de transporte	Fallos en la elección de conjunto de ubicaciones y rutas que se usan para enviar un producto	3
10	Ausencia de desarrollo de relaciones proveedor-comprador	Ausencia de desarrollo de relaciones entre organizaciones	2
11	Fallos en contratación, selección de vendedor, compras adelantadas	Fallos en procesos de contratación, selección de vendedores o compras adelantadas	2
12	Errores de abastecimiento	Errores en el proceso en el cual el proveedor envía el producto en respuesta a los pedidos del cliente (organización objeto de estudio).	2
13	Fallos en el sistema de procesamiento de pedidos	Fallos en el sistema interno de procesamiento de pedidos por parte de los clientes	2
14	Estándares de servicio al cliente no establecidos	Nivel de rendimiento y el grado de rapidez al cual debe responder la empresa no establecido	2
15	Reglas de prioridad para pedidos de cliente no establecidas	Falta de diferenciación de un cliente con respecto de otro cuando se presenta una situación de pedidos pendientes	2
16	Ausencia de diseño de distribución en planta de almacenes	Ausencia de diseño de distribución en planta de almacenes	2
17	Problemas con el enfoque Push / Pull.	Desconocimiento de requerimientos de información según enfoque Push / Pull	3
18	Fallos en la coordinación de la cadena de suministro	Carencia de coordinación entre los diferentes etapas de la cadena de suministro	3
19	Errores de pronóstico y planeación agregada	Errores según método de pronóstico y planeación agregada	3
20	Tecnologías inadecuadas	Uso de tecnologías obsoletas o inadecuadas a las necesidades actuales	2

21	Fijación de precios no adecuada	Fijación de precios no adecuada para los clientes	3
22	Precios altos	Precios altos ofrecidos a los clientes frente a la competencia	2

De acuerdo a su conocimiento y experiencia tenga en cuenta la presente información para responder las siguientes preguntas.

<b>INFORMACIÓN DE LA ORGANIZACIÓN OBJETO DE ESTUDIO</b>
La organización objeto de estudio se dedica a la actividad económica de comercio al por mayor y distribución de materias primas, insumos, equipos auxiliares y software, atendiendo las industrias de empaques flexibles, plásticos, artes gráficas, entre otras. Cuenta con sedes en Colombia, Costa Rica, El Salvador, Guatemala y Panamá, países donde se encuentran sus clientes más importantes. Sus principales proveedores se ubican en Brasil, Estados Unidos, India, Italia y México.

**2.** ¿Cuáles son las principales causas que ocasionan fallos en una red de distribución logística teniendo en cuenta la información de la organización objeto de estudio?

Variaciones en la demanda por picos de producción o ingreso de nuevos clientes, el aumento de tiempos de tránsito debido a circunstancias ajenas como postergaciones de zarpe o escalas no contempladas y las consolidaciones por la naturaleza de los productos.

**3.** ¿Cuáles de las siguientes áreas de decisión o directrices logísticas obtienen mayor importancia en el diseño de una red de distribución logística para una organización como la anteriormente presentada? Ordene de 1 a 7 según corresponda su importancia, donde 1 representa mayor importancia y 7 significa menor importancia.

<b>Directrices logísticas</b>	<b>Orden (1 a 7)</b>
Abastecimiento	2
Almacenamiento	3
Fijación de precios	6
Información	5
Instalaciones	5
Inventarios	1
Procesamiento de pedidos	1
Servicio al cliente	4

Transporte	2
------------	---

¿Considera otra(s)? Indique cuál(es) y su respectiva importancia independientemente del orden anteriormente establecido.

4. ¿Cuál de los siguientes modelos de red de distribución logística considera como el más adecuado teniendo en cuenta una organización como la anteriormente presentada? Ordene de 1 a 3 según corresponda su importancia, donde 1 representa mayor importancia y 3 significa menor importancia.

Modelo de distribución logística	Orden (1 a 3)
<pre> graph LR     F[Fabricante] --&gt; CF[Consumidor Final]           </pre>	2
<pre> graph LR     F[Fabricante] --&gt; AC[Almacén Central]     AC --&gt; AR1[Almacén Regional]     AC --&gt; AR2[Almacén Regional]     AR1 --&gt; CF1[Consumidor Final]     AR2 --&gt; CF2[Consumidor Final]           </pre>	1
<pre> graph LR     F[Fabricante] --&gt; AC[Almacén Central]     AC --&gt; CD1[Cross Docking]     AC --&gt; CD2[Cross Docking]     CD1 --&gt; CF1[Consumidor Final]     CD2 --&gt; CF2[Consumidor Final]           </pre>	3

¿Considera otro(s)? Indique cuál(es) y su respectiva importancia independientemente del orden anteriormente establecido.

---



5. ¿Cuál considera el orden de prioridad frente a las decisiones a tomar en relación al inventario para el diseño de una red de distribución logística para una organización como la anteriormente presentada? Ordene de 1 a 5 según corresponda su importancia, donde 1 representa mayor importancia y 5 significa menor importancia.

<b>Decisiones</b>	<b>Orden (1 a 5)</b>
Establecimiento de políticas de inventario	2
Establecimiento de inventario de ciclo	4
Establecimiento de inventario de seguridad	1
Establecimiento de inventario estacional	3
Establecimiento de nivel de disponibilidad de producto	5

¿Considera otra(s)? Indique cuál(es) y su respectiva importancia independientemente del orden anteriormente establecido.

---



---

6. ¿Cuál considera el orden de prioridad frente a las decisiones a tomar en relación al transporte para el diseño de una red de distribución logística para una organización como la anteriormente presentada? Ordene de 1 a 5 según corresponda su importancia, donde 1 representa mayor importancia y 5 significa menor importancia.

<b>Decisiones</b>	<b>Orden (1 a 5)</b>
Selección del modo y servicio de transporte	3
Consolidación del flete	1
Rutas del transportador	2
Programación de los vehículos	5
Aplicación de las TIC en el transporte	4

¿Considera otra(s)? Indique cuál(es) y su respectiva importancia independientemente del orden anteriormente establecido.

---



---

7. ¿Cuál considera el orden de prioridad frente a las decisiones a tomar en relación al servicio al cliente para el diseño de una red de distribución logística para una organización como la anteriormente presentada? Ordene de 1 a 5 según corresponda su importancia, donde 1 representa mayor importancia y 5 significa menor importancia.

<b>Decisiones</b>	<b>Orden (1 a 5)</b>
Establecimiento de tiempo de respuesta	1
Fijación de niveles de servicio al cliente	2
Aseguramiento de variedad de producto	4
Trazabilidad del pedido por parte del cliente	3
Retornabilidad del pedido por parte del cliente (devoluciones)	5

¿Considera otra(s)? Indique cuál(es) y su respectiva importancia independientemente del orden anteriormente establecido.

---



---

#### 8. Frente a la planeación de la demanda

¿Cuál considera la afirmación de mayor gravedad frente a las decisiones a tomar, en relación a la planeación de la demanda para el diseño de una red de distribución logística para una organización como la anteriormente presentada? Ordene de 1 a 5 según corresponda su gravedad, donde 1 representa mayor gravedad y 5 significa menor gravedad.

<b>Afirmación</b>	<b>Orden (1 a 5)</b>
La organización no analiza la estacionalidad de la demanda	1
La organización utiliza un método de pronósticos de demanda incorrecto	5
La organización carece de un método para planificar la demanda	4
Estimación independiente de la demanda por país	2
El método de pronóstico empleado por la organización no tenga en cuenta la variabilidad de la demanda (picos o valles)	3

¿Considera otra(s)? Indique cuál(es) y su respectiva importancia independientemente del orden anteriormente establecido.

---



---

**FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA  
FACULTAD DE INGENIERÍAS  
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
TRABAJO DE GRADO  
DISEÑO DE UNA RED DE DISTRIBUCIÓN LOGÍSTICA PARA EL GRUPO COSALCO**

**ENCUESTA**

Fecha: \_\_14\_\_\_\_ / \_\_10\_\_\_\_ / \_\_2020\_\_\_\_

<b>INFORMACIÓN DEL EXPERTO</b>	
<b>Nombre y Apellidos</b>	GUSTAVO SALAS OROZCO
<b>Profesión</b>	ING. INDUSTRIAL
<b>Organización</b>	FUNDACION UNIVERSIDAD DE AMERICA
<b>Cargo</b>	DOCENTE TIEMPO COMPLETO
<b>Áreas de experiencia</b>	LOGISTICA, COMERCIO INTERNACIONAL, FINANZAS
<b>Años de experiencia</b>	10

**Objetivo:** Validar las causas identificadas en fuentes secundarias que ocasionan fallos en la gestión de la cadena de suministro, a través de fuentes primarias o un grupo de expertos; asimismo se busca establecer el punto de partida para diseñar la red de distribución logística de la organización objeto de estudio a través de la identificación de factores clave.

**Perfil del entrevistado:** Profesional con conocimientos y experiencia en gestión de la cadena de suministro, así como en logística de distribución; debe pertenecer al nivel estratégico o táctico dentro de la planeación estratégica de su organización.

**Metodología:** Esta encuesta está compuesta por 8 preguntas (abiertas y cerradas), las cuales serán respondidas por cada uno de los expertos; la primera tiene la finalidad de validar las causas que ocasionan fallos en la gestión de la cadena de suministro, mientras que las siguientes tienen el propósito de identificar los factores clave en el diseño de una red de distribución logística para una organización como la analizada en el presente trabajo de investigación.

**PREGUNTAS**

**1.** Califique de 1 a 3 las siguientes causas identificadas que considera que generan fallos en la gestión de la cadena de suministro teniendo en cuenta la información de la organización objeto de estudio. Donde 3 es influyente, 2 es parcialmente influyente y 1 no es influyente.

Número de causa	Nombre de causa	Descripción de causa	Calificación (1 a 3)
1	Número, tamaño y ubicación de almacenes, plantas y terminales no establecido	Cantidad, capacidad y ubicación geográfica de las instalaciones físicas en la cadena de suministro no establecidas	3

2	Función de instalaciones no definido	Falta de determinación de almacenes y centros de distribución como instalaciones de cruce, de andén o de almacenamiento	2
3	Ubicación de inventarios y políticas de control no establecido	La política de control de inventario no está definida claramente	2
4	Inventario de seguridad no establecido	Inventario que se mantiene en caso de que la demanda supere lo esperado no establecido	1
5	Inventario de ciclo no establecido	Cantidad de inventario promedio que se emplea para satisfacer la demanda entre los recibos de embarques del proveedor no establecido	2
6	Inventario estacional no establecido	Inventario para contrarrestar la variabilidad predecible de la demanda no establecido	2
7	Nivel de disponibilidad del producto no establecido	Fracción de la demanda que se satisface a tiempo a partir del producto que se mantiene en inventario no establecido	3
8	Desaprovechamiento o incertidumbre frente a la elección de modos de transporte	Fallos en la selección del modo de transporte o el tamaño del envío	1
9	Ausencia de diseño de una red de transporte	Fallos en la elección de conjunto de ubicaciones y rutas que se usan para enviar un producto	3
10	Ausencia de desarrollo de relaciones proveedor-comprador	Ausencia de desarrollo de relaciones entre organizaciones	1
11	Fallos en contratación, selección de vendedor, compras adelantadas	Fallos en procesos de contratación, selección de vendedores o compras adelantadas	1
12	Errores de abastecimiento	Errores en el proceso en el cual el proveedor envía el producto en respuesta a los pedidos del cliente (organización objeto de estudio).	3
13	Fallos en el sistema de procesamiento de pedidos	Fallos en el sistema interno de procesamiento de pedidos por parte de los clientes	2
14	Estándares de servicio al cliente no establecidos	Nivel de rendimiento y el grado de rapidez al cual debe responder la empresa no establecido	1
15	Reglas de prioridad para pedidos de cliente no establecidas	Falta de diferenciación de un cliente con respecto de otro cuando se presenta una situación de pedidos pendientes	2
16	Ausencia de diseño de distribución en planta de almacenes	Ausencia de diseño de distribución en planta de almacenes	1
17	Problemas con el enfoque Push / Pull.	Desconocimiento de requerimientos de información según enfoque Push / Pull	2
18	Fallos en la coordinación de la cadena de suministro	Carencia de coordinación entre los diferentes etapas de la cadena de suministro	2
19	Errores de pronóstico y planeación agregada	Errores según método de pronóstico y planeación agregada	3
20	Tecnologías inadecuadas	Uso de tecnologías obsoletas o inadecuadas a las necesidades actuales	1

21	Fijación de precios no adecuada	Fijación de precios no adecuada para los clientes	1
22	Precios altos	Precios altos ofrecidos a los clientes frente a la competencia	1

De acuerdo a su conocimiento y experiencia tenga en cuenta la presente información para responder las siguientes preguntas.

<b>INFORMACIÓN DE LA ORGANIZACIÓN OBJETO DE ESTUDIO</b>
La organización objeto de estudio se dedica a la actividad económica de comercio al por mayor y distribución de materias primas, insumos, equipos auxiliares y software, atendiendo las industrias de empaques flexibles, plásticos, artes gráficas, entre otras. Cuenta con sedes en Colombia, Costa Rica, El Salvador, Guatemala y Panamá, países donde se encuentran sus clientes más importantes. Sus principales proveedores se ubican en Brasil, Estados Unidos, India, Italia y México.

2. ¿Cuáles son las principales causas que ocasionan fallos en una red de distribución logística teniendo en cuenta la información de la organización objeto de estudio?

\_\_ Problemas de abastecimiento, o incorrecta planeación de la demanda de los insumos, que genera fallas en los inventarios, y posibles retrasos a los clientes en sus pedidos.

3. ¿Cuáles de las siguientes áreas de decisión o directrices logísticas obtienen mayor importancia en el diseño de una red de distribución logística para una organización como la anteriormente presentada? Ordene de 1 a 9 según corresponda su importancia, donde 1 representa mayor importancia y 9 significa menor importancia.

<b>Directrices logísticas</b>	<b>Orden (1 a 9)</b>
Abastecimiento	5
Almacenamiento	4
Fijación de precios	9
Información	6
Instalaciones	8
Inventarios	1
Procesamiento de pedidos	2
Servicio al cliente	7
Transporte	3

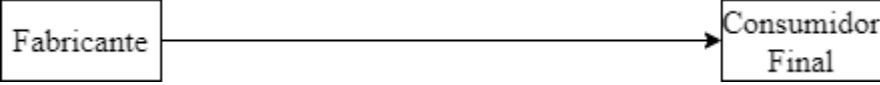
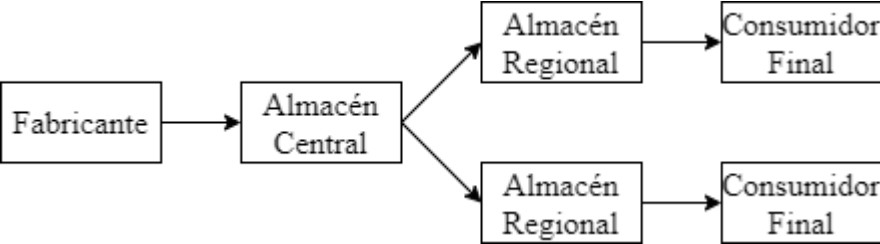
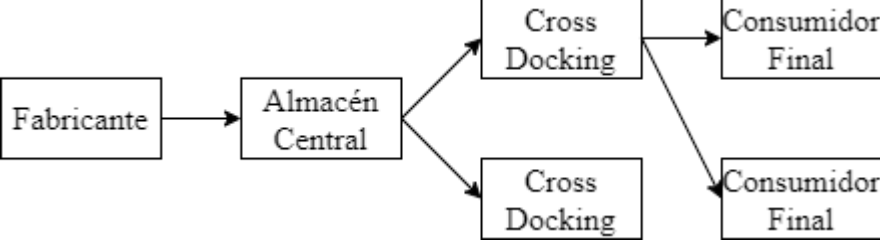
¿Considera otra(s)? Indique cuál(es) y su respectiva importancia independientemente del orden anteriormente establecido.

---



---

4. ¿Cuál de los siguientes modelos de red de distribución logística considera como el más adecuado teniendo en cuenta una organización como la anteriormente presentada? Ordene de 1 a 3 según corresponda su importancia, donde 1 representa mayor importancia y 3 significa menor importancia.

Modelo de distribución logística	Orden (1 a 3)
 <pre> graph LR     F[Fabricante] --&gt; CF[Consumidor Final]         </pre>	3
 <pre> graph LR     F[Fabricante] --&gt; AC[Almacén Central]     AC --&gt; AR1[Almacén Regional]     AC --&gt; AR2[Almacén Regional]     AR1 --&gt; CF1[Consumidor Final]     AR2 --&gt; CF2[Consumidor Final]         </pre>	1
 <pre> graph LR     F[Fabricante] --&gt; AC[Almacén Central]     AC --&gt; CD1[Cross Docking]     AC --&gt; CD2[Cross Docking]     CD1 --&gt; CF1[Consumidor Final]     CD2 --&gt; CF2[Consumidor Final]         </pre>	2

¿Considera otro(s)? Indique cuál(es) y su respectiva importancia independientemente del orden anteriormente establecido.

---



---

5. ¿Cuál considera el orden de prioridad frente a las decisiones a tomar en relación al inventario para el diseño de una red de distribución logística para una organización como la anteriormente presentada? Ordene de 1 a 5 según corresponda su importancia, donde 1 representa mayor importancia y 5 significa menor importancia.

<b>Decisiones</b>	<b>Orden (1 a 5)</b>
Establecimiento de políticas de inventario	1
Establecimiento de inventario de ciclo	3
Establecimiento de inventario de seguridad	5
Establecimiento de inventario estacional	4
Establecimiento de nivel de disponibilidad de producto	2

¿Considera otra(s)? Indique cuál(es) y su respectiva importancia independientemente del orden anteriormente establecido.

---



---

6. ¿Cuál considera el orden de prioridad frente a las decisiones a tomar en relación al transporte para el diseño de una red de distribución logística para una organización como la anteriormente presentada? Ordene de 1 a 5 según corresponda su importancia, donde 1 representa mayor importancia y 5 significa menor importancia.

<b>Decisiones</b>	<b>Orden (1 a 5)</b>
Selección del modo y servicio de transporte	1
Consolidación del flete	3
Rutas del transportador	2
Programación de los vehículos	4
Aplicación de las TIC en el transporte	5

¿Considera otra(s)? Indique cuál(es) y su respectiva importancia independientemente del orden anteriormente establecido.

---



---

7. ¿Cuál considera el orden de prioridad frente a las decisiones a tomar en relación al servicio al cliente para el diseño de una red de distribución logística para una organización como la anteriormente presentada? Ordene de 1 a 5 según corresponda su importancia, donde 1 representa mayor importancia y 5 significa menor importancia.

<b>Decisiones</b>	<b>Orden (1 a 5)</b>
Establecimiento de tiempo de respuesta	1
Fijación de niveles de servicio al cliente	5
Aseguramiento de variedad de producto	4
Trazabilidad del pedido por parte del cliente	2
Retornabilidad del pedido por parte del cliente (devoluciones)	3

¿Considera otra(s)? Indique cuál(es) y su respectiva importancia independientemente del orden anteriormente establecido.

---



---

#### 8. Frente a la planeación de la demanda

¿Cuál considera la afirmación de mayor gravedad frente a las decisiones a tomar, en relación a la planeación de la demanda para el diseño de una red de distribución logística para una organización como la anteriormente presentada? Ordene de 1 a 5 según corresponda su gravedad, donde 1 representa mayor gravedad y 5 significa menor gravedad.

<b>Afirmación</b>	<b>Orden (1 a 5)</b>
La organización no analiza la estacionalidad de la demanda	4
La organización utiliza un método de pronósticos de demanda incorrecto	1
La organización carece de un método para planificar la demanda	2
Estimación independiente de la demanda por país	5
El método de pronóstico empleado por la organización no tenga en cuenta la variabilidad de la demanda (picos o valles)	3

¿Considera otra(s)? Indique cuál(es) y su respectiva importancia independientemente del orden anteriormente establecido.

---



---



**FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA  
FACULTAD DE INGENIERÍAS  
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
TRABAJO DE GRADO  
DISEÑO DE UNA RED DE DISTRIBUCIÓN LOGÍSTICA PARA EL GRUPO COSALCO**

**ENCUESTA**

Fecha: 08 / 10/ 20

<b>INFORMACIÓN DEL EXPERTO</b>	
<b>Nombre y Apellidos</b>	Mónica Suarez
<b>Profesión</b>	Ingeniera Industrial
<b>Organización</b>	Universidad de América
<b>Cargo</b>	Docente investigadora
<b>Áreas de experiencia</b>	Cadena de suministro, logística y producción
<b>Años de experiencia</b>	17 años

**Objetivo:** Validar las causas identificadas en fuentes secundarias que ocasionan fallos en la gestión de la cadena de suministro, a través de fuentes primarias o un grupo de expertos; asimismo se busca establecer el punto de partida para diseñar la red de distribución logística de la organización objeto de estudio a través de la identificación de factores clave.

**Perfil del entrevistado:** Profesional con conocimientos y experiencia en gestión de la cadena de suministro, así como en logística de distribución; debe pertenecer al nivel estratégico o táctico dentro de la planeación estratégica de su organización.

**Metodología:** Esta encuesta está compuesta por 8 preguntas (abiertas y cerradas), las cuales serán respondidas por cada uno de los expertos; la primera tiene la finalidad de validar las causas que ocasionan fallos en la gestión de la cadena de suministro, mientras que las siguientes tienen el propósito de identificar los factores clave en el diseño de una red de distribución logística para una organización como la analizada en el presente trabajo de investigación.

**PREGUNTAS**

**1.** Califique de 1 a 3 las siguientes causas identificadas que considera que generan fallos en la gestión de la cadena de suministro teniendo en cuenta la información de la organización objeto de estudio. Donde 3 es influyente, 2 es parcialmente influyente y 1 no es influyente.

Número de causa	Nombre de causa	Descripción de causa	Calificación (1 a 3)
1	Número, tamaño y ubicación de almacenes, plantas y terminales no establecido por la organización	Cantidad, capacidad y ubicación geográfica de las instalaciones físicas en la cadena de suministro no establecidas	2

Número de causa	Nombre de causa	Descripción de causa	Calificación (1 a 3)
2	Función de instalaciones no definido por la organización	Falta de determinación por parte de la organización de las instalaciones como de distribución, de andén o de almacenamiento	2
3	Ubicación de inventarios y políticas de control no establecido	La política de control de inventario no está definida claramente	3
4	Inventario de seguridad no establecido	Inventario que se mantiene en caso de que la demanda supere lo esperado no establecido	1
5	Inventario de ciclo no establecido por la organización	Cantidad de inventario promedio que se emplea para satisfacer la demanda entre los recibos de embarques del proveedor no establecido	2
6	Inventario estacional no establecido por la organización	Inventario para contrarrestar la variabilidad predecible de la demanda no establecido	2
7	Nivel de disponibilidad del producto no establecido por la organización	Fracción de la demanda que se satisface a tiempo a partir del producto que se mantiene en inventario no establecido	2
8	Desaprovechamiento o incertidumbre frente a la elección de modos de transporte	Fallos en la selección del modo de transporte o el tamaño del envío	3
9	Ausencia de diseño de una red de transporte	Fallos en la elección de conjunto de ubicaciones y rutas que se usan para enviar un producto	3
10	Ausencia de desarrollo de relaciones proveedor-comprador	Ausencia de desarrollo de relaciones entre organizaciones	3
11	Fallos en contratación, selección de vendedor, compras adelantadas	Fallos en procesos de contratación, selección de vendedores o compras adelantadas	3
12	Errores de abastecimiento	Errores en el proceso en el cual el proveedor envía el producto en respuesta a los pedidos del cliente (organización objeto de estudio).	3
13	Fallos en el sistema de procesamiento de pedidos	Fallos en el sistema interno de procesamiento de pedidos por parte de los clientes	3
14	Estándares de servicio al cliente no establecidos	Nivel de rendimiento y el grado de rapidez al cual debe responder la empresa no establecido	3
15	Reglas de prioridad para pedidos de cliente no establecidas	Falta de diferenciación de un cliente con respecto de otro cuando se presenta una situación de pedidos pendientes	3
16	Ausencia de diseño de distribución en planta de almacenes	Ausencia de diseño de distribución en planta de almacenes	2
17	Problemas con el enfoque Push / Pull.	Desconocimiento de requerimientos de información según enfoque Push / Pull	1
18	Fallos en la coordinación de la cadena de suministro	Carencia de coordinación entre los diferentes etapas de la cadena de suministro	3
19	Errores de pronóstico y planeación agregada	Errores según método de pronóstico y planeación agregada	3
20	Tecnologías inadecuadas	Uso de tecnologías obsoletas o inadecuadas a las necesidades actuales	2
21	Fijación de precios no adecuada	Fijación de precios no adecuada para los clientes	3
22	Precios altos	Precios altos ofrecidos a los clientes frente a la competencia	2

De acuerdo a su conocimiento y experiencia tenga en cuenta la presente información para responder las siguientes preguntas.

## **INFORMACIÓN DE LA ORGANIZACIÓN OBJETO DE ESTUDIO**

La organización objeto de estudio se dedica a la actividad económica de comercio al por mayor y distribución de materias primas, insumos, equipos auxiliares y software, atendiendo las industrias de empaques flexibles, plásticos, artes gráficas, entre otras. Cuenta con sedes en Colombia, Costa Rica, El Salvador, Guatemala y Panamá, países donde se encuentran sus clientes más importantes. Sus principales proveedores se ubican en Brasil, Estados Unidos, India, Italia y México.

**2.** ¿Cuáles son las principales causas que ocasionan fallos en una red de distribución logística teniendo en cuenta la información de la organización objeto de estudio?

- Fallos en el proceso de despacho.
- Bajo nivel o ausencia de relacionamiento con los aliados estratégicos en el proceso de distribución.
- Presencia de factores externos en cualquiera de los puntos de tránsito de mercancía (puertos cerrados, restricciones de transporte).
- Dificultad en la minimización de tamaño de lote en la distribución.
- Desconocimiento de la normatividad en términos de aranceles, costos de nacionalización, lineamientos técnicos para el transporte de mercancías.
- Retrasos por tiempos prolongados de nacionalización o control en aduanas.
- Fallas en la planeación de la distribución y articulación con los tiempos de entrega pactados con el cliente.
- Fallas en la planeación de la capacidad del sistema.

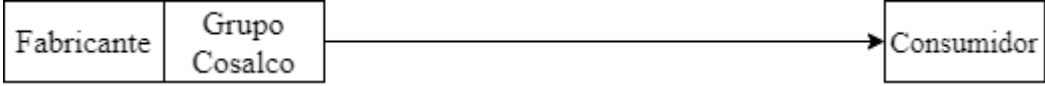
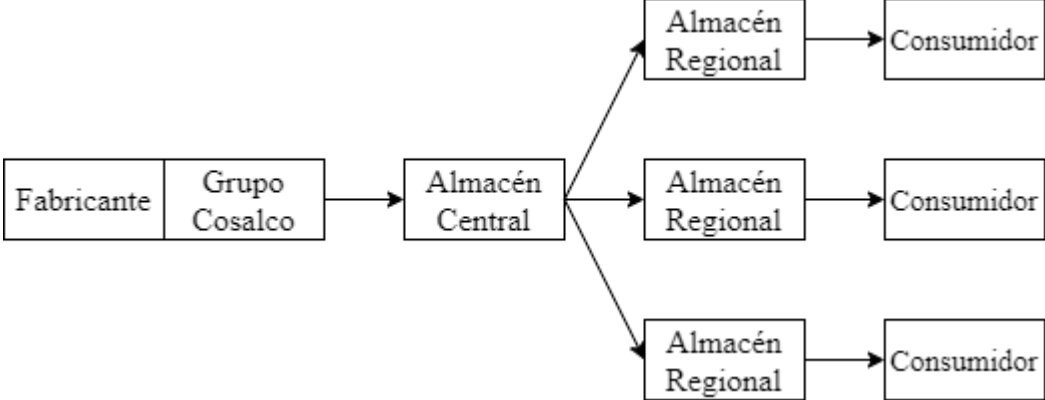
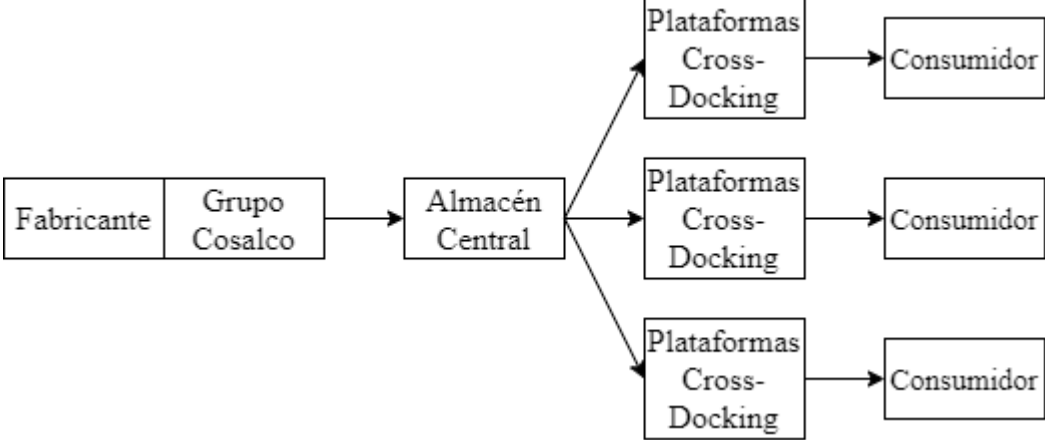
3. ¿Cuáles de las siguientes áreas de decisión o directrices logísticas obtienen mayor importancia en el diseño de una red de distribución logística para una organización como la anteriormente presentada? Ordene de 1 a 9 según corresponda su importancia, donde 1 representa mayor importancia y 9 significa menor importancia.

<b>Directrices logísticas</b>	<b>Orden (1 a 9)</b>
Abastecimiento	1
Almacenamiento	7
Fijación de precios	6
Información	3
Instalaciones	8
Inventarios	9
Procesamiento de pedidos	2
Servicio al cliente	5
Transporte	4

¿Considera otra(s)? Indique cuál(es) y su respectiva importancia independientemente del orden anteriormente establecido.

Proceso de despacho, gestión de la orden, logística de devolución, gestión del envío (trazabilidad), SRM y CRM.

4. ¿Cuál de los siguientes modelos de red de distribución logística considera como el más adecuado teniendo en cuenta una organización como la anteriormente presentada? Ordene de 1 a 3 según corresponda su importancia, donde 1 representa mayor importancia y 3 significa menor importancia.

Modelo de distribución logística	Orden (1 a 3)
	2
	1
	3

¿Considera otro(s)? Indique cuál(es) y su respectiva importancia independientemente del orden anteriormente establecido.

Se debe hacer una red mixta con aliados estratégicos que responda a las necesidades de la demanda, las cantidades de la importación y la ubicación de los clientes.

5. ¿Cuál considera el orden de prioridad frente a las decisiones a tomar en relación al inventario para el diseño de una red de distribución logística para una organización como la anteriormente presentada? Ordene de 1 a 5 según corresponda su importancia, donde 1 representa mayor importancia y 5 significa menor importancia.

<b>Decisiones</b>	<b>Orden (1 a 5)</b>
Establecimiento de políticas de inventario	1
Establecimiento de inventario de ciclo	5
Establecimiento de inventario de seguridad	5
Establecimiento de inventario estacional	5
Establecimiento de nivel de disponibilidad de producto	2

¿Considera otra(s)? Indique cuál(es) y su respectiva importancia independientemente del orden anteriormente establecido.

Comportamiento de la demanda, capacidad de almacenamiento, costos de oportunidad, costos de mantenimiento, tiempos de respuesta, tiempo de obsolescencia, requerimientos técnicos para el almacenamiento.

6. ¿Cuál considera el orden de prioridad frente a las decisiones a tomar en relación al transporte para el diseño de una red de distribución logística para una organización como la anteriormente presentada? Ordene de 1 a 5 según corresponda su importancia, donde 1 representa mayor importancia y 5 significa menor importancia.

<b>Decisiones</b>	<b>Orden (1 a 5)</b>
Selección del modo y servicio de transporte	1
Consolidación del flete	3
Rutas del transportador	2
Programación de los vehículos	5
Aplicación de las TIC en el transporte	4

¿Considera otra(s)? Indique cuál(es) y su respectiva importancia independientemente del orden anteriormente establecido.

Acuerdos pactados en negociación.

7. ¿Cuál considera el orden de prioridad frente a las decisiones a tomar en relación al servicio al cliente para el diseño de una red de distribución logística para una organización como la anteriormente presentada? Ordene de 1 a 5 según corresponda su importancia, donde 1 representa mayor importancia y 5 significa menor importancia.

<b>Decisiones</b>	<b>Orden (1 a 5)</b>
Establecimiento de tiempo de respuesta	N.A.
Fijación de niveles de servicio al cliente	N.A.
Aseguramiento de variedad de producto	N.A.
Trazabilidad del pedido por parte del cliente	N.A.
Retornabilidad del pedido por parte del cliente (devoluciones)	N.A.

¿Considera otra(s)? Indique cuál(es) y su respectiva importancia independientemente del orden anteriormente establecido.

---



---

8. Frente a la planeación de la demanda ¿Cuál considera la afirmación de mayor gravedad frente a las decisiones a tomar, en relación a la planeación de la demanda para el diseño de una red de distribución logística para una organización como la anteriormente presentada? Ordene de 1 a 5 según corresponda su gravedad, donde 1 representa mayor gravedad y 5 significa menor gravedad.

<b>Afirmación</b>	<b>Orden (1 a 5)</b>
La organización no analiza la estacionalidad de la demanda	N.A.
La organización utiliza un método de pronósticos de demanda incorrecto	2
La organización carece de un método para planificar la demanda	1
Estimación independiente de la demanda por país	5
El método de pronóstico empleado por la organización no tenga en cuenta la variabilidad de la demanda (picos o valles)	N.A.

¿Considera otra(s)? Indique cuál(es) y su respectiva importancia independientemente del orden anteriormente establecido.

---



---

**FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA  
FACULTAD DE INGENIERÍAS  
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
TRABAJO DE GRADO  
DISEÑO DE UNA RED DE DISTRIBUCIÓN LOGÍSTICA PARA EL GRUPO COSALCO**

**ENCUESTA**

Fecha: \_\_22\_\_ / \_\_09\_\_ / \_\_2020\_\_

<b>INFORMACIÓN DEL EXPERTO</b>	
<b>Nombre y Apellidos</b>	Oscar Javier Sanchez Villanueva
<b>Profesión</b>	Ing Sistemas
<b>Organización</b>	UPS SCS ( Colombia) Ltda
<b>Cargo</b>	Supervisor de Soluciones para Latinoamérica
<b>Áreas de experiencia</b>	Diseño e implementación de cadena logística de post venta para empresas de tecnología
<b>Años de experiencia</b>	20 años

**Objetivo:** Validar las causas identificadas en fuentes secundarias que ocasionan fallos en la gestión de la cadena de suministro, a través de fuentes primarias o un grupo de expertos; asimismo se busca establecer el punto de partida para diseñar la red de distribución logística de la organización objeto de estudio a través de la identificación de factores clave.

**Perfil del entrevistado:** Profesional con conocimientos y experiencia en gestión de la cadena de suministro, así como en logística de distribución; debe pertenecer al nivel estratégico o táctico dentro de la planeación estratégica de su organización.

**Metodología:** Esta encuesta está compuesta por 8 preguntas (abiertas y cerradas), las cuales serán respondidas por cada uno de los expertos; la primera tiene la finalidad de validar las causas que ocasionan fallos en la gestión de la cadena de suministro, mientras que las siguientes tienen el propósito de identificar los factores clave en el diseño de una red de distribución logística para una organización como la analizada en el presente trabajo de investigación.

**PREGUNTAS**

**1.** Califique de 1 a 3 las siguientes causas identificadas que considera que generan fallos en la gestión de la cadena de suministro teniendo en cuenta la información de la organización objeto de estudio. Donde 3 es influyente, 2 es parcialmente influyente y 1 no es influyente.

Número de causa	Nombre de causa	Descripción de causa	Calificación (1 a 3)
1	Número, tamaño y ubicación de almacenes, plantas y terminales no establecido	Cantidad, capacidad y ubicación geográfica de las instalaciones físicas en la cadena de suministro no establecidas	2



2	Función de instalaciones no definido	Falta de determinación de almacenes y centros de distribución como instalaciones de cruce, de andén o de almacenamiento	3
3	Ubicación de inventarios y políticas de control no establecido	La política de control de inventario no está definida claramente	3
4	Inventario de seguridad no establecido	Inventario que se mantiene en caso de que la demanda supere lo esperado no establecido	2
5	Inventario de ciclo no establecido	Cantidad de inventario promedio que se emplea para satisfacer la demanda entre los recibos de embarques del proveedor no establecido	2
6	Inventario estacional no establecido	Inventario para contrarrestar la variabilidad predecible de la demanda no establecido	2
7	Nivel de disponibilidad del producto no establecido	Fracción de la demanda que se satisface a tiempo a partir del producto que se mantiene en inventario no establecido	3
8	Desaprovechamiento o incertidumbre frente a la elección de modos de transporte	Fallos en la selección del modo de transporte o el tamaño del envío	2
9	Ausencia de diseño de una red de transporte	Fallos en la elección de conjunto de ubicaciones y rutas que se usan para enviar un producto	3
10	Ausencia de desarrollo de relaciones proveedor-comprador	Ausencia de desarrollo de relaciones entre organizaciones	3
11	Fallos en contratación, selección de vendedor, compras adelantadas	Fallos en procesos de contratación, selección de vendedores o compras adelantadas	2
12	Errores de abastecimiento	Errores en el proceso en el cual el proveedor envía el producto en respuesta a los pedidos del cliente (organización objeto de estudio).	3
13	Fallos en el sistema de procesamiento de pedidos	Fallos en el sistema interno de procesamiento de pedidos por parte de los clientes	2
14	Estándares de servicio al cliente no establecidos	Nivel de rendimiento y el grado de rapidez al cual debe responder la empresa no establecido	3
15	Reglas de prioridad para pedidos de cliente no establecidas	Falta de diferenciación de un cliente con respecto de otro cuando se presenta una situación de pedidos pendientes	2
16	Ausencia de diseño de distribución en planta de almacenes	Ausencia de diseño de distribución en planta de almacenes	2
17	Problemas con el enfoque Push / Pull.	Desconocimiento de requerimientos de información según enfoque Push / Pull	2
18	Fallos en la coordinación de la cadena de suministro	Carencia de coordinación entre los diferentes etapas de la cadena de suministro	3
19	Errores de pronóstico y planeación agregada	Errores según método de pronóstico y planeación agregada	2
20	Tecnologías inadecuadas	Uso de tecnologías obsoletas o inadecuadas a las necesidades actuales	2

21	Fijación de precios no adecuada	Fijación de precios no adecuada para los clientes	3
22	Precios altos	Precios altos ofrecidos a los clientes frente a la competencia	1

De acuerdo a su conocimiento y experiencia tenga en cuenta la presente información para responder las siguientes preguntas.

<b>INFORMACIÓN DE LA ORGANIZACIÓN OBJETO DE ESTUDIO</b>	
La organización objeto de estudio se dedica a la actividad económica de comercio al por mayor y distribución de materias primas, insumos, equipos auxiliares y software, atendiendo las industrias de empaques flexibles, plásticos, artes gráficas, entre otras. Cuenta con sedes en Colombia, Costa Rica, El Salvador, Guatemala y Panamá, países donde se encuentran sus clientes más importantes. Sus principales proveedores se ubican en Brasil, Estados Unidos, India, Italia y México.	

**2.** ¿Cuáles son las principales causas que ocasionan fallos en una red de distribución logística teniendo en cuenta la información de la organización objeto de estudio?

*Este tipo de negocios tienen un componente muy alto de manejo de información entre los diferentes actores a lo largo de la cadena de abastecimiento. Por lo tanto, un sistema de información débil definitivamente generara fallos en el servicio.*

*Contratos o condiciones de venta o niveles de servicio no claros: esto genera grandes problemas de servicio, sin contar la pérdida de confianza del cliente, deterioro de la imagen de la compañía y seguramente, la pérdida del cliente en el corto plazo.*

*Contar con proveedores no confiables: esto es muy común en algunas compañías por ahorro en costos, pero al final se exponen a riesgos muy muy altos de fallo en el servicio.*

*Procesos ausentes o mal definidos: esto es un camino seguro al incumplimiento de la promesa de venta. Compañías de clase mundial dedican una buena porción de tiempo de definir con el cliente los procedimientos que enmarcaran el servicio contratado.*

**3.** ¿Cuáles de las siguientes áreas de decisión o directrices logísticas obtienen mayor importancia en el diseño de una red de distribución logística para una organización como la anteriormente presentada? Ordene de 1 a 9 según corresponda su importancia, donde 1 representa mayor importancia y 9 significa menor importancia.

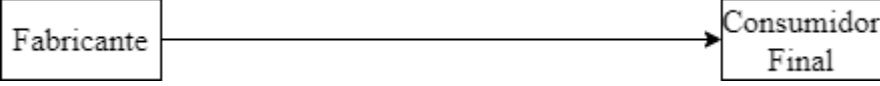
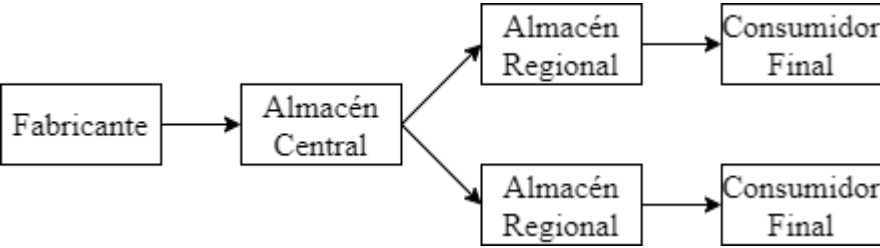
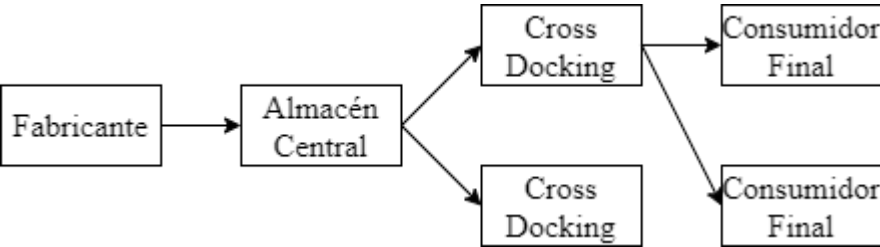
<b>Directrices logísticas</b>	<b>Orden (1 a 9)</b>
Abastecimiento	6
Almacenamiento	5
Fijación de precios	9
Información	1
Instalaciones	7
Inventarios	2
Procesamiento de pedidos	8
Servicio al cliente	4
Transporte	3

¿Considera otra(s)? Indique cuál(es) y su respectiva importancia independientemente del orden anteriormente establecido.

*El Acuerdo de servicio: lo considero que es la más importante (1A), porque una cadena de abastecimiento se diseña basado en las necesidades del cliente y las cualidades del producto.*

*Administración: esto tiene que ver si actuamos como 4PL dentro de la cadena de abastecimiento o solo somos un contratante de servicio.*

**4.** ¿Cuál de los siguientes modelos de red de distribución logística considera como el más adecuado teniendo en cuenta una organización como la anteriormente presentada? Ordene de 1 a 3 según corresponda su importancia, donde 1 representa mayor importancia y 3 significa menor importancia.

Modelo de distribución logística	Orden (1 a 3)
 <pre> graph LR     F[Fabricante] --&gt; CF[Consumidor Final]           </pre>	3
 <pre> graph LR     F[Fabricante] --&gt; AC[Almacén Central]     AC --&gt; AR1[Almacén Regional]     AC --&gt; AR2[Almacén Regional]     AR1 --&gt; CF1[Consumidor Final]     AR2 --&gt; CF2[Consumidor Final]           </pre>	1
 <pre> graph LR     F[Fabricante] --&gt; AC[Almacén Central]     AC --&gt; CD1[Cross Docking]     AC --&gt; CD2[Cross Docking]     CD1 --&gt; CF1[Consumidor Final]     CD2 --&gt; CF2[Consumidor Final]           </pre>	2

¿Considera otro(s)? Indique cuál(es) y su respectiva importancia independientemente del orden anteriormente establecido.

*Me parece curioso que no tengan contemplado las devoluciones o las garantías del producto. No solo a nivel local sino internacional*

5. ¿Cuál considera el orden de prioridad frente a las decisiones a tomar en relación al inventario para el diseño de una red de distribución logística para una organización como la anteriormente presentada? Ordene de 1 a 5 según corresponda su importancia, donde 1 representa mayor importancia y 5 significa menor importancia.

<b>Decisiones</b>	<b>Orden (1 a 5)</b>
Establecimiento de políticas de inventario	1
Establecimiento de inventario de ciclo	4
Establecimiento de inventario de seguridad	2
Establecimiento de inventario estacional	5
Establecimiento de nivel de disponibilidad de producto	3

¿Considera otra(s)? Indique cuál(es) y su respectiva importancia independientemente del orden anteriormente establecido.

*Rotación de inventario ABC*

*FIFO o FEFO*

6. ¿Cuál considera el orden de prioridad frente a las decisiones a tomar en relación al transporte para el diseño de una red de distribución logística para una organización como la anteriormente presentada? Ordene de 1 a 5 según corresponda su importancia, donde 1 representa mayor importancia y 5 significa menor importancia.

<b>Decisiones</b>	<b>Orden (1 a 5)</b>
Selección del modo y servicio de transporte	4
Consolidación del flete	5
Rutas del transportador	1
Programación de los vehículos	2
Aplicación de las TIC en el transporte	3

¿Considera otra(s)? Indique cuál(es) y su respectiva importancia independientemente del orden anteriormente establecido.

*Cubrimiento*

*Cumplimiento*

7. ¿Cuál considera el orden de prioridad frente a las decisiones a tomar en relación al servicio al cliente para el diseño de una red de distribución logística para una organización como la anteriormente presentada? Ordene de 1 a 5 según corresponda su importancia, donde 1 representa mayor importancia y 5 significa menor importancia.

<b>Decisiones</b>	<b>Orden (1 a 5)</b>
Establecimiento de tiempo de respuesta	
Fijación de niveles de servicio al cliente	
Aseguramiento de variedad de producto	
Trazabilidad del pedido por parte del cliente	
Retornabilidad del pedido por parte del cliente (devoluciones)	

¿Considera otra(s)? Indique cuál(es) y su respectiva importancia independientemente del orden anteriormente establecido.

---



---

#### 8. Frente a la planeación de la demanda

¿Cuál considera la afirmación de mayor gravedad frente a las decisiones a tomar, en relación a la planeación de la demanda para el diseño de una red de distribución logística para una organización como la anteriormente presentada? Ordene de 1 a 5 según corresponda su gravedad, donde 1 representa mayor gravedad y 5 significa menor gravedad.

<b>Afirmación</b>	<b>Orden (1 a 5)</b>
La organización no analiza la estacionalidad de la demanda	1
La organización utiliza un método de pronósticos de demanda incorrecto	5
La organización carece de un método para planificar la demanda	2
Estimación independiente de la demanda por país	4
El método de pronóstico empleado por la organización no tenga en cuenta la variabilidad de la demanda (picos o valles)	3

¿Considera otra(s)? Indique cuál(es) y su respectiva importancia independientemente del orden anteriormente establecido.

---



---

**ANEXO 3.**  
**CARTA DE GRUPO COSALCO**



Bogotá, 26 de mayo de 2020

Señores  
**COMITÉ DE TRABAJO DE GRADO**  
Facultad de Ingenierías  
Programa de Ingeniería Industrial  
Universidad de América  
Ciudad

Estimados Señores:

Por medio del presente documento, Grupo Cosalco reconoce el apoyo requerido para la elaboración y certifica que Iván Esteban Salazar Bautista identificado con cedula de ciudadanía número 1.026.301.657 se encuentra realizando su trabajo de grado que lleva por título:

**“DISEÑO DE UNA RED DE DISTRIBUCIÓN LOGÍSTICA PARA EL GRUPO COSALCO”.**

Atentamente,

---

Santiago Salazar Sánchez  
C.C: 79,497,944 de btá  
Gerente General  
Cosalco Colombia SAS.

Autopista Medellín KM 2.5, 400 Metros Vía Parcelas / Siberia Cota, Portos Sabana 80 Bodega #28.  
Cota - Cudinamarca, Colombia

---

Colombia +(57) 743 2780 | [informacion@cosalco.com](mailto:informacion@cosalco.com)  
[www.cosalco.com](http://www.cosalco.com)