Modelamiento, con dinámica de sistemas, de una cadena de distribución de alimentos refrigerados

CARLOS ANDRES MONTOYA MORENO

Trabajo final presentado para optar al título de Magíster en Ingeniería Administrativa

Directora

Prof. Gloria Elena Peña Zapata. Ph. D.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

FACULTAD DE MINAS

MAESTRÍA EN INGENIERÍA ADMINISTRATIVA

MEDELLÍN

2011

AGRADECIMIENTOS

Expreso mis agradecimientos a la directora Gloria Elena Peña Zapata, profesora de la Escuela de Ingeniería de la Organización, por su ayuda, respaldo y orientación en la realización de este trabajo final de maestría.

A mi madre Luz Mery Moreno Palacio, a mi hermana Angela Maria Montoya y a mi hermano Diego Alejandro Montoya copropietarios de la microempresa “Lácteos y Cárnicos MERCARDY”, por la información suministrada para la ejecución del desarrollo del modelamiento de la cadena de distribución.

A quienes de manera directa e indirecta aportaron conocimiento, tiempo y dedicación al desarrollo de este trabajo final.

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN……1

1.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA……1

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA……2

1.3 JUSTIFICACIÓN……..……3

1.4 OBJETIVO GENERAL……3

1.5 OBJETIVOS ESPECÍFICOS……3

1.6 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN QUE SE PRETENDE RESOLVER……4

1.7 METODOLOGÍA A UTILIZAR……4

1.8 ALCANCES DEL TRABAJO……5

1.9 APORTES DEL TRABAJO FINAL……6

2. INDICADORES DE GESTIÓN EN CADENAS DE DISTRIBUCIÓN ……7

2.1 INTRODUCCIÓN……..7

2.2 EL PROCESO DE CONTROL……8

2.2.1 Qué es control……8

2.2.2 Por qué controlar……9

2.2.3 Para qué controlar……9

2.2.4 Qué controlar……..9

2.2.5 Cuándo controlar……9

2.2.6 Quién controla……..10

2.2.7 Cómo controlar……10

2.2.8 Tipos de control……10

2.3 EL PROCESO DE MEDICIÓN……11

2.3.1 Que es medir……..12

2.3.2 Por qué medir……..12

2.3.3 Para qué medir……12

2.3.4 Objetivos de la medición……12

2.3.5 Qué es medible……13

2.3.6 Dónde medir……13
2.3.7 Qué procesos medir……13
2.3.8 Quién debe hacer las mediciones……14
2.3.9 Atributos de la medición……14
2.3.10 Como medir……..15
2.3.11 Importancia de las mediciones en el mejoramiento……...15
2.4 INDICADORES DE GESTIÓN……..15
2.4.1 Que es un indicador de gestión……16
2.4.2 El concepto de gestión……16
2.4.3 El concepto de indicador de gestión……17
2.4.4 Principales funciones de los indicadores de gestión……18
2.4.5 Características de los indicadores de gestión ……...18
2.4.6 Clases de indicadores de gestión……20
2.4.7 Modelo para diseñar indicadores de gestión……..20
2.4.8 Estructura básica de un indicador de gestión……22
2.4.9 Categorías de los indicadores de gestión……23
2.4.10 Metodología básica para la construcción de indicadores de gestión...23
2.4.11 Fases para el establecimiento de indicadores de gestión……24
2.4.12 Que son los indicadores de gestión logísticos……27
2.4.13 Objetivos de los indicadores de gestión logísticos……27
2.4.14 Características de los indicadores de gestión logísticos……..28
2.4.15 Definición de indicadores de gestión en cadenas de distribución. …..28
2.4.16 Ventajas de los indicadores de gestión……29
2.4.17 Limitaciones de los indicadores de gestión……29
2.5 MODELO PARA EL MANEJO DE INDICADORES DE GESTIÓN EN CENTROS DE DISTRIBUCIÓN……30
2.5.1 Sistema de indicadores de gestión aplicado a la microempresa *Lácteos y Cárnicos "MERCARDY"……30*
2.5.2 Herramienta informática para el manejo de los indicadores de gestión en las cadenas de distribución ……...37

3. CADENAS DE DISTRIBUCIÓN DE ALIMENTOS REFRIGERADOS, GESTIÓN EN LAS CADENAS DE SUMINISTRO Y SIMULACIÓN CON DINÁMICA DE SISTEMAS……..43

3.1 INTRODUCCIÓN…….……43

3.2 CADENAS DE DISTRIBUCIÓN DE ALIMENTOS REFRIGERADOS…45

3.3 LA GESTIÓN EN LAS CADENAS DE SUMINISTRO……...47

3.4 SIMULACIÓN CON DINÁMICA DE SISTEMAS EN CADENAS DE DISTRIBUCIÓN……...52

4. MODELO DE LA CADENA DE DISTRIBUCIÓN……65

4.1 SUBSISTEMA 1. INVENTARIO EN LA DISTRIBUCIÓN INTERMEDIA……...69

4.1.1 Algunos bucles de realimentación del subsistema 1…….72

4.1.2 Identificación y caracterización de las variables del subsistema 1……74

4.2 SUBSISTEMA 2. COSTOS EN LA DISTRIBUCIÓN INTERMEDIA…… 75

4.2.1 Algunos bucles de realimentación del subsistema 2…….78

4.2.2 Identificación y caracterización de las variables del subsistema 2……79

4.3 SUBSISTEMA 3. INVENTARIO EN LA DISTRIBUCIÓN PRINCIPAL…… 80

4.3.1 Identificación y caracterización de las variables del subsistema 3……82

4.3.2 Algunos bucles de realimentación del subsistema 3…….83

4.4 SUBSISTEMA 4. COSTOS EN LA DISTRIBUCIÓN PRINCIPAL……...85

4.4.1 Identificación y caracterización de las variables del subsistema 4……88

4.4.2 Algunos bucles de realimentación del subsistema 4…….90

4.5 SOFTWARE PARA EL MODELAMIENTO DE LA CADENA DE DISTRIBUCIÓN DE LA MICROEMPRESA *LÁCTEOS Y CÁRNICOS "MERCARDY"*……..91

4.6 SIMULACIÓN Y ANÁLISIS DE ESCENARIOS…….…..102

4.6.1 Escenario asumiendo los parámetros actuales que se presentan en la cadena de distribución……106

4.6.2 Simulación y análisis de un escenario asumiendo un criterio optimista……..112

4.6.3 Simulación y análisis de un escenario asumiendo un criterio pesimista……114

5. CARACTERIZACIÓN DE LOS PRINCIPALES PROCESOS QUE CONFORMAN LA CADENA DE DISTRIBUCIÓN DE LA MICROEMPRESA *LÁCTEOS Y CÁRNICOS "MERCARDY"*……..117

5.1 PROCESO. GESTIÓN DE INVENTARIOS……..118

5.2 PROCESO DE COMPRAS……120

5.3 PROCESO DE DISTRIBUCIÓN……127

5.4 CONCLUSIÓN……..130

6. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO……132

7. REFERENCIAS……...134

8. ANEXOS

8.1 ANEXO A. SOFTWARE PARA EL MODELAMIENTO CON DINÁMICA DE SISTEMAS EN LA CADENA DE DISTRIBUCIÓN

8.2 ANEXO B. SOFTWARE DE INDICADORES DE GESTIÓN EN LA CADENA DE DISTRIBUCIÓN

8.3 ANEXO C. INSTRUCCIONES DE INSTALACIÓN DE LOS SOFTWARE

LISTA DE FIGURAS

Fígura 1. Proceso de distribución en la cadena de suministro de alimentos refrigerados……...2

Fígura 2. Generación del menú “indicadores de gestión en cadenas de distribución”…….38

Fígura 3. Formulario de opciones de la herramienta informática……39

Fígura 4. Formulario de identificación del indicador……39

Fígura 5. Formato de identificación del indicador……40

Fígura 6. Ingreso de la información necesaria y cálculo del valor del indicador…41

Fígura 7. Formulario para el análisis de resultados……42

Fígura 8. Divisiones de la logística de servicio……46

Fígura 9. Esquema de funcionamiento de la logística en frío……47

Fígura 10. Proceso de distribución en cadenas de suministro de alimentos refrigerados……47

Fígura 11. Cadena de suministro de servicios……..50

Fígura 12. Cadena de suministro de inventario……50

Fígura 13. Estructura de la cadena de distribución modelada……66

Figura 14. Diagrama general de flujos y niveles de la cadena de distribución en estudio……68

Fígura 15. Diagrama de flujos y niveles subsistema 1……...69

Fígura 16. Diagrama de flujos y niveles subsistema 2……...76

Fígura 17. Diagrama de flujos y niveles subsistema 3……...80

Fígura 18. Diagrama de flujos y niveles subsistema 4……...86

Figura 19. Software para el modelamiento de la cadena de distribución……92

Figura 20. Sub-menú diagramas……93

Figura 21. Sub-menú gráfica misma hoja……..93

Figura 22. Sub-menú gráfica hoja nueva……...94

Figura 23. Sub-menú ayuda……94

Figura 24. Ayuda a cerca de los autores……...95

Figura 25. Sub-menú “Simulador”……...96

Figura 26. Sub-menú “Simulador”. Control: “Resultados”……...97

Figura 27. Sub-menú “Simulador”. Variables Distribución Intermedia……..98

Figura 28. Sub-menú “Simulador”. Variables Distribución Principal…….99

Figura 29. Sub-menú “Simulador”. Resultados……..100

Figura 30. Sub-menú “Simulador”. Gráficas de algunas variables (uds)……101

Figura 31. Sub-menú “Simulador”. Gráficas indicadores distribución principal….101

Figura 32. Sub-menú “Simulador”. Resultados hoja de cálculo de Excel……..102

Figura 33. Incremento poblacional según el DANE para las poblaciones donde se realiza la distribución intermedia……...104

Figura 34. Incremento poblacional según el DANE para el municipio de Urrao...105

Figura 35. Parámetros actuales, utilizados en el escenario tendencial……..106

Figura 36. Unidades vendidas Vs unidades faltantes en la distribución intermedia y principal……108

Figura 37. Indicador porcentaje de unidades faltantes en la distribución principal……108

Figura 38. Costo de las ventas perdidas en la distribución principal….....109

Figura 39 Costos totales para la distribución intermedia y principal……...110

Figura 40. Cupo disponible en la distribución intermedia y principal……..111

Figura 41. Indicador fluidez económica en la distribución intermedia……111

Figura 42. Indicador fluidez económica en la distribución principal……112

Figura 43. Indicador porcentaje de unidades faltantes en la distribución principal. Criterio optimista……..113

Figura 44. Costo de las ventas perdidas parámetros tendenciales Vs costo de las ventas perdidas parámetros optimistas. Distribución principal……114

Figura 45. Indicador: fluidez económica escenario actual Vs escenario pesimista. Distribución principal……115

Figura 46. Indicador: fluidez económica escenario actual Vs escenario pesimista. Distribución intermedia……..116

Figura 51. Diagrama de flujo enriquecido del proceso de compras……122

Figura 52. Realimentación de los procesos……131

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Factores para medir a través de los tipos de indicadores……...22

Tabla 2. Resumen de algunos artículos sobre la simulación en la cadena de suministro según el grado de detalle y el nivel de la simulación……62

Tabla 3. Resumen de algunos artículos sobre la simulación en la cadena de suministro, según el objetivo y los procesos simulados……..63

Tabla 4. Objetivos de la simulación……63

Tabla 5. Procesos Simulados……64

Tabla 6. Caracterización de las variables que conforman el subsistema 1…….75

Tabla 7. Caracterización de las variables que conforman el subsistema 2…….79

Tabla 8. Caracterización de las variables que conforman el subsistema 3…….83

Tabla 9. Caracterización de las variables que conforman el subsistema 4…….89

Tabla 10. Diagrama de flujo funcional para el proceso: Gestión de Inventarios...119

Tabla 11. Formato de identificación del proceso de Gestión de Inventarios…….120

Tabla 12. Formato de identificación del proceso de compras……124

Tabla 13. Diagrama de flujo funcional para el proceso de compras……..125

Tabla 14. Diagrama de flujo funcional para el proceso de distribución……..128

Tabla 15. Formato de identificación del proceso de distribución……130

LISTA DE ECUACIONES

Ecuación 1. Inventario deseado C.I (clientes intermedios)……71

Ecuación 2. Unidades a pedir C.I (clientes intermedios)……71

Ecuación 3. Facturación proveedor……....71

Ecuación 4. Unidades vendidas C.I (clientes intermedios)……71

Ecuación 5. Inventario real después de ventas C.I (clientes intermedios)……...71

Ecuación 6. Unidades faltantes C.I (clientes intermedios)……..72

Ecuación 7. Número de unidades a facturar según cupo disponible C.I……..72

Ecuación 8. Generación del pedido C.I (clientes intermedios)……..72

Ecuación 9. Indicador % de unidades faltantes. Distribución intermedia……72

Ecuación 10. Indicador fluidez económica. Distribución intermedia….....72

Ecuación 11. Incremento precio de venta por unidad C.I (clientes intermedios)…77

Ecuación 12. Precio de venta por unidad C.I (clientes intermedios)……77

Ecuación 13. Incremento en el costo por unidad C.I (clientes intermedios)……77

Ecuación 14. Costo por unidad C.I (clientes intermedios)……..77

Ecuación 15. Utilidad por unidad C.I (clientes intermedios)……...77

Ecuación 16. Costo de las ventas perdidas C.I (clientes intermedios)……77

Ecuación 17. Costo de las unidades vendidas C.I (clientes intermedios)……..77

Ecuación 18. Incremento en otros costos C.I (clientes intermedios)……..77

Ecuación 19. Otros costos C.I (clientes intermedios)……77

Ecuación 20. Cupo disponible C.I (clientes intermedios)……...77

Ecuación 21. Precio de las unidades vendidas C.I (clientes intermedios)……...77

Ecuación 22. Costos totales C.I (clientes intermedios)……...78

Ecuación 23. Utilidad bruta C.I (clientes intermedios)……78

Ecuación 24. Utilidad neta C.I (clientes intermedios)……..78

Ecuación 25. Inventario deseado C.P (clientes principales)……..81

Ecuación 26. Número de unidades a pedir C.P (clientes principales)……..81

Ecuación 27. Inventario real C.P (clientes principales)……...81

Ecuación 28. Unidades vendidas C.P (clientes principales)……..82

Ecuación 29. Inventario real después de ventas a los clientes intermedios……82

Ecuación 30. Unidades faltantes C.P (clientes principales)……82

Ecuación 31. Generación de pedido C.P (clientes principales)……82

Ecuación 32. Generación de pedido total……..82

Ecuación 33. Ventas totales……82

Ecuación 34. Indicador % de unidades faltantes. Distribución principal……..……82

Ecuación 35. Indicador fluidez económica. Distribución principal……82

Ecuación 36. Incremento en el precio por unidad C.P (clientes principales)……..87

Ecuación 37. Precio de venta por unidad C.P (clientes principales)……87

Ecuación 38. Incremento en el costo por unidad C.P (clientes principales)……87

Ecuación 39. Costo por unidad C.P (clientes principales)……87

Ecuación 40. Utilidad por unidad C.P (clientes principales)……...87

Ecuación 41. Costo de las ventas perdidas C.P (clientes principales)……87

Ecuación 42. Costo de las unidades vendidas C.P (clientes principales)……87

Ecuación 43. Incremento en otros costos C.P (clientes principales)……87

Ecuación 44. Otros costos C.P (clientes principales)……..87

Ecuación 45. Cupo disponible C.P (clientes principales)……88

Ecuación 46. Precio de las unidades vendidas C.P (clientes principales)……...88

Ecuación 47. Costos totales C.P (clientes principales)……...88

Ecuación 48. Utilidad bruta C.P (clientes principales)…….88

Ecuación 49. Utilidad neta C.P (clientes principales)……..88

Ecuación 50. Utilidad neta total……...88

Ecuación 51. Costo de las ventas perdidas totales…….88

Ecuación 52. Número de unidades a facturar según cupo disponible C.P…….88

RESUMEN

En el capítulo 2, se presenta los conceptos de control y medición, como procesos que permiten lograr una buena gestión y que constituyen una importante base en la construcción de indicadores; posteriormente se desarrollara los conceptos principales de indicadores de gestión, indicadores de gestión logística e indicadores en cadenas de distribución; luego se describe un sistema de indicadores de gestión aplicado a la microempresa *Lácteos y Cárnicos "MERCARDY"*, finalmente se explica el funcionamiento de una herramienta informática desarrollada en Microsoft Excel por el autor del documento para el manejo del sistema de indicadores de gestión en la empresa mencionada anteriormente.

El capítulo 3 hace referencia al enfoque, configuración, atributos particulares, características, definición y opiniones de algunos autores de los últimos años sobre el interés de la industria y la academia en cuestiones referentes a la cadena de suministro de alimentos refrigerados; aborda el tema de la gestión en las cadenas de suministro y la definición y justificación de la utilización de la metodología de simulación con dinámica de sistemas en la cadena de suministro.

Se desarrolla en el capítulo 4, el modelo de la cadena de distribución de la microempresa *Lácteos y Cárnicos "MERCARDY"*; para ello se describe el diagrama de flujos y niveles general y cada uno de los cuatro subsistemas que lo conforman; luego se explica el funcionamiento del software desarrollado para el modelamiento de la cadena de distribución y finalmente se simula y analizan tres escenarios; el primero se simula teniendo en cuenta los parámetros que se presentan de tal forma que se conserve la tendencia actual, el segundo se simula con base en parámetros definidos bajo criterio optimista y el tercero se simula con base en parámetros definidos con un criterio pesimista.

En el capítulo 5, se presenta la caracterización de los principales procesos que conforman la cadena de distribución mediante formatos de proceso y diagramas de flujo.

Finalmente, en el capítulo 6 se presenta las conclusiones y trabajos futuros.

Palabras clave: logística, cadena de suministro, cadena de distribución, indicadores de gestión, simulación de sistemas, dinámica de sistemas.

ABSTRACT

In Chapter 2, introduces the concepts of measurement and control, as processes that achieve good governance and are an important basis for the construction of indicators; later developed the core concepts of management indicators, indicators of logistics management and indicators in supply chains, then describes a system of performance indicators applied to the company "MERCARDY" finally explains the operation of a tool developed in Microsoft Excel by the author of the document management system of management indicators in the company mentioned above.

Chapter 3 refers to the approach, configuration, particular attributes, characteristics, definitions and views of some authors in recent years the interest of industry and academia on issues relating to the supply chain of chilled foods, addresses the issue of management in supply chains and the definition and justification of the use of the methodology of system dynamics simulation in the supply chain.

Is developed in Chapter 4, the model of the distribution chain of the company "MERCARDY" for it describes the flow chart and general levels and each of the four subsystems that comprise it, then explains how the software developed for modeling the distribution chain and ultimately is simulated and analyzed three scenarios: the first is simulated taking into account the parameters are such that the current trend is maintained, the second is simulated based on parameters defined under optimistic approach and the third is simulated based on parameters defined with a pessimistic view.

In Chapter 5, we present the characterization of the main processes in the chain of distribution by format and process flowcharts.

Finally, Chapter 6 presents conclusions and future work.

Keywords: logistics, supply chain, distribution chain, management indicators, system simulation, system dynamics.

1. INTRODUCCIÓN

El mundo ha cambiado de un mercado, casi independiente, a un mercado mundial altamente integrado que exige una gran variedad de productos, alta calidad, fiabilidad y cumplimiento de normas. Hoy en día los clientes son más exigentes y exigen el desarrollo de nuevos productos; esto hace que se fomente la competitividad entre empresas y el mercado se convierta en un entorno altamente dinámico. Bajo estas nuevas condiciones y exigencias que cambian sensiblemente con el tiempo, hacer un pronóstico y realizar el proceso de planeación para satisfacer la demanda, es demasiado complejo. Por lo tanto el reto de hoy para los gerentes es encontrar nuevas formas de dirigir sus empresas para que sean más flexibles, fiables y sensibles (Perea, Grossmann, Ydstie, & Tahmassebi, 2000).

La eficiencia de las cadenas de suministro de la cual hace parte la cadena de distribución en su mayoría depende de las decisiones de gestión, que a menudo se basan en la intuición y en la experiencia. Debido a la creciente complejidad de la oferta en la cadena que surge de los cambios en las preferencias del cliente, la globalización de la economía y la competencia entre empresas; estas decisiones a menudo están lejos del óptimo. Otro factor que causa dificultades en la toma de decisiones es que diferentes etapas de las cadenas de suministro suelen ser supervisadas por diferentes grupos de personas con diferentes filosofías de gestión (Sarimveis, Patrinos, Tarantilis, & Kiranoudis, 2007).

La motivación para realizar esta investigación surge debido al interés del autor en desarrollar un modelo de simulación con dinámica de sistemas y un modelo de indicadores de gestión para la cadena de distribución en estudio, que sirvan de soporte a los tomadores de decisiones en los procesos de planeación y gestión de la cadena.

1.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

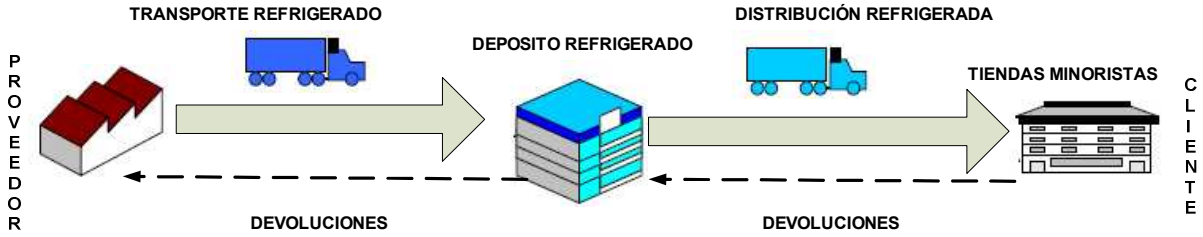
Lácteos y Cárnicos "Mercardy" es una microempresa familiar dedicada al transporte y distribución de alimentos lácteos y cárnicos producidos por la *Cooperativa Lechera de Antioquia "COLANTA",* en los municipios de Anza, Caicedo, Urrao y en el corregimiento Altamira. Cuenta con ocho años de experiencia en el transporte y distribución de alimentos lácteos y cárnicos. El proceso de distribución que realiza la empresa se divide en una distribución intermedia y una distribución principal, la primera se caracteriza por que los clientes de los municipios de Anza, Caicedo y del corregimiento de Altamira son atendidos directamente por un vendedor que dispone del inventario que lleva en el camión; la segunda hace referencia a la distribución que es realizada directamente por el centro de distribución principal para atender a los clientes del municipio de Urrao. Toda su administración es coordinada y gestionada desde su centro de

distribución principal, el cual queda ubicado a una cuadra del parque principal del municipio de Urrao; cuenta con bodegas para almacenar carga refrigerada y carga seca que suministran el inventario esencial para atender día a día los requerimientos de los clientes del municipio de Urrao.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El problema a estudiar es el comportamiento de la cadena de distribución de la empresa *Lácteos y Cárnicos "Mercardy"* (figura 1); con el fin de mostrar cómo las políticas, las decisiones, la estructura y las demoras se interrelacionan para influir en el desarrollo y la estabilidad de la empresa. La figura 1 muestra el proceso de distribución, en cadenas de suministro de productos refrigerados; el producto es adquirido por la empresa distribuidora en el centro de distribución de la empresa proveedora, luego es transportado en un camión refrigerado hasta el centro de distribución de ésta, seguidamente se realiza la distribución en camiones refrigerados más pequeños a las tiendas minoristas que posteriormente le entregan el producto al consumidor final. Mirando el flujo de productos del cliente hacia el proveedor, el proceso consiste en la devolución del producto vencido por parte de las tiendas minoristas al distribuidor que inmediatamente realiza el cambio del producto, éste lo transporta hasta su centro de distribución para luego enviarlo al centro de distribución de la empresa proveedora.

Fígura 1. Proceso de distribución en la cadena de suministro de alimentos refrigerados.



Fuente: (Kuo & Chen, 2009)

Considerando algunos argumentos planteados por Jay Forrester en su texto Dinámica Industrial (Forrester, 1961), se desarrollará un modelo dinámico que simule el comportamiento de la cadena de distribución mencionada anteriormente. El modelo dinámico permitirá, determinar las implicaciones de la estructura y políticas sobre el comportamiento del sistema y probar estrategias y suposiciones concernientes al mercado a fin de determinar las posibilidades de éxito de la empresa.

1.3 JUSTIFICACIÓN

Siendo consientes de que en la actualidad es requisito fundamental operar con eficiencia, para poder competir y lograr sostenibilidad en el tiempo; los administradores de las empresas deben plantear escenarios de mejora, medir y controlar los procesos, y administrar eficientemente la cadena de distribución, para identificar oportunidades que se traduzcan en un incremento de la rentabilidad y en un mejoramiento de su nivel de servicio.

Lo que se pretende con el desarrollo del proyecto es generar un modelo de simulación mediante dinámica de sistemas para la cadena de distribución de alimentos refrigerados, similar a la descrita en la fígura 1, con el objetivo de determinar cómo la información, la política y las decisiones que se toman en el día a día, puedan influir en su desempeño, en el mediano y largo plazo. El desarrollo del modelo permitirá a los administradores entender de una mejor manera el funcionamiento de la cadena de distribución. Al mejorar el entendimiento se podrán tomar mejores decisiones tácticas y realizar un mejor planeamiento estratégico. *Las decisiones tácticas* hacen referencia a la dirección de la cadena de distribución momento a momento y *el planeamiento estratégico* hace referencia a la preparación para posibles eventualidades, estableciendo la política a seguir y determinando por anticipado cómo deberían tomarse las decisiones tácticas.

De acuerdo con la literatura consultada hasta el momento, se evidencia que hay pocos estudios sobre Cadenas de Distribución de productos refrigerados; por lo tanto, éste un tema relevante para los investigadores que deseen aplicar simulación en la cadena.

1.4 OBJETIVO GENERAL

Modelar, simular y proponer escenarios que estén encaminados a la reducción de costos y al incremento del nivel de servicio en la cadena de distribución de alimentos refrigerados.

1.5 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Efectuar una revisión bibliográfica, del estado del arte y de los conceptos teóricos, relacionada con la simulación, especialmente con Dinámica de Sistemas, en las condenas de distribución.

- Hacer un diagnóstico del estado actual de cada uno de los procesos que conforman la cadena de distribución de alimentos refrigerados.

- Caracterizar los diferentes procesos que conforman la cadena de distribución.
- Identificar las variables esenciales que tengan un impacto significativo en cada uno de los procesos de la cadena de distribución.
- Explorar y recolectar información que permita alimentar el modelo de simulación.
- Simular y validar el modelo propuesto para la cadena de distribución.
- Plantear y analizar políticas y estrategias encaminadas a la satisfacción de las necesidades del cliente.

1.6 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN QUE SE PRETENDE RESOLVER

¿Las políticas y estrategias que se deriven de la simulación de la cadena de distribución permitirán proponer mecanismos para medir, controlar y mejorar los procesos que la conforman?

1.7 METODOLOGÍA

Se utiliza *la técnica de ficha de contenido y la de observación estructurada*; para realizar la recolección de información mediante la cual se desarrolla la caracterización de los diferentes procesos que conforman la cadena de distribución.

La técnica de ficha de contenido hace referencia al registro y consignación de extractos o aportes completos, citas textuales y resúmenes de libros, ensayos y artículos. Se caracteriza porque en ésta opera un criterio selectivo, fundamentado en los conceptos que han originado el desarrollo del trabajo (Escalante, 1999).

En la técnica de la observación estructurada se sabe de antemano qué aspectos son relevantes y cuáles no, para los propósitos del desarrollo del trabajo. Tiene, como propósito principal, lograr un conocimiento exploratorio y aproximado del problema a estudiar (Escalante, 1999).

El procedimiento para realizar la recolección de información que permita efectuar la revisión bibliográfica, del estado del arte, de los conceptos teóricos y para exponer la importancia de la simulación, con Dinámica de Sistemas en la gestión en las cadenas de distribución, *es la ficha de contenido.* En esta revisión

bibliográfica, se presentarán los conceptos que han originado el desarrollo del trabajo, a la vez que servirá para tener una idea clara sobre aspectos importantes en la cadena de distribución (Escalante, 1999).

Para hacer el diagnóstico del estado actual de cada uno de los procesos que conforman la cadena de distribución, se utiliza *la técnica de la observación estructurada*, con el fin de determinar qué aspectos son importantes y cuáles no lo son, para los propósitos del desarrollo del trabajo. El diagnóstico permite lograr un conocimiento exploratorio y aproximado del problema a estudiar (Escalante, 1999).

La identificación de las variables esenciales que tengan un impacto significativo en cada uno de los procesos de la cadena de distribución y la búsqueda de la información que se necesita para alimentar el modelo de simulación; se hace empleando las técnicas *de la observación estructurada* y la *entrevista* a un conjunto de personas que participen y por lo tanto son conocedoras del funcionamiento de cada uno de los procesos que conforman la cadena de distribución.

La *técnica de entrevista* con fines de investigación puede ser entendida como la conversación que sostienen dos o más personas, celebrada por iniciativa del entrevistador con la finalidad específica de obtener alguna información importante para la investigación que se realiza (Escalante, 1999).

Para validar el modelo propuesto de la cadena de distribución, se utiliza la *técnica de validez,* que consiste en determinar el grado en que el modelo propuesto describe al sistema real. Para expresar la validez del modelo se utilizan métodos de análisis estructural, verificación de dimensionalidad de variables, valores extremos, y opinión de expertos.

Finalmente, se utilizan las técnicas de *observación estructurada y de entrevista* para recolectar la información que permita plantear y analizar políticas y estrategias encaminadas a la satisfacción de las necesidades del cliente.

1.8 ALCANCES DEL TRABAJO

Los resultados directos verificables que se alcanzarán con el desarrollo de los objetivos específicos del trabajo final serán:

- La caracterización de los diferentes procesos que conforman la cadena de distribución. Esta caracterización se desarrollará por medio de formatos de procesos y diagramas de flujo.

- El modelamiento y simulación de la cadena de distribución descrita en la figura 1. Los análisis de los resultados de las simulaciones, serán uno de los aspectos más importantes para hacer la validación del modelo.

- Una planificación por escenarios, que permita entender y proponer de una manera coherente los futuros posibles que se pueden presentar para la cadena de distribución estudiada.

1.9 APORTES DEL TRABAJO FINAL

- *En la academia:*

  - ✓ Publicación capítulo 9 del libro *Innovación y Sostenibilidad* (ISBN:978-958-87060-0-9) en Diciembre de 2010; llamado *INDICADORES DE GESTIÓN EN CADENAS DE DISTRIBUCIÓN.*

  - ✓ Ponencia en el segundo seminario de *AVANCES EN INGENIERÍA DE LA ORGANIZACIÓN-INNOVACIÓN Y SOSTENIBILIDAD* (Diciembre-2010).

- *En la sociedad:*

  - ✓ Los aplicativos para el modelamiento con dinámica de sistemas y para el manejo de indicadores de gestión en la cadena de distribución, realizados en Microsoft Excel, están diseñados para que su funcionamiento sea de fácil comprensión por lo tanto pueden ser utilizados por usuarios expertos o no en el tema; permiten reducir tiempo y dinero a la hora de realizar cálculos; proporcionan una visión integral del desempeño de cada uno de los procesos dentro de la cadena de distribución y debido a que están desarrollados bajo Microsoft Excel, el usuario no incurre en costos adicionales asociados con la licencia de funcionamiento de Microsoft, por lo tanto sería útil para aquellas microempresas que cuentan con pocos recursos para invertir en sistemas de información reconocidos. Estos aplicativos pueden resultar útiles para las personas encargadas de tomar decisiones en cadenas de distribución similares.

2. INDICADORES DE GESTIÓN EN CADENAS DE DISTRIBUCIÓN

Los indicadores de gestión son mecanismos que permiten medir y controlar el logro y el cumplimiento de las políticas, objetivos, metas y decisiones que se aplican a un proceso; son una medida cuantitativa o una observación cualitativa que permite identificar cambios en el tiempo con el fin de determinar qué tan bien está funcionando un sistema. Conocer la calificación del desempeño logístico en empresas dedicas al transporte y distribución de mercancías, es conocer la gestión que se tiene en cada uno de los procesos que conforman la cadena de distribución, de tal forma que se pueda generar una voz de alerta sobre la existencia de un problema y tomar medidas para solucionarlo.

2.1 INTRODUCCIÓN

Los indicadores de gestión, como herramienta de evaluación, han facilitado a la administración mejorar el desempeño, mediante la aplicación de sistemas de evaluación que permiten verificar logros, resultados y uso de recursos (Domínguez Giraldo, 2005). Por lo tanto son el mecanismo idóneo para garantizar el despliegue de las políticas corporativas y acompañar el desenvolvimiento de los planes; se consideran una necesidad en la medida en que crece la complejidad de la organización, la cual demanda descentralización y flexibilidad (Pacheco, Castañeda, & Caicedo, 2002).

Los indicadores deben estar conectados a metas, no sólo de los departamentos, de las secciones o de áreas funcionales, sino de la empresa en su conjunto. Deben permitir armonizar la búsqueda de los objetivos estratégicos y los de corto plazo; en esa medida los indicadores son un instrumento básico de las prácticas directivas para el control y el despliegue de estrategias. Constituyen el instrumento de medición por excelencia, y no emplearlos le impide a las empresas mejorar su desempeño de manera sistemática y les obstaculiza la posibilidad de aprender de la experiencia (Pacheco, Castañeda, & Caicedo, 2002).

Este capítulo está desarrollado de la siguiente forma, Inicialmente se analizan los conceptos de control y medición, como procesos que permiten lograr una buena gestión y que constituyen una importante base en la construcción de indicadores; posteriormente se desarrollara los conceptos principales de indicadores de gestión, indicadores de gestión logística e indicadores en cadenas de distribución; luego se describe un sistema de indicadores de gestión aplicado a la microempresa *Lácteos y Cárnicos "MERCARDY"*, finalmente se explica el funcionamiento de una herramienta informática desarrollada en Microsoft Excel por el autor del documento para el manejo del sistema de indicadores de gestión en la empresa mencionada anteriormente.

2.2 EL PROCESO DE CONTROL

Los indicadores responden a dos principios básicos de gestión: “lo que no es medible no es gerenciable” y “el control se ejerce a partir de hechos y datos”. Para controlar es necesario poseer indicadores que permitan evaluar el desempeño de los procesos (Pacheco, Castañeda, & Caicedo, 2002).

El control de la gestión descansa sobre el seguimiento y la medición de indicadores. Este proceso toma la forma de estimar el desempeño real, de compararlo con un objetivo-meta y desencadenar una acción correctiva en caso de ser necesario (Pacheco, Castañeda, & Caicedo, 2002).

El papel de los indicadores no se agota en el control de las metas determinadas; pueden jugar también un papel importante en el establecimiento de las grandes propuestas, que forman parte del direccionamiento estratégico, y en el análisis de la realidad, punto crucial para la adecuación del entorno (Pacheco, Castañeda, & Caicedo, 2002).

El proceso de control consta de cuatro etapas (Domínguez Giraldo, 2005):

- Medición
- Organización
- Comparación
- Ajuste o acción.

La medición será tratada en el siguiente apartado. La organización hace referencia a los métodos estadísticos para la medición de datos que permiten comparar los datos obtenidos frente a los estándares. La comparación consiste en contrastar los datos frente a cuatro parámetros: programación, históricos, entorno y el debe ser; y el ajuste o acción hace referencia al trabajo de mejoramiento continuo que se debe realizar para alcanzar y superar los objetivos (Domínguez Giraldo, 2005).

2.2.1 Qué es control.

Se entiende por control el proceso de mantener o regular los sistemas o procesos para el logro del objetivo propuesto. Por lo tanto para controlar es necesario medir los resultados o productos obtenidos y compararlos con los resultados o productos previstos, con el fin de realizar las correcciones necesarias que permitan alcanzar el objetivo propuesto (Domínguez Giraldo, 2005).

El proceso de controlar está inmerso en la administración para lograr conseguir las metas y los objetivos y no como un proceso independiente de carácter policivo (Domínguez Giraldo, 2005).

2.2.2 Por qué controlar.

El control se realiza porque durante la ejecución y desarrollo de un plan intervienen una serie de factores que afectan a las variables del proceso y hacen que éstas al variar frente a lo presupuestado, den como producto un resultado diferente al programado (Domínguez Giraldo, 2005).

2.2.3 Para qué controlar.

Realizar un buen control tiene varias ventajas, algunas de ellas de tipo profesional y otras de tipo institucional. Entre las ventajas más sobresalientes se destacan (Domínguez Giraldo, 2005):

- Mejorar o corregir los procesos con el fin de que cumplan el objetivo inicialmente trazado.
- Reorientar los planes trazados en cumplimiento de la gestión por parte de los empleados.
- Desarrollar una actitud de hacer bien las cosas desde la primera vez.

2.2.4 Qué controlar.

En todo proceso es necesario controlar el cumplimiento de los objetivos, los atributos de los productos, los insumos para la elaboración del producto, las operaciones y las actividades del proceso (Domínguez Giraldo, 2005).

2.2.5 Cuándo controlar.

El control debe hacerse permanentemente, pero de manera específica, cuando la medición permita hacer las correcciones del caso. No se puede decir si la medición es diaria, semanal, mensual, etc., lo que debe decirse es que la medición debe ser de tal forma que permita hacer los ajustes necesarios para que el proceso corrija la ruta o continúe en ella con el fin de obtener un producto de especificaciones dadas por el cliente (Domínguez Giraldo, 2005).

2.2.6 Quién controla.

Quien controla debe ser aquella persona que tiene interés en el proceso y que además lo conoce, y no solamente esto, sino también quien pueda tener la facilidad de reaccionar rápidamente para corregir los errores que se están presentando dentro del proceso (Domínguez Giraldo, 2005).

2.2.7 Cómo controlar.

La mejor forma de controlar el proceso, es decir, la mejor forma de controlar el uso de los recursos, el atributo de los productos y el logro de los objetivos es midiendo, lo que permite gerenciar con base en datos, para desterrar el "yo creo, a mí me parece, yo pienso", dejando tales opiniones subjetivas para aquellos asuntos para los cuales no se han desarrollado medios cuantificables para medir y verificar a través de datos (Domínguez Giraldo, 2005).

Para lograr un buen control y una buena gestión, es necesario medir, ya que de otra manera no es posible conocer los resultados obtenidos, ni la tendencia de los mismos (Domínguez Giraldo, 2005).

2.2.8 Tipos de control.

En cada una de las etapas de los procesos se debe dar el control, esto es, en el antes, durante y después. Así las cosas, existen tres tipos de control: el control preventivo o de verificación, el control correctivo o de aprendizaje y el control de mejoramiento o de gestión (Domínguez Giraldo, 2005), (Pacheco, Castañeda, & Caicedo, 2002).

Estas formas de control a pesar de su discrepancia, son complementarias y deben existir en las empresas, en una proporción adecuada (Pacheco, Castañeda, & Caicedo, 2002).

- **Control preventivo o de verificación:** lo que busca es evitar que se programen errores o falsos objetivos y falsas metas. Busca fundamentalmente que las cosas se hagan bien desde el principio (Domínguez Giraldo, 2005). Tiene la finalidad de verificar si la actuación de los empleados concuerda con unos criterios previamente establecidos por una autoridad legal o administrativa y, en caso contrario, aplicar las sanciones y las acciones correctivas que se requieren para ajustar la ejecución a las normas y los criterios de actuación. Este tipo de control es importantes porque buscan proteger los activos de la empresa estableciendo la disciplina y disuadiendo a los empleados de realizar actos dolosos o improductivos (Pacheco, Castañeda, & Caicedo, 2002).

- **Control correctivo o de aprendizaje:** busca que durante la ejecución, se hagan las cosas como están programadas; y evitar que se cometan errores durante la ejecución, mediante la detección en forma oportuna de los probables errores que se estén cometiendo (Domínguez Giraldo, 2005). Este tipo de control se aplica a los fenómenos cambiantes y sobre los cuales se tiene un conocimiento relativamente escaso. Pone en cuestión lo planeado. La planeación y el control se integran para que el ejecutor aprenda de su propia experiencia (Pacheco, Castañeda, & Caicedo, 2002). Construye una historia que proporciona una apreciación de la evolución y establece la capacidad de la organización para mejorar el desempeño de una variable. Permite comparar el presente con relación al pasado y hacer previsiones sobre el futuro. Este tipo de control investiga las causas de las desviaciones para evitar que vuelvan a presentarse y no se limita a introducir una acción correctiva (Pacheco, Castañeda, & Caicedo, 2002).

- **Control de mejoramiento o de gestión:** Busca encontrar soluciones oportunas a los errores y a los procesos que se están ejecutando (Domínguez Giraldo, 2005). Realiza una reflexión sistemática sobre unos factores claves del desempeño de la empresa, para descubrir deficiencias y enfocar con mayor efectividad los esfuerzos que la empresa hace para perfeccionarse. Evalúa el desempeño de la empresa total y de cada uno de sus procesos principales (Pacheco, Castañeda, & Caicedo, 2002). El control de mejoramiento o de gestión es un elemento necesario de la dirección. Los aportes que hace a la gerencia resultan de la ejecución de las funciones que se enuncian a continuación, y que, para proporcionar una visión de conjunto, se resumen en estas nueve funciones (Pacheco, Castañeda, & Caicedo, 2002):
  - ✓ Facilitar el aprendizaje organizacional
  - ✓ Crear la memoria institucional
  - ✓ Facilitar el diagnostico permanente
  - ✓ Mejorar la planeación y la programación
  - ✓ Medir el perfeccionamiento
  - ✓ Posibilitar la descentralización
  - ✓ Evaluar el desempeño de los empleados
  - ✓ Mejorar la flexibilidad
  - ✓ Definir niveles de exigencia

2.3 EL PROCESO DE MEDICIÓN

Algunos manifiestan que lo importante es hacer las cosas bien, con calidad, mejorar siempre y por lo tanto la medición es innecesaria. Sin embargo, pronto o tarde caen en cuenta que no se pueden desarrollar las mejoras si no se tiene claro cómo medir lo que se va a mejorar (Domínguez Giraldo, 2005).

2.3.1 Qué es medir.

Medir es determinar una cantidad comparándola con otra previamente determinada y aceptada (Domínguez Giraldo, 2005).

La medición no puede entenderse sólo como un proceso de recoger datos, sino que debe insertarse adecuadamente en el sistema de toma de decisiones. Se pueden tener muchos datos sobre las causas de un efecto, pero si no se tiende a clasificarlos, estudiar su frecuencia, aislar los principales, y establecer sus relaciones con la finalidad ya sea de poner bajo control el proceso o de mejorar su desempeño, de poco servirán dichos datos y la medición (Domínguez Giraldo, 2005), (Harrington, 1993).

2.3.2 Por qué medir.

La medición en el concepto tradicional ha servido más para buscar responsables, que como una oportunidad para mejorar los procesos dentro de la empresa. Por lo tanto las empresas deben cambiar su paradigma de que la medición, la evaluación y control son agentes de la fiscalización y penalización, por encima de las posibilidades de corrección y mejoramiento. En este sentido, la medición debe buscar que el análisis de las mediciones tienda a identificar responsabilidades y oportunidades de mejora y no a establecer culpables (Domínguez Giraldo, 2005), (Harrington, 1993).

2.3.3 Para qué medir.

Las medidas permiten al individuo desarrollar un sentimiento de logro y superación; acompañadas de un buen sistema de recompensas estimulan al individuo y al equipo a realizar un esfuerzo adicional, que se necesita para que la organización se diferencie de lo común (Domínguez Giraldo, 2005), (Harrington, 1993).

2.3.4 Objetivos de la medición.

La medición permite:

- Planificar con mayor certeza y confiabilidad.
- Discernir con mayor precisión las oportunidades de mejora de un proceso dado.
- Analizar y explicar cómo han sucedido los hechos.
- Corregir las condiciones fuera de control.

- Comprender si los productos producidos son competitivos en el mercado.
- Establecer prioridades en la organización.

Sin medición no se puede adelantar con rigurosidad y de una manera sistemática las siguientes actividades del proceso de mejoramiento: evaluar, planificar, diseñar, prevenir, innovar, corregir y mantener (Domínguez Giraldo, 2005), (Harrington, 1993).

2.3.5 Qué es medible.

Se puede medir tanto lo tangible como lo intangible. El que algo no se haya medido hasta el presente, no implica que no se pueda o deba medir. Cuando se habla de medición no necesariamente se refiere a escalas universales reconocidas para expresar los resultados; como alternativa se pueden utilizar indicadores con escalas propias, desarrolladas para cada uno y que permitan comparaciones que serán útiles para conocer grados de avance (Domínguez Giraldo, 2005), (Harrington, 1993).

2.3.6 Dónde medir.

El principal problema de la mayor parte de los procesos de la empresa es que el proceso sólo se mide al final. En la generalidad de los casos, lo anterior proporciona poca realimentación relativa sobre las actividades individuales dentro del proceso, o cuando lo proporciona es demasiado tarde. Es necesario establecer puntos de medida aproximados a cada actividad, de manera que las empresas que la realizan reciban una realimentación directa, inmediata y pertinente, para establecer las correcciones en tiempo real. Las mediciones deben realizarse tan pronto como se haya finalizado una actividad del proceso; posponer las mediciones contribuye a que se cometan errores adicionales (Domínguez Giraldo, 2005), (Harrington, 1993).

2.3.7 Qué procesos medir.

Aunque en teoría cada tarea debe evaluarse y los resultados deben comunicarse al individuo que realiza la tarea, esto no siempre es práctico. Por ello lo mejor es realizar un examen de los diferentes procesos o actividades, según el caso, e identificar aquellos que tienen mayor importancia dentro del proceso general y de esta manera señalar cuáles deben ser medidos. Otra forma de saber que medir, es la revisión del nivel de satisfacción del cliente interno, centrándose en aquellas actividades que no satisfacen las expectativas del cliente. Una tercera forma, es

identificar las actividades que requieren unos recursos significativos y aquellas que proporcionan realimentación sólo sobre el desempeño del trabajo realizado por un individuo (Domínguez Giraldo, 2005), (Harrington, 1993).

2.3.8 Quién debe hacer las mediciones.

La persona que puede realizar mejor las mediciones, es aquella que realiza su propio proceso y debe hacerlo porque es a él a quien más le interesa como una oportunidad de encontrar en donde mejorar su desempeño; utilizando de esta manera la información como una realimentación inmediata (Domínguez Giraldo, 2005), (Harrington, 1993).

2.3.9 Atributos de la medición.

- **Pertinencia:** se refiere a que las mediciones que se hagan, deben ser tomadas en cuenta y tener importancia en las decisiones que se toman con base en las mismas. El grado de pertinencia debe revisarse periódicamente, ya que algo que sea muy importante en un momento determinado, puede dejar de serlo en el transcurrir del tiempo.

- **Precisión:** se refiere al grado en que la medida obtenida refleja fielmente la magnitud del hecho que se quiere analizar o corroborar.

- **Oportunidad:** se refiere al logro de la medición que permita tomar las decisiones más adecuadas de corrección; restableciendo así la estabilidad deseada del proceso, bien sea para prevenir o para diseñar elementos que impidan que las características deseadas salgan fuera de los límites de control de tolerancia.

- **Confiabilidad:** se refiere al hecho de que la medición en la empresa no es un acto que se haga una sola vez, por el contrario, es un acto repetitivo y de naturaleza generalmente periódica. Si se quiere estar seguros de que lo que se mide es la base adecuada para las decisiones que se toman, se debe revisar periódicamente todo el sistema.

- **Economía:** se refiere a los gastos de la medición, de tal manera que permitan un gran beneficio, a unos costos dados (Domínguez Giraldo, 2005), (Harrington, 1993).

2.3.10 Como medir.

La medición debe tener dentro de su metodología tres características fundamentales:

1. Técnica: quiere decir que las herramientas utilizadas de medición y los procedimientos llevados a cabo sean universalmente aceptados por toda la sociedad.

2. Objetiva: la medición depende del objeto a medir y no del sujeto que mide.

3. Independiente: no depende ni de los resultados de la medición ni del sujeto que mide, sino única y exclusivamente del objeto y del instrumento medidor (Domínguez Giraldo, 2005).

La forma más apropiada de medir la gestión son los métodos cuantitativos estadísticos, que permiten conocer el estado de las variables y los atributos de los productos de los procesos (Domínguez Giraldo, 2005).

2.3.11 Importancia de las mediciones en el mejoramiento.

Las mediciones son importantes para el mejoramiento, por varias razones (Harrington, 1993):

- Centran su atención en factores que contribuyen a lograr la misión de la empresa
- Muestran la efectividad con la cual se emplean los recursos
- Ayudan a fijar la metas y a monitorear las tendencias
- Proporcionan la información de entrada para analizar las causas de raíz y las fuentes de los errores
- Ayudan a identificar oportunidades de mejoramiento progresivo
- Generan en los empleados un sentimiento de logro
- Proporcionan los medios para saber si se está perdiendo o ganando
- Ayudan a monitorear el progreso

2.4 INDICADORES DE GESTIÓN

El proceso de control tiene la misión de garantizar que lo ejecutado (hacer) esté de acuerdo con lo planeado. Para poder garantizar lo anterior se utilizan indicadores que permitan conocer el grado de cumplimiento de lo planeado o de lo encomendado (misión) (Domínguez Giraldo, 2005).

Los indicadores son entonces puntos de los objetivos que permiten conocer si se ha logrado o que tan desviado se encuentra el logro, para hacer los ajustes correspondientes. Estos son unidades de medidas que permiten controlar las desviaciones entre lo ejecutado y lo planeado (Domínguez Giraldo, 2005).

2.4.1 Qué es un indicador.

El término "Indicador" en el lenguaje común, se refiere a datos esencialmente cuantitativos; permiten al tomador de decisiones darse cuenta de cómo se encuentran las cosas en relación con algún aspecto de la realidad que le interesa conocer. Los Indicadores pueden ser: medidas, números, hechos, opiniones o percepciones que señalen condiciones o situaciones específicas (Mora Garcia, 2008).

Un indicador es una relación entre dos o más datos significativos, que tienen un nexo lógico entre ellos, y que proporcionan información sobre aspectos críticos o de importancia vital para la conducción de la empresa (Pacheco, Castañeda, & Caicedo, 2002), (Cubillos Benavides, Méndez Jiménez, & Rojas Valdés, 2009).Son la medida del estado y desempeño de un macroproceso, proceso o actividad en un momento e indican el grado en que se están logrando los objetivos. En consecuencia, se entiende por indicador el conjunto de variables cuantitativas o cualitativas que se van a medir y a monitorear (Serna Gómez, 2006), (Domínguez Giraldo, 2005). Son ante todo la información que agrega valor y no simplemente un dato (Cubillos Benavides, Méndez Jiménez, & Rojas Valdés, 2009).

2.4.2 El concepto de gestión.

El concepto de gestión debe mirarse como el logro de la misión o el cumplimiento de los objetivos. Se entiende por misión el cumplimiento de una tarea recomendada a alguien que contribuya a pasar de una situación actual a una situación mejorada. El objetivo se entiende como el fin de los productos o el fin de los procesos; es decir el punto a donde todos deben llegar (Domínguez Giraldo, 2005).

La gestión está dada por la relación beneficio costo; si se logra que la situación B sea mejor que la situación A, por unidad de recurso, se dice que la gestión fue buena, no importando que este punto B siga siendo negativo (Domínguez Giraldo, 2005).

El concepto de gestión, debe traspasar el viejo concepto de que gestionar es actuar, o que gestionar es trabajar. Debe entenderse como el mejoramiento de

objetivos, como los aciertos y no como los lanzamientos; debe entenderse como los aciertos y no como la búsqueda. La gestión entonces, está relacionada con los logros en la sociedad y no con el trabajo o las actividades desarrolladas (Domínguez Giraldo, 2005).

La gestión no es entonces lanzar, la gestión es acertar. La gestión no es disparar, la gestión el lograr. Por ejemplo debe entenderse como gestión, el incremento en las utilidades de la empresa por las ventas realizadas y no puede entenderse como gestión el número de ventas obtenidas (Domínguez Giraldo, 2005).

La gestión involucra el logro de resultados en primera instancia, resultados que muy probablemente varían en la medida en que se alcancen los inicialmente propuestos (Domínguez Giraldo, 2005)

2.4.3 El concepto de indicador de gestión.

Los indicadores de gestión se definen como una relación entre variables que permite observar aspectos de una situación y compararlos con las metas y los objetivos propuestos. Dicha comparación permite observar la situación y las tendencias de evolución de la situación o fenómenos observados (Serna Gómez, 2006). Miden el logro asociado con el desarrollo de la sociedad, con los resultados y con el producto.

Los indicadores de gestión son indicadores de control que sirven para conocer en qué partes se presentan algunas dificultades y en dónde se deben hacer las correcciones que permitan mejorar (Domínguez Giraldo, 2005). Son una magnitud que expresa el comportamiento o desempeño de un proceso, que al compararse con algún nivel de referencia permite detectar desviaciones positivas o negativas. También son la conexión de dos medidas relacionadas entre sí, que muestran la proporción de la una con la otra (Mora Garcia, 2008).

Un indicador de gestión debe ser, entre otras cosas, lo siguiente (Cubillos Benavides, Méndez Jiménez, & Rojas Valdés, 2009):

- **Relevante:** el indicador debe expresar efectivamente lo que se quiere medir o determinar y debe guardar relación con los principales procesos de la empresa.

- **Entendible:** no debe dar lugar a ambigüedades o malas interpretaciones que puedan desvirtuar su análisis.

- **Basado en información confiable:** la precisión del indicador debe ser suficiente para tomar la decisión adecuada.

- **Transparente/verificable:** su cálculo debe estar adecuadamente soportado y debe ser documentado para su seguimiento y trazabilidad.

- **Basado en información específica con relación al lugar y al tiempo:** debe ser asociado a hechos reales que faciliten su análisis.

- **Participativo:** el indicador debe ser construido o diseñado por los propios responsables de los procesos o actividades y socializado entre quienes intervienen en el proceso de ejecución.

Los indicadores de gestión forman parte de un sistema global de información en la organización, que permite materializar las tres actividades básicas de planificación y control: la planificación estratégica, el control de gestión y el control de la evaluación (Cubillos Benavides, Méndez Jiménez, & Rojas Valdés, 2009).

Los indicadores de gestión se convierten en los signos vitales de la organización, y su continuo monitoreo permite establecer las condiciones e identificar los diversos síntomas que se derivan del desarrollo normal de las actividades (Mora Garcia, 2008).

2.4.4 Principales funciones de los indicadores de gestión.

- Apoyar y facilitar los procesos de toma de decisiones.
- Permiten controlar la evolución en el tiempo de los principales procesos y variables.
- Racionalizan el uso de la información.
- Sirven de base para la adopción de normas y patrones efectivos y útiles para la organización.
- Sirven de base para la planificación y la prospección de la organización.
- Sirven de base para el desarrollo de sistemas de remuneración e incentivos.
- Sirven de base para la comprensión de la evolución, situación actual y futuro de la organización.
- Propician la participación de las personas en la gestión de la organización (Mora Garcia, 2008).

2.4.5 Características de los indicadores de gestión.

Los indicadores deben cumplir con unos requisitos y elementos para poder apoyar la gestión en el cumplimiento de los objetivos institucionales. Las características más relevantes que puede tener esta herramienta dentro de la empresa son las siguientes (Cubillos Benavides, Méndez Jiménez, & Rojas Valdés, 2009):

- **Oportunidad:** deben permitir obtener información de forma adecuada y oportuna y medir con un grado aceptable de precisión los resultados alcanzados y los desfases con respecto a los objetivos propuestos, que permitan la toma de decisiones para corregir y reorientar la gestión antes de que las consecuencias afecten significativamente los resultados o estos sean irreversibles.

- **Prácticos:** deben ser fáciles de generar, recolectar y procesar.

- **Objetivos:** deben expresarse numérica o cualitativamente.

- **Claros:** deben ser comprensibles tanto para quienes los desarrollan como para quienes los estudien o los tomen como referencia.

- **Finalidad:** deben ser útiles para la toma de decisiones. Cada indicador debe tener un fin que justifique su diseño y adopción.

- **Válidos:** deben medir realmente el atributo que pretenden medir.

- **Explícitos:** deben estar definida de manera clara las variables con respecto a las cuales se analizará el indicador para evitar interpretaciones ambiguas.

- **Sensibles:** deben reflejar el cambio de la variable en el tiempo, es decir, deben cambiar efectiva y persistentemente a lo largo de cierto periodo.

- **Excluyentes:** cada indicador evalúa un aspecto específico único de la realidad, una dimensión particular de la gestión. No deben haber indicadores redundantes.

- **Jerarquizados:** de acuerdo con el grado de generalidad, los indicadores son globales, cuando se refieren a la organización como un todo y específicos cuando se refieren a una de las dependencias o de los procesos de esta.

- **Participación de los usuarios:** es importante que los involucrados en el manejo del indicador participen desde su diseño hasta su evaluación.

- **Representativos:** el indicador debe expresar efectivamente lo que se quiere medir o determinar y debe guardar relación con los principales procesos de la empresa.

2.4.6 Clases de indicadores de gestión.

- **Razones:** Expresan la relación entre dos datos. La relación se obtiene al dividir un dato, el numerador, por una base denominada denominador. El numerador y el denominador deben ser expresados en unidades de medida de la misma naturaleza, por ejemplo, pesos, litros, toneladas. Cuando las razones resultan de relacionar cantidades expresadas en unidades de medida diferentes, por ejemplo, clientes atendidos y horas-hombre empleadas, suelen recibir el nombre de tasa (Pacheco, Castañeda, & Caicedo, 2002).

- **Porcentajes:** Presentan el valor relativo de una cifra con respecto de un valor de referencia igual a cien. En otros términos, muestran el valor relativo de una parte con relación al todo, al cual se le atribuye el valor de cien. El porcentaje también puede referirse al valor relativo de una parte del todo, con relación a otra parte a la cual se le asigna el valor de cien (Pacheco, Castañeda, & Caicedo, 2002).

- **Promedio:** Existen diferentes conceptos de promedio, y no pueden utilizarse de manera indiscriminada para todos los casos. Los más usuales son la media aritmética, la mediana y la moda. La media se obtiene sumando un conjunto de valores y dividiendo el resultado por el número de valores sumados; la moda es el valor que se presenta el mayor número de veces y la mediana de un conjunto de datos es el valor que ocupa la posición central cuando esos datos son ordenados del más bajo al más alto. Cuando el número de datos es par, la mediana es la media entre los dos datos centrales (Pacheco, Castañeda, & Caicedo, 2002).

- **Números índice:** Expresan los cambios relativos de una variable, comparada con una base a la cual se le asigna el valor de cien. Proporcionan un método simple para comparar cambios que presenta una variable a través de un período (Pacheco, Castañeda, & Caicedo, 2002).

2.4.7 Modelo para diseñar indicadores de gestión.

El modelo que se describe a continuación establece unas cualidades que debe satisfacer un sistema administrativo y propone un conjunto de dimensiones que permiten observar mediante indicadores de gestión el comportamiento del sistema. Es necesario poner de manifiesto que el modelo ayuda al analista a establecer los aspectos del sistema que serán medidos por medio de indicadores pero no permite determinar los valores que debe alcanzar cada indicador para hacer la evaluación del sistema. El valor que un indicador debe alcanzar y que se fija para evaluar el desempeño del sistema será determinado en cada caso de

acuerdo con las circunstancias particulares en las cuales opere el sistema (Pacheco, Castañeda, & Caicedo, 2002).

El modelo supone que las dimensiones de los sistemas administrativos que son significativas para el proceso de evaluación y que serán medidas mediante indicadores son éstas: eficiencia, eficacia y de efectividad. A continuación se indica el sentido que se le atribuye a cada una de las dimensiones o variables del modelo de evaluación (Pacheco, Castañeda, & Caicedo, 2002), (Cubillos Benavides, Méndez Jiménez, & Rojas Valdés, 2009), (Harrington, 1993), (Domínguez Giraldo, 2005).

- **Indicadores de eficiencia:** Los indicadores de eficiencia se enfocan en el control de los recursos o las entradas del sistema; evalúan la relación entre los recursos y su grado de aprovechamiento por parte de los procesos o actividades (Harrington, 1993), (Cubillos Benavides, Méndez Jiménez, & Rojas Valdés, 2009), (Domínguez Giraldo, 2005).Consisten en el examen de costos en que incurren las entidades encargadas de la producción de bienes y/o la prestación de servicios, para alcanzar sus objetivos y resultados. En síntesis, la eficiencia está relacionada con las respuestas que demos al interrogante de cómo se hizo. Este tipo de indicadores mide la forma de como se utilizaron los recursos durante el proceso de generación del producto y/o servicio (Cubillos Benavides, Méndez Jiménez, & Rojas Valdés, 2009).

- **Indicadores de eficacia:** eficacia, en un sentido restringido, es la capacidad que tiene la organización para satisfacer al cliente identificando en forma correcta sus necesidades y sus expectativas, con el propósito de inferir a partir de estas las características que deben poseer sus productos para que estén en condiciones de satisfacer al cliente (Pacheco, Castañeda, & Caicedo, 2002), (Domínguez Giraldo, 2005).Se enfocan en el control de los resultados del sistema, evalúan la relación entre la salida del sistema y el valor esperado (meta) del sistema; analizan la oportunidad con que las entidades encargadas de la producción de bienes y/o prestación de servicios logran sus resultados, así como la relación que estos guardan con los objetivos y metas que la dirección les define para un periodo determinado, en términos de cantidad, calidad y oportunidad. En resumen podemos decir que la eficacia está relacionada con las respuestas que demos al interrogante de qué se hizo. Este tipo de indicadores mide si lo que se generó se ajusta a los objetivos y metas propuestos inicialmente (Cubillos Benavides, Méndez Jiménez, & Rojas Valdés, 2009).

- **Indicadores de efectividad:** los indicadores de efectividad son los resultados que se obtienen de los recursos empleados. Con frecuencia, éstos están relacionados directamente con los clientes internos y/o externos, e indican el acierto con el que la salida de una actividad o grupo de actividades satisface las

expectativas del cliente (Harrington, 1993), (Cubillos Benavides, Méndez Jiménez, & Rojas Valdés, 2009), (Pacheco, Castañeda, & Caicedo, 2002), (Domínguez Giraldo, 2005).Se relacionan, con la medición del nivel de satisfacción del usuario, que aspira a recibir un producto o servicio en condiciones favorables de costo y oportunidad, así como establecer el grado de cobertura del servicio prestado. En resumen, la efectividad está relacionada con las respuestas que demos al interrogante para qué se hizo. Este tipo de indicadores mide el impacto final alcanzado frente a los bienes o servicios generados sobre los clientes y usuarios (Cubillos Benavides, Méndez Jiménez, & Rojas Valdés, 2009).

Tabla 1: Factores para medir a través de los tipos de indicadores

Eficiencia	**Eficacia**	**Efectividad**
Recursos	Calidad	Planeación
Mano de obra	Cumplimiento	Productividad
Maquinaria	Costo	Potencialidad
Medios logísticos	Confiabilidad	Participación
Métodos	Comodidad	Adaptación
Medios financieros	Comunicación	Cobertura

Fuente: (Cubillos Benavides, Méndez Jiménez, & Rojas Valdés, 2009)

2.4.8 Estructura básica de un indicador de gestión.

- **Objetivo:** señala para que se establece el indicador y que mide.
- **Definición:** debe ser simple y clara, e incluir además solo una característica.
- **Responsabilidad:** indica el proceso dueño del indicador y por lo tanto los responsables de las acciones que se deriven de este.
- **Recursos:** de personal, instrumentos, informáticos, entre otros.
- **Periodicidad:** debe ser la suficiente para informar sobre la gestión.
- **Nivel de referencia:** pueden ser datos históricos, un estándar establecido, un requerimiento del cliente o de la competencia o una cifra acordada por consenso en el grupo de trabajo.

- **Puntos de lectura:** debe tenerse claro en qué punto se llevará a cabo la medición, al inicio, en una etapa intermedia o al final del proceso (Cubillos Benavides, Méndez Jiménez, & Rojas Valdés, 2009).

2.4.9 Categorías de los indicadores de gestión.

Si los objetivos de la organización son sociales e institucionales, los indicadores de gestión son de dos categorías: sociales o logro de objetivos en el cliente externo, e institucionales o logro de objetivos en el cliente interno (Domínguez Giraldo, 2005).

Por lo tanto, para el logro de los objetivos se producen productos sociales y productos institucionales. Los primeros procuran el desarrollo de la sociedad y los segundos el desarrollo de la institución. Los indicadores sociales o respecto a la sociedad, o a sus clientes externos, están asociados a la eficacia en el logro de objetivos o resultados. Los indicadores institucionales, respecto a la empresa o a sus clientes internos; están asociados a la eficiencia en el manejo de los recursos (Domínguez Giraldo, 2005).

2.4.10 Metodología básica para la construcción de indicadores de gestión.

Para la elaboración de los indicadores de gestión es necesario hacer una reflexión profunda de la empresa dando respuesta a las siguientes preguntas (Cubillos Benavides, Méndez Jiménez, & Rojas Valdés, 2009):

- **¿Qué se hace?** Con esta pregunta se pretende que la entidad describa sus actividades principales que permiten cumplir con la razón de ser por la cual fue creada.

- **¿Qué se desea medir?** Debe realizarse la selección de aquellas actividades que se consideran prioritarias.

- **¿Quién utilizará la información?** Una vez descritas y valoradas las actividades se deben seleccionar los destinatarios de la información, ya que los indicadores se deben definir sustancialmente en función de quién los va a utilizar.

- **¿Cada cuánto se debe medir?** En esta fase de la reflexión debe precisarse la periodicidad con la que se desea obtener la información. Dependiendo del tipo

de actividad y del destinatario de la información, los indicadores habrán de tener una u otra frecuencia en cuanto a su presentación.

- **¿Con qué se compara?** Finalmente, deben establecerse referentes respecto a su estructura, proceso o resultado, que puedan ser tanto internos a la organización como externos a ésta y que servirán para efectuar comparaciones.

2.4.11 Fases para el establecimiento de indicadores de gestión.

- **Contar con objetivos y estrategias.** Es fundamental contar con objetivos claros, precisos, cuantificados y tener establecida la meta y las estrategias que se emplearán para lograr los objetivos. Se entiende por cuantificar un objetivo o estrategia, a la acción de asociarle patrones que permitan hacerla verificable. Estos patrones son (Cubillos Benavides, Méndez Jiménez, & Rojas Valdés, 2009):

  - ✓ **Atributo:** es el que identifica la meta
  - ✓ **Unidades y escala:** corresponde a las unidades de medida en que se especificará la meta.
  - ✓ **Estatus:** es el valor actual de la escala; es el punto de partida.
  - ✓ **Meta:** es el valor de la escala que se desea alcanzar.
  - ✓ **Vigencia:** hace referencia al periodo en el cual se espera alcanzar la meta.
  - ✓ **Fecha de iniciación:** cuándo se inicia la vigencia para el cumplimiento de la meta.
  - ✓ **Fecha de terminación:** corresponde a la finalización del lapso programado para el logro de la meta.
  - ✓ **Responsable:** proceso o persona que tendrá a su cargo la ejecución de la estrategia o el logro de la meta.

- **Identificar los factores claves de éxito.** Se entiende por factor clave de éxito aquel aspecto o variable que es necesario mantener bajo control. Se definen como aquellas características mínimas que debe tener el producto o su proceso de generación, que de no reunirse pueden hacer que no se cumpla con su propósito. Los factores claves de éxito son factores internos o externos que

deben ser identificados y reconocidos porque soportan o amenazan el logro de los objetivos (Cubillos Benavides, Méndez Jiménez, & Rojas Valdés, 2009).

- **Definir los indicadores para cada factor clave.** Para realizar la definición de cada indicador se debe partir de la identificación del tipo de control que se desea realizar sobre el factor clave de éxito; de esta manera se establece la naturaleza del indicador a construir. Una vez definida la naturaleza del indicador, se procede a identificar las variables del sistema que serán evaluadas periódicamente para calcular el indicador (Cubillos Benavides, Méndez Jiménez, & Rojas Valdés, 2009); es decir, cuando el factor clave de éxito se refiere a una condición de entrada, las variables estarán determinadas por los atributos de los elementos de entrada que son necesarios controlar, tal como se presenta en la siguiente ecuación:

  Indicador: Condición= atributo a medir/valor esperado.

  Cuando el factor clave de éxito se refiere al manejo de los recursos en la ejecución de un proceso, el control más apropiado es el de eficiencia, que se presenta en la siguiente ecuación:

  Indicador de eficiencia del proceso X= cantidad del recurso no utilizado/cantidad del recurso programado por utilizar.

  Cuando el factor clave de éxito se refiere al cumplimiento de los objetivos y metas de un proceso, el control más apropiado es el de eficacia, tal como se presenta en la siguiente ecuación:

  Indicador de eficacia proceso X= valor de un atributo resultado de un proceso /valor esperado del atributo.

  Cuando el factor clave de éxito se refiere al impacto del producto y/o servicio sobre el cliente, el control más apropiado es el de efectividad, tal como se presenta en la siguiente ecuación:

  Indicador de efectividad proceso X= # de entidades satisfechas con el servicio/ # de entidades que recibieron el servicio.

- **Determinar la línea base, línea meta y rangos de evaluación.**
  - ✓ **Línea base:** corresponde al valor inicial o actual del indicador.

  - ✓ **Línea meta:** objetivo propuesto para el indicador; se refiere al valor del indicador que se requiere lograr o mantener. Por lo general y esto constituye un error, se acostumbra asignarle a cada indicador un valor único para la meta. Al tener un solo valor de referencia, lo más seguro es que

dicho valor no se logre, bien sea por exceso o por defecto. Surge entonces la inquietud de qué tan cerca, por arriba o por debajo, se estuvo de lograr la meta, y lo que es más importante aún, a qué distancia máxima alrededor de la meta la situación deja de ser favorable para la empresa; por lo cual es necesario establecer un espacio en el que pueda fluctuar el indicador.

- ✓ **Rangos de evaluación:** términos en los cuales debe ser evaluado el resultado obtenido en la medición del indicador al finalizar el periodo establecido. Este término se utiliza para designar el espacio comprendido entre los valores mínimo y máximo que el indicador puede tomar; la propuesta consiste en establecer, para cada indicador un rango de comportamiento que permita hacer el seguimiento al indicador; teniendo en cuenta el hecho de que es muy difícil que una variable se comporte siempre de una manera idéntica (Cubillos Benavides, Méndez Jiménez, & Rojas Valdés, 2009).

- **Diseñar la medición.** Consiste en determinar fuentes de información, frecuencia de medición, tipo y presentación de la información, asignar los responsables de la recolección, tabulación, análisis y presentación de la información y la forma de cálculo del indicador (Cubillos Benavides, Méndez Jiménez, & Rojas Valdés, 2009).

- **Determinar y asignar recursos.** Se establecen las necesidades de recursos que demanda la realización de las mediciones; lo ideal es que la medición se incluya e integre al desarrollo del trabajo y sea realizada por alguien que ejecute el trabajo y esta persona sea el primer usuario y beneficiario de la información. Así mismo, que los recursos que se empleen en la medición sean parte de los recursos que se emplean en el desarrollo del trabajo o del proceso (Cubillos Benavides, Méndez Jiménez, & Rojas Valdés, 2009).

- **Medir y ajustar.** La experiencia ha mostrado que la precisión y operatividad adecuada de un sistema de indicadores de gestión no se logra a la primera vez. Es necesario tener en cuenta que la primera vez que se efectué la medición surgirán una serie de factores que es necesario ajustar o cambiar en los siguientes aspectos: pertinencia del indicador, valores y rangos establecidos, fuentes de información seleccionadas, frecuencia en la toma de información, destinatario de la información, etc. (Cubillos Benavides, Méndez Jiménez, & Rojas Valdés, 2009)

- **Estandarizar y formalizar.** Consiste en el proceso de especificación completa y documentación (Cubillos Benavides, Méndez Jiménez, & Rojas Valdés, 2009).

- **Mantener en uso, mejorarlo o desecharlo.** Mantener hace referencia a evaluar permanentemente los indicadores para verificar su pertinencia. Mejorar es hacer mantenimiento al sistema; es básicamente darle continuidad operativa y efectuar los ajustes que se deriven del permanente monitoreo del sistema y su entorno. Así mismo, mejorar continuamente significa incrementar el valor que el sistema de indicadores de gestión agrega a los procesos, entidades y usuarios; es hacerlo cada vez más preciso, ágil, oportuno, confiable y sencillo (Cubillos Benavides, Méndez Jiménez, & Rojas Valdés, 2009)**.**

2.4.12 ¿Qué son los indicadores de gestión logísticos?

Son relaciones de datos numéricos y cuantitativos aplicadas a la gestión logística que permiten evaluar el desempeño y el resultado en cada proceso. Incluyen los procesos de recepción, almacenamiento, inventarios, despachos, distribución, entregas, facturación y los flujos de información entre los socios de negocios. Es indispensable que toda empresa desarrolle habilidades alrededor del manejo de los indicadores de gestión logística, con el fin de poder utilizar la información resultante de manera oportuna (Mora Garcia, 2008).

2.4.13 Objetivos de de los indicadores de gestión logísticos.

- Identificar y tomar acciones sobre los problemas operativos.

- Medir el grado de competitividad de la empresa frente a sus competidores nacionales e internacionales.

- Satisfacer las expectativas del cliente mediante la reducción del tiempo de entrega y la optimización del servicio prestado.

- Mejorar el uso de los recursos y activos asignados, para aumentar la productividad y efectividad en las diferentes actividades hacia el cliente final.

- Reducir gastos y aumentar la eficiencia operativa.

- Comparar la empresa con las empresas del sector en el ámbito local y mundial (Mora Garcia, 2008).

2.4.14 Características de los indicadores de gestión logísticos.

- **Cuantificables.** Deben ser expresados en números o porcentajes y su resultado obedece a la utilización de cifras concretas.

- **Consistentes.** Un indicador siempre debe generarse utilizando la misma fórmula y la misma información para que pueda ser comparable en el tiempo.

- **Agregables.** Un indicador debe generar acciones y decisiones que redunden en el mejoramiento de la calidad de los servicios prestados.

- **Comparables.** Deben estar diseñados tomando datos iguales con el ánimo de poder comparase con indicadores de industrias similares (Mora Garcia, 2008).

2.4.15 Definición de indicadores de gestión en cadenas de distribución.

Para poder definir claramente en qué consisten los indicadores de gestión en cadenas de distribución, se define primero en qué consiste la distribución.

La distribución consiste en la administración del flujo de materiales, desde los fabricantes hasta los clientes y desde los almacenes hasta los minoristas; incluye el almacenamiento y transporte de productos. La distribución amplía el mercado de una empresa porque añade a los productos el valor de tiempo y lugar (Krajewski & Ritzman, 2000).

La distribución se refiere a los pasos a seguir para mover y almacenar un producto desde la etapa del proveedor hasta la el cliente en la cadena de suministro. Las materias primas y los componentes se mueven de proveedores a fabricantes, mientras que los productos terminados se mueven del fabricante al consumidor final. La distribución es una directriz clave de la rentabilidad total de la compañía, debido a que afecta de manera directa tanto los costos de la cadena como la experiencia del cliente (Chopra & Meindl, 2008).

En este sentido los indicadores de gestión en las cadenas de distribución son relaciones de datos numéricos y cuantitativos aplicados a la gestión logística que permiten evaluar el desempeño y el resultado en el proceso de distribución y que conservan las propiedades y características de los indicadores de gestión descritas anteriormente.

2.4.16 Ventajas de los indicadores de gestión.

- Pueden relacionar datos originados en diferentes áreas funcionales, dando lugar a una visión integral de la organización (Pacheco, Castañeda, & Caicedo, 2002).

- Permiten elaborar muy rápidamente un diagnóstico objetivo de la empresa, centrado en los factores más significativos (Pacheco, Castañeda, & Caicedo, 2002).

- Facilitan la presentación gráfica de los datos y su interpretación. También facilitan el análisis evolutivo o histórico de los datos (Pacheco, Castañeda, & Caicedo, 2002).

- Permiten identificar tendencias y hacer proyecciones (Pacheco, Castañeda, & Caicedo, 2002).

- Hacen posible la comparación de los resultados de empresas que pueden ser muy diferentes entre sí, y sirven de fundamento a los programas de *benchmarking* (Pacheco, Castañeda, & Caicedo, 2002).

- Facilitan el proceso de planificación y de formulación de políticas de mediano y largo plazo (Cubillos Benavides, Méndez Jiménez, & Rojas Valdés, 2009).

- Permiten detectar sectores de la empresa con problemas de gestión (Cubillos Benavides, Méndez Jiménez, & Rojas Valdés, 2009).

- Permiten realizar ajustes y readecuar cursos de acción (Cubillos Benavides, Méndez Jiménez, & Rojas Valdés, 2009).

- Permiten evaluar los procesos y realizar seguimiento al cumplimiento de sus objetivos (Cubillos Benavides, Méndez Jiménez, & Rojas Valdés, 2009).

- Facilitan mirar de cerca los resultados de iniciativas o acciones (Mora Garcia, 2008).

2.4.17 Limitaciones de los indicadores de gestión.

Las dificultades para definir y seleccionar indicadores adecuados resultan de dos causas básicas:

- Porque existe la tendencia a utilizar series de indicadores preelaborados sin un análisis previo de su utilidad.

- Por el uso indiscriminado de indicadores construidos fuera del contexto de lo que se quiere evaluar.

Si bien los indicadores son una herramienta indispensable en el proceso de evaluación, es preciso insistir, sobre todo en el caso de los indicadores de tipo cuantitativo, en que tanto en su estructura como en su operación inciden factores que pueden desdibujar los resultados o bien dar lugar a sesgos en la interpretación. Por lo tanto debe evitarse sobrevalorar su expresión numérica, ya que no son un fin en sí mismos y esta actitud puede derivar en que los indicadores se conviertan en obstáculos para el cambio (Cubillos Benavides, Méndez Jiménez, & Rojas Valdés, 2009).

Cuando la evaluación se apoye en indicadores, debe partirse del hecho de que una empresa es un todo y por lo tanto está compuesta de un entorno, del cual el sistema de indicadores es sólo un componente. Por tal razón, las acciones preventivas o correctivas a que hayan lugar no pueden tomarse exclusivamente basadas en indicadores, deben complementarse con el estudio de las condiciones generales que llevaron a un determinado resultado, con el fin de analizar la incidencia de fenómenos exógenos (Cubillos Benavides, Méndez Jiménez, & Rojas Valdés, 2009).

2.5 MODELO PARA EL MANEJO DE INDICADORES DE GESTIÓN EN CENTROS DE DISTRIBUCIÓN

Las empresas deberían configurar un sistema de indicadores de gestión aplicados a su operación específica, que mida las variables claves de desempeño y permita definir estrategias de reducción de costos logísticos y optimización de sus recursos para no sólo conocer exhaustivamente la operación logística sino aumentar su competitividad a nivel interno y externo.

2.5.1 Sistema de indicadores de gestión aplicado a la microempresa *Lácteos y Cárnicos "MERCARDY"*

A continuación se describe un sistema de indicadores de gestión aplicado a la microempresa *Lácteos y Cárnicos "MERCARDY"*. Para poder configurar el sistema de indicadores de gestión, los administradores de la empresa optaron por dividir la cadena de distribución en seis procesos estratégicos los cuales son: compras y abastecimiento, inventario, almacenamiento y bodegaje, transporte, servicio al

cliente y costos. Para cada uno de estos procesos estratégicos fueron propuestos diferentes indicadores de gestión, los cuales se describen a continuación.

- **Indicadores para el manejo de compras y abastecimiento.** Estos indicadores están diseñados con el propósito de evaluar y mejorar continuamente la gestión de compras y abastecimiento como factor clave en el éxito de la gestión de la cadena de distribución de una empresa, donde se pueden controlar aspectos del proceso de compras como las negociaciones y alianzas estratégicas hechas con proveedores (Mora Garcia, 2008). A continuación se describen cada uno de los indicadores que son analizados en este proceso:

  - ✓ **Calidad de los pedidos generados.** Busca controlar la calidad de los pedidos generados por el área de compras. Se calcula de la siguiente manera:

    Valor indicador= ((pedidos generados sin problemas)/(total pedidos generados))*100.

    Este indicador Impacta en los costos de los problemas inherentes a la generación errática de los pedidos.

  - ✓ **Volumen de compra.** Controla la evolución del volumen de compra en relación con el volumen de venta. Se calcula de la siguiente manera:

    Valor indicador=((valor de la compra)/(total de las ventas))*100.

    Busca conocer el peso de la actividad de compras con las ventas de la empresa con el fin de tomar acciones de optimización de las compras y negociación con proveedores.

  - ✓ **Entregas perfectamente recibidas.** Busca controlar la calidad de los productos/materiales recibidos y la puntualidad de las entregas de los proveedores de mercancía. Se calcula de la siguiente manera:

    Valor indicador=((pedidos rechazados)/(total órdenes de compra recibidas))*100.

    Impacta en los costos de recibir pedidos sin cumplir con las especificaciones de calidad y servicio.

- **Indicadores para el manejo del inventario.** Los movimientos de productos a lo largo de la cadena de distribución son un aspecto clave en la gestión logística, ya que de ello depende el reabastecimiento óptimo de productos en función de los niveles de servicio y costos asociados a la operación comercial y logística de la

empresa (Mora Garcia, 2008). A continuación se describen cada uno de los indicadores que son analizados en este proceso:

- ✓ **Rotación de mercancía.** Tiene como finalidad controlar las salidas por referencias y cantidades del centro de distribución. Se calcula de la siguiente manera:

  Valor indicador= (ventas acumuladas)/(inventario promedio)= # de veces.

- ✓ **Duración del inventario.** Tiene como finalidad controlar los días de inventario disponible de la mercancía almacenada en el centro de distribución. Se calcula de la siguiente manera:

  valor indicador= ((inventario final)/(ventas promedio))*30 días.

  Altos niveles de este indicador muestran demasiados recursos empleados en inventarios que pueden no tener una materialización inmediata y que está corriendo con el riesgo de ser perdido o sufrir obsolescencia.

- ✓ **Vejez del inventario.** Tiene como finalidad controlar la cantidad de mercancía con mucho tiempo dentro del inventario con el fin de evitar obsoletos. Se calcula de la siguiente manera:

  Valor indicador= ((unidades dañadas + obsoletas + vencidas)/(unidades disponibles en el inventario))* 100.

  En un período de tiempo se observa un nivel de mercancía no apta para despacho, con el fin de tomar acciones correctivas y evacuar la mercancía para que no afecte el costo del inventario de la bodega y el nivel de servicio al consumidor final.

- ✓ **Valor económico del inventario.** Tiene como finalidad controlar el valor de la mercancía que se encuentra almacenada con respecto a las mercancías que están saliendo por ventas. Se calcula de la siguiente manera:

  Valor indicador= ((costo ventas del mes)/(valor del inventario físico))*100.

  En un período de tiempo se mide el nivel del valor del inventario de producto terminado en relación con las ventas al costo, con el fin de avaluar el cumplimiento de las políticas de inventario de la empresa.

- ✓ **Exactitud en inventarios.** Tiene como finalidad controlar la confiabilidad de la mercancía que se encuentra almacenada. Se calcula de la siguiente manera:

  Valor indicador= ((valor diferencia ($))/(valor total del inventario))*100.

  Este indicador es útil porque permite conocer el nivel de confiabilidad de la información de inventarios en centros de distribución con el fin de identificar los posibles desfases en los productos almacenados que afectan la rentabilidad de la empresa.

- **Indicadores para el manejo del almacenamiento y bodegaje.** La gestión de almacenamiento debe estar totalmente alineada con la gestión de aprovisionamiento y distribución, por lo tanto el control sobre los procesos generados al interior del centro de distribución o almacén es determinante en cuanto al impacto de los costos de operación sobre la operación logística (Mora Garcia, 2008). A continuación se describen cada uno de los indicadores que son analizados en este proceso:

  - ✓ **Costo de unidad almacenada.** Busca controlar el valor unitario del costo por almacenamiento propio o contratado y consiste en relacionar el costo de almacenamiento y el número de unidades almacenadas en un periodo determinado. Se calcula de la siguiente manera:

    Valor indicador= (costo de almacenamiento)/(número de unidades almacenadas).

    Sirve para comparar el costo por unidad almacenada y así poder decidir si es más rentable subcontratar el servicio de almacenamiento o tenerlo propio.

  - ✓ **Costo de unidad despachada.** Tiene como finalidad calcular los costos unitarios de la bodega respecto al total de despachos efectuados; busca controlar los costos unitarios por manejo de las unidades de carga de la bodega. Se calcula de la siguiente manera:

    Valor indicador= (costo de operación de la bodega)/(total unidades despachadas).

    Este indicador sirve para costear y controlar el porcentaje de los gastos operativos de la bodega respecto a las unidades despachadas.

  - ✓ **Unidades separadas o despachadas por empleado.** Tiene como finalidad controlar la carga laboral dentro del centro de distribución; busca controlar

la contribución de las unidades despachadas por persona en la bodega. Se calcula de la siguiente manera:

valor indicador= (total unidades separadas o despachadas)/(total empleados en despacho por mes).

Es útil para comparar la participación en unidades de cada empleado, teniendo en cuenta la carga laboral para así poder comparar con otras bodegas afines.

- ✓ **Costo metro cuadrado.** Tiene como finalidad cuantificar el costo del área de almacenamiento respecto a los costos de operación interna. Se calcula de la siguiente manera:

  (costo total operativo bodega)/(total área de almacenamiento).

  Sirve para costear el valor unitario del metro cuadrado y así poder negociar valores de arrendamiento o comparar con otras cifras de bodegas similares.

- ✓ **Costo de despachos por empleado.** Tiene como finalidad controlar los costos en los que se incurre en el despacho de mercancías para cada empleado que interviene en dicha labor y consiste en conocer el costo con el que participa cada empleado dentro del total despachado. Se calcula de la siguiente manera:

  Valor indicador= (costo operativo de la bodega)/(número de empleados de la bodega).

  Permite estimar el costo con el que participa cada empleado dentro de los gastos de la empresa, con el fin de reducirlos en forma continua.

- ✓ **Nivel de cumplimiento en despachos.** Tiene como finalidad controlar la eficacia de los despachos efectuados por el centro de distribución. Se calcula de la siguiente manera:

  Valor indicador=((número de despachos cumplidos a tiempo)/(número total de despachos requeridos))*100.

  Sirve para medir el cumplimiento de los pedidos solicitados al centro de distribución y conocer el nivel de agotados que maneja la bodega.

- **Indicadores para el manejo del transporte.** La distribución es una función logística vital para el desempeño exitoso de la compañía, por lo tanto es fundamental poder controlar los costos y productividad asociados a la gestión de

la misma, particularmente la gestión del transporte la cual es la actividad que más consume recursos y esfuerzos dentro de la gestión logística por su fuerte impacto en inversiones de activos fijos y respuesta al cliente final (Mora Garcia, 2008).

- ✓ **Costo de transporte vs ventas.** Tiene como finalidad controlar el costo del transporte respecto a las ventas de la empresa. Se calcula de la siguiente manera:

  Valor indicador= ((costo del transporte)/(valor de las ventas totales))*100.

  Permite conocer el porcentaje de los gastos por transporte y así poder aplicar medidas que reduzcan este importante costo logístico.

- ✓ **Costo operativo por conductor.** Tiene la finalidad de controlar el costo en el que se incurre dentro de la operación de transporte por conductor dentro de la empresa.; busca controlar la contribución de cada conductor dentro de los gastos totales de la empresa. Se calcula de la siguiente manera:

  Valor indicador= (costo total transporte)/(número de conductores).

  Es utilizado para costear la contribución de cada conductor sobre los gastos generados en el transporte.

- ✓ **Comparativo costo de transporte.** Busca comparar los gastos propios de unidades transportadas con los que ofrece el mercado de terceros. Se calcula de la siguiente manera:

  Valor indicador= ((costo transporte propio por unidad)/(costo de contratar transporte por unidad))*100.

  Sirve para tomar la decisión a cerca de contratar el transporte de mercancías o asumir la distribución directa del mismo.

- **Indicadores para el manejo del servicio al cliente.**

  - ✓ **Entregas perfectas.** Tiene como finalidad controlar la cantidad de pedidos que se entregan sin problemas; busca conocer la eficiencia de los despachos efectuados por la empresa teniendo en cuenta las características de completos, a tiempo, con documentación perfecta y sin daños en la mercancía. Se calcula de la siguiente manera:

    Valor indicador= ((pedidos entregados perfectos)/(total de pedidos entregados))*100.

Permite medir el nivel de cumplimiento, efectividad y exactitud en cantidades y tiempo de los pedidos despachados por la empresa.

- ✓ **Entregas a tiempo.** Tiene como finalidad controlar la cantidad de pedidos que son entregados a tiempo a los clientes. Se calcula de la siguiente manera:

  Valor indicador= ((pedidos entregados a tiempo)/(total pedidos entregados))*100.

  Sirve para estimar el costo para el cliente de pedidos no recibidos, entre los cuales se encuentran: nivel de servicio al cliente final y pérdida de ventas.

- ✓ **Entregas completas.** Tiene como finalidad controlar la cantidad de pedidos que son entregados completos a los clientes; permite controlar la eficacia de los despachos efectuados por el centro de distribución. Consiste en conocer el nivel de efectividad de los despachos de mercancía a los clientes en cuanto a los pedidos enviados en un periodo determinado. Se calcula de la siguiente manera:

  Valor indicador= ((# de pedidos entregados completos)/(total pedidos))*100 .

  Permite medir el nivel de cumplimiento de los pedidos solicitados al centro de distribución y conocer el nivel de agotados que maneja la bodega.

- **Indicadores para el manejo de costos.**

  - ✓ **Costos logísticos Vs ventas.** Tiene como finalidad controlar los costos generados en las operaciones logísticas con respecto a las ventas generadas por la empresa. Se calcula de la siguiente manera:

    Valor indicador= ((costos totales logísticos)/(total ventas de la compañía))*100.

    Sirve para controlar los gastos logísticos en la empresa y medir el nivel de contribución efectuado.

  - ✓ **Costos logísticos Vs utilidad bruta.** Tiene como finalidad controlar los costos generados en las operaciones logísticas con respecto a las utilidades obtenidas en la empresa. Se calcula de la siguiente manera:

    Valor indicador= ((costos totales logísticos)/(utilidad bruta de la empresa))*100.

Este indicador mide el impacto de los costos logísticos de la compañía respecto a su utilidad bruta en determinado periodo de tiempo.

- ✓ **Costos de operación del centro de distribución Vs ventas.** Tiene como finalidad controlar los costos generados en las operaciones del centro de distribución con respecto a las ventas generadas por la empresa. Se calcula de la siguiente manera:

  Valor del indicador= ((costo de operación centro de distribución)/(total ventas de la compañía))*100.

  Mide el impacto de los costos en el centro de distribución sobre las ventas de la compañía.

2.5.2 Herramienta informática para el manejo de los indicadores de gestión en las cadenas de distribución.

La herramienta informática fue desarrollada en Microsoft Excel por el autor del documento; en ella se proponen los indicadores de gestión para cada proceso descrito anteriormente; el usuario solo tendrá que ingresar los datos fundamentales para el cálculo del indicador e indicar un intervalo meta de control el cual está definido como un límite inferior de control y un límite superior de control; definidos estos datos el sistema se encarga de realizar los cálculos del valor del indicador y basado en los datos suministrados para el intervalo meta de control agrupa los valores del indicador en cinco segmentos resaltados con colores diferentes; los valores del indicador resaltados con color rojo indicarían que son inferiores al límite inferior de control, los resaltados con color verde indicarían que se encuentra entre los limites de control, los resaltados con color naranja indicarían que se encuentran próximos o iguales al límite inferior de control, los resaltados con color amarillo indicarían que se encuentran próximos o iguales al límite superior de control y los resaltados con color rojo claro indicarían que se encuentran por encima del límite superior de control.

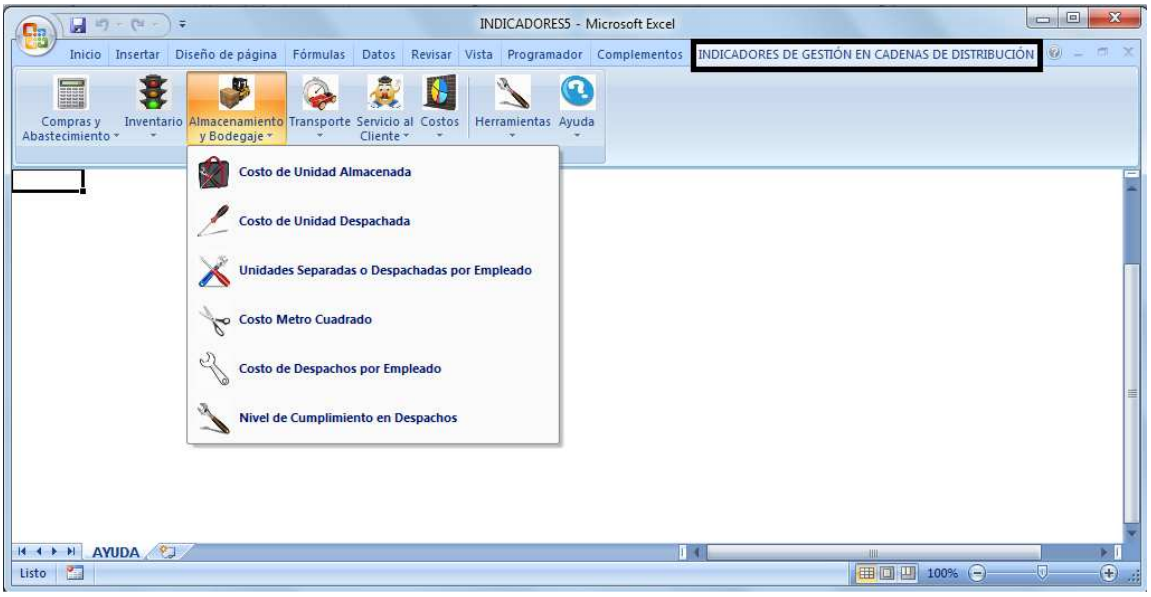
A continuación se explica detalladamente el funcionamiento de la herramienta informática.

La herramienta informática descrita en la figura 2, consiste en la generación de un menú resaltado con color negro en la cinta de opciones de Microsoft Excel llamado "INDICADORES DE GESTIÓN EN CADENAS DE DISTRIBUCIÓN"; el menú consta de ocho módulos que representan los primeros seis los procesos estratégicos en los cuales se dividió la cadena de distribución y para cada uno de ellos se proponen los indicadores descritos anteriormente; por ejemplo para el módulo de almacenamiento y bodegaje, la figura 2, muestra los respectivos

indicadores que se definieron anteriormente para él. En el módulo séptimo de la herramienta informática se proponen herramientas para el manejo de datos como: copiar, pegar, cortar, dibujar, centrar, entre otros. Finalmente, en el último módulo se encuentran las ayudas para el usuario como: ayuda a cerca del manejo de la aplicación, contenido buscar y ayudas o información acerca de los autores.

Al pararse con el cursor y hacer clic en alguno de los indicadores se activa un formulario similar al descrito en la figura 3 en el cual el usuario puede elegir entre dos opciones, la primera fue llamada identificación del indicador y la segunda información operacional para el cálculo del indicador. A continuación se explica en qué consisten cada una de las dos opciones mencionadas.

Fígura 2. Generación del menú “indicadores de gestión en cadenas de distribución”.



Fuente: elaboración propia a partir de Microsoft Excel.

Al hacer clic en la opción “identificación del indicador” se activa un formulario similar al ilustrado en la figura 4. Este formulario consta de una pestaña llamada “proceso” en la cual se le pide al usuario que elija una opción para el proceso al cual corresponde el indicador a identificar. Estas opciones hacen referencia a cada uno de los seis procesos estratégicos en los cuales fue dividida la cadena de distribución. Seguidamente se le pide al usuario que digite el objetivo del indicador, lo que está midiendo, la periodicidad, los limites inferior y superior de control, los responsables del indicador y la persona que elaboró el documento. Luego de que el usuario

suministra la información automáticamente se genera una tabla en una hoja de cálculo de Microsoft Excel que muestra la información suministrada por el usuario, tal y como se muestra en la figura 5.

Fígura 3. Formulario de opciones de la herramienta informática.

Fígura 4. Formulario de identificación del indicador.

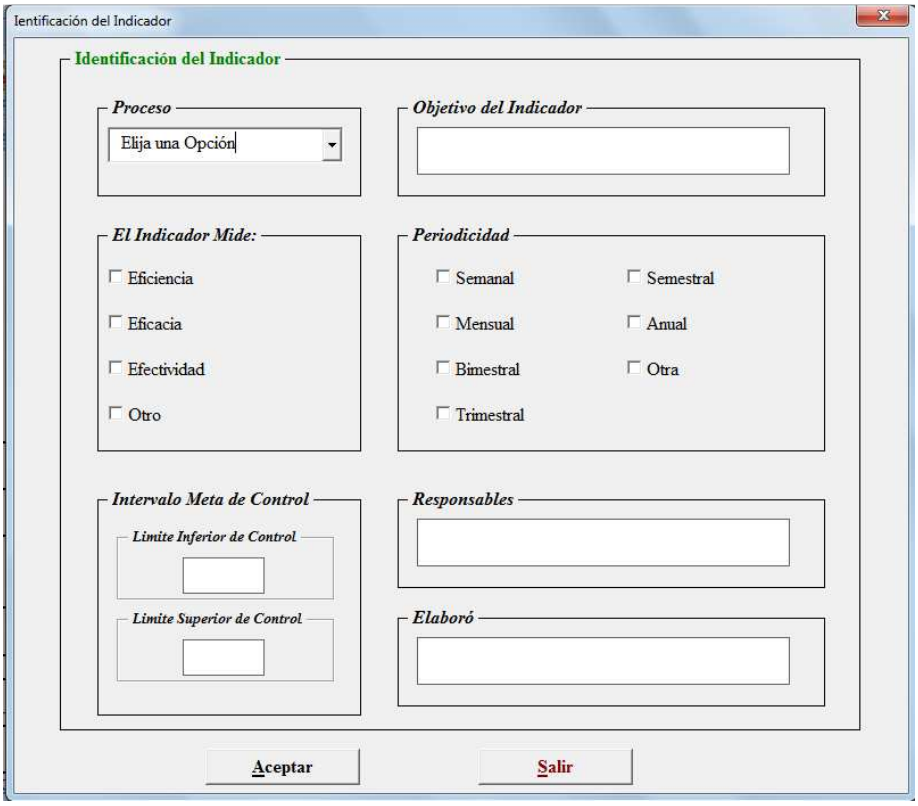


Figura 5. Formato de identificación del indicador.

	PROCESO:	Almacenamiento y Bodegaje		Fecha de Elaboración 31/10/2010 14:41
Nombre del Indicador:	Nivel de Cumplimiento en Despachos			
Objetivo del Indicador:	Medir y controlar			
Formula del Indicador:	Valor= (# Despachos Cumplidos a Tiempo por Periodo)/(# Total Despachos Requeridos por Periodo)			**Unidad de Medida** Porcentaje(%)
Mide:	Eficiencia	**Periodicidad** Mensual	**Intervalo Meta de Control** **Limite Inferior**	**Limite Superior**
			90%	95%
Responsables: **Cargos, departamentos, personas**	Ing Carlos Andres Montoya			
Elaboró: **Persona y Departamento**	Ana Perez			

Fuente: elaboración propia a partir de Microsoft Excel.

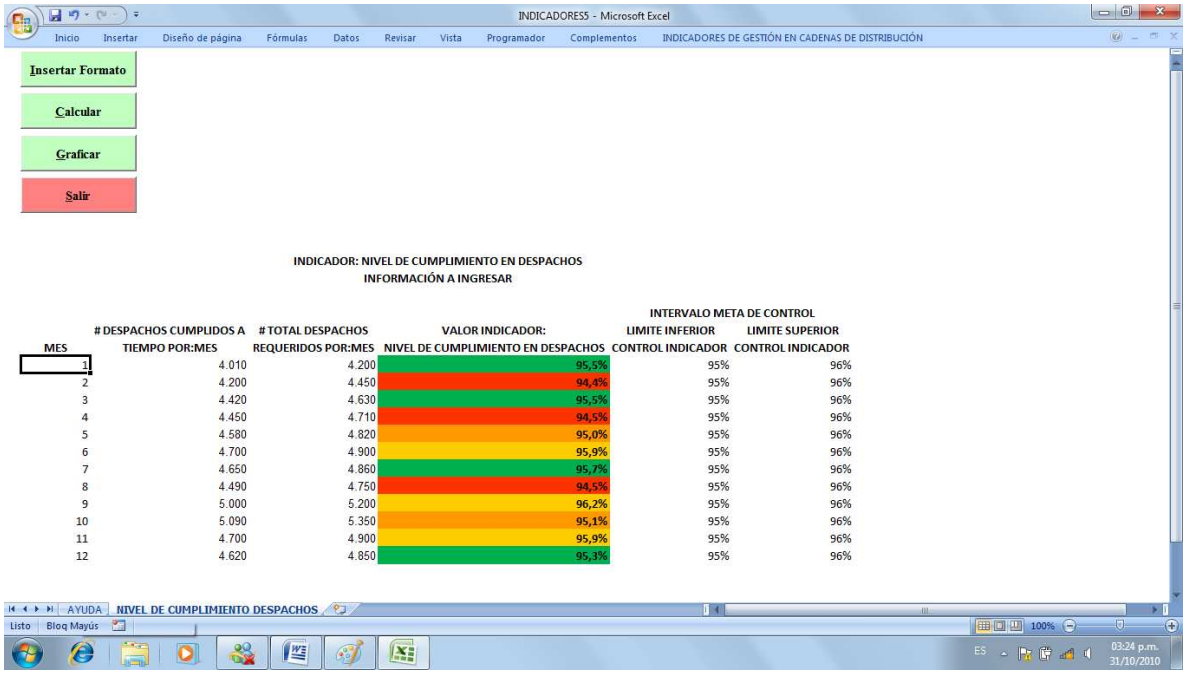
Al hacer clic en la opción “información operacional para el cálculo del indicador” la aplicación remite al usuario a una hoja de cálculo en la cual se encuentra un botón de comando llamado “insertar formato”; el usuario debe dar clic sobre él e inmediatamente se activa un formulario que le pide al usuario que digite la periodicidad con la que se va a calcular el indicador, por ejemplo: horas, días, semanas, mes, etc. Luego de ser realizado este paso automáticamente la aplicación genera un formato en el cual se le pide al usuario la información necesaria para el cálculo del indicador. Después de que el usuario digita la información necesaria para poder realizar el cálculo del indicador, debe proceder a hacer clic en el botón de comando llamado “calcular” donde se le pide que suministre los valores de los límites superior e inferior de control del indicador. Tan pronto son suministrados los límites de control, la aplicación automáticamente realiza el cálculo del valor del indicador clasificándolo con el color al cual corresponda según el resultado. La figura 6 ilustra el procedimiento que se explica en este apartado.

Luego de que la aplicación realiza el cálculo del valor del indicador para cada período, inmediatamente se activa un formulario similar al descrito en la fígura 7. El cual cuenta con seis pestañas llamadas: resultados, valores inferiores al límite inferior de control, valores entre los límites de control, valores próximos o iguales al límite inferior de control, valores próximos o iguales al límite superior de control y valores superiores al límite superior de control. El usuario solo necesitará pararse con el cursor en la pestaña que desee mirar y hacer clic sobre el comando “mostrar resultados” e inmediatamente se cargan los resultados y se genera la gráfica para el segmento específico; por ejemplo, la fígura 7 muestra el análisis de los valores del indicador para todos los segmentos. Luego de que el usuario selecciona en el formulario descrito en la fígura 7 los datos que desea analizar, sale de la aplicación haciendo clic en el botón de comando llamado “salir”, e inmediatamente es remitido a la hoja de cálculo de Microsoft Excel en donde se muestran por segmentos los datos

que el usuario seleccionó en el formulario para su análisis; según la segmentación presentada en las pestañas del formulario (descrito en la fígura de 7). Cuando el usuario se encuentra de nuevo en la hoja de cálculo tiene la opción de graficar, mostrar y analizar los datos con base en los segmentos mencionados anteriormente.

El aplicativo está diseñado para que su funcionamiento sea de fácil comprensión por lo tanto puede ser utilizado por usuarios expertos o no en el tema; permite optimizar tiempo y dinero a la hora de realizar el cálculo de los indicadores; proporciona una visión integral del desempeño de cada uno de los procesos dentro de la cadena de distribución y debido a que está desarrollado bajo Microsoft Excel, el usuario no incurre en costos adicionales asociados con la licencia de funcionamiento de Microsoft, por lo tanto sería útil para aquellas microempresas que cuentan con pocos recursos para invertir en sistemas de información reconocidos.

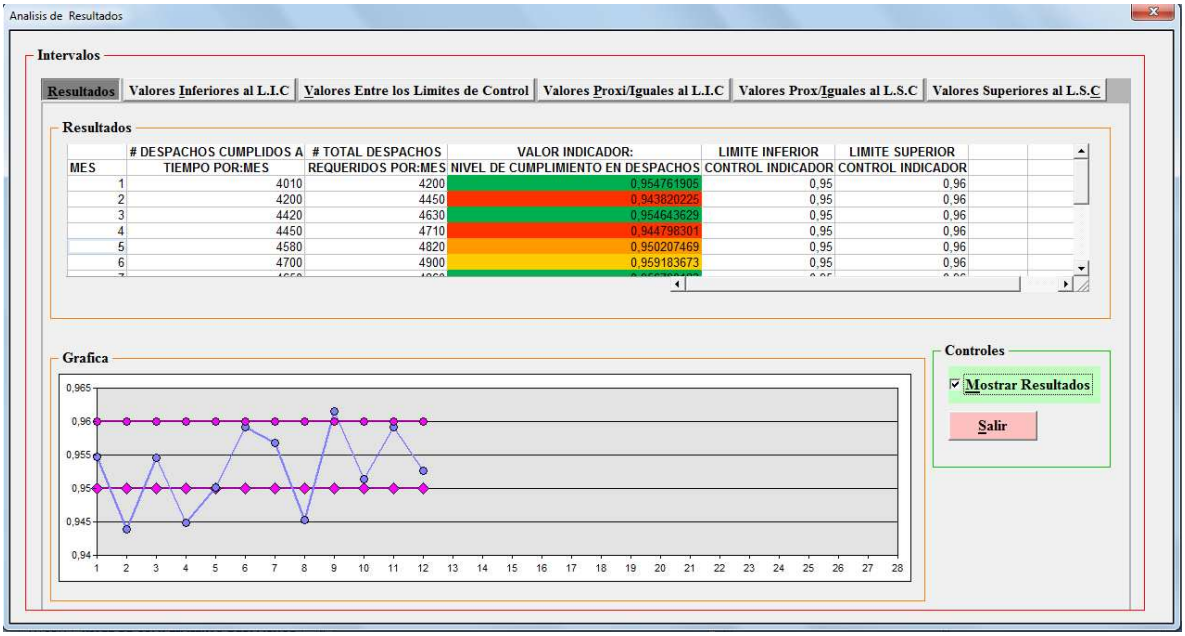
Figura 6. Ingreso de la información necesaria y cálculo del valor del indicador.



MES	# DESPACHOS CUMPLIDOS A TIEMPO POR:MES	# TOTAL DESPACHOS REQUERIDOS POR:MES	VALOR INDICADOR: NIVEL DE CUMPLIMIENTO EN DESPACHOS	LIMITE INFERIOR CONTROL INDICADOR	LIMITE SUPERIOR CONTROL INDICADOR
1	4.010	4.200	95,5%	95%	96%
2	4.200	4.450	94,4%	95%	96%
3	4.420	4.630	95,5%	95%	96%
4	4.450	4.710	94,5%	95%	96%
5	4.580	4.820	95,0%	95%	96%
6	4.700	4.900	95,9%	95%	96%
7	4.650	4.860	95,7%	95%	96%
8	4.490	4.750	94,5%	95%	96%
9	5.000	5.200	96,2%	95%	96%
10	5.090	5.350	95,1%	95%	96%
11	4.700	4.900	95,9%	95%	96%
12	4.620	4.850	95,3%	95%	96%

Fuente: elaboración propia a partir de Microsoft Excel.

Figura 7. Formulario para el análisis de resultados.



MES	# DESPACHOS CUMPLIDOS A TIEMPO POR:MES	# TOTAL DESPACHOS REQUERIDOS POR:MES	VALOR INDICADOR: NIVEL DE CUMPLIMIENTO EN DESPACHOS	LIMITE INFERIOR CONTROL INDICADOR	LIMITE SUPERIOR CONTROL INDICADOR
1	4010	4200	0,954761905	0,95	0,96
2	4200	4450	0,943820225	0,95	0,96
3	4420	4630	0,954643629	0,95	0,96
4	4450	4710	0,944798301	0,95	0,96
5	4580	4820	0,950207469	0,95	0,96
6	4700	4900	0,959183673	0,95	0,96

3. CADENAS DE DISTRIBUCIÓN DE ALIMENTOS REFRIGERADOS, GESTIÓN EN LAS CADENAS DE SUMINISTRO Y SIMULACIÓN CON DINÁMICA DE SISTEMAS.

La necesidad de esfuerzos de modelación integral en la cadena de suministro para el soporte de decisiones estratégicas ha sido reconocida y ha despertado un gran interés en los últimos años en la industria y en la academia. Las decisiones estratégicas que se pueden derivar de la implementación de una política necesitan modelos integrales que permitan guiar la eficiencia en la toma de decisiones en busca de incrementar la rentabilidad. La determinación de la red de distribución optima, la gestión de inventarios, las políticas de gestión, estrategias de distribución y la integración de la cadena de suministro son algunos de los principales retos que enfrentan los tomadores de decisiones ya que impactan significativamente en la rentabilidad de la cadena de suministro. En este capítulo se hace énfasis en la aplicación de la metodología de simulación con dinámica de sistemas en el estudio de las cadenas de suministro, específicamente en la cadena de distribución de alimentos refrigerados; la utilización de esta metodología permite a los tomadores de decisiones analizar estratégicamente escenarios que puedan servir de soporte para la solución de los problemas que se presentan en la cadena de distribución.

3.1 INTRODUCCIÓN

A pesar de la revolución de la cadena de suministro en la última década, las empresas en diversas industrias tales como computadoras, aparatos electrónicos, automóviles, juguetes, alimentos, productos farmacéuticos, entre otras, todavía luchan con retrasos en la producción y en la distribución. Un efecto importante de los retrasos que son generados por fallas e inestabilidad en la cadena de suministro, es que reducen el valor para los accionistas. Además, se ha reconocido que el efecto látigo que se define como una ampliación de las oscilaciones cuando se avanza en la cadena de suministro lejos del cliente final, también tiende a amplificar la inestabilidad en los pedidos a medida que se avanza aguas arriba en la cadena de suministro, haciendo que las empresas eslabones más arriba sean más propensas a generar fallos en la cadena de suministro (Goncalves, Hines, & Sterman, 2005), (Croson & Donohue, 2005), (Ozbayrak, Papadopoulou, & Akgun, 2007), (Fan, Fan, & Chang, 2010), (Fiala, 2005), (Huang, Yan, & Guo, 2007).

La gestión en la cadena de suministro de la cual hace parte la cadena de distribución ha despertado un gran interés tanto en académicos como en profesionales en los últimos años. Sin embargo a pesar de sus avances y mejoras en tecnologías de información; la gestión en la cadena de suministro sigue siendo incapaz de resolver satisfactoriamente muchas prácticas y desafíos del mundo

real. Una de las razones clave para esta insuficiencia es la interdependencia entre las diversas variables de la cadena, que hace que la mayoria los modelos tradicionales no sean validos (Akkermans & Dellaert, 2005), (Georgiadis, Vlachos, & Iakovou, 2005), (Fan, Fan, & Chang, 2010), (Fiala, 2005), (Arshinder, Kanda, & Deshmukh, 2008).

Por lo tanto los tomadores de decisiones en las empresas tienen una necesidad global de modelos que los puedan guiar en la toma de decisiones y les permitan minimizar la incertidumbre y aumentar la rentabilidad total de la cadena (Georgiadis, Vlachos, & Iakovou, 2005). La incertidumbre con frecuencia se manifiesta como eventos dinámicos que representan una amenaza para interrumpir el funcionamiento de la cadena de suministro. Dependiendo de la naturaleza y la gravedad de la incertidumbre, el impacto de los eventos dinámicos se clasifica en tres categorías: desviación, perturbación y desastre (Huang, Chou, & Chang, 2009).

La incertidumbre y la gestión de riesgos son una de las principales preocupaciones en la literatura reciente de la gestión de la cadena de suministro. Las definiciones de riesgo e incertidumbre se basan en una triple clasificación: probabilidades a priori, probabilidades estadísticas, y estimaciones. Las probabilidades a priori son las que se pueden derivar deductivamente, como en el despliegue de dados, las probabilidades estadísticas son las que se generan por la evaluación empírica de frecuencias relativas y las estimaciones son apreciaciones subjetivas en las situaciones en las que el cálculo probabilístico no es aplicable (Huang, Chou, & Chang, 2009).

Por lo tanto, la incertidumbre ha sido utilizada en dos formas: en un sentido amplio o estricto. En el sentido amplio, la incertidumbre se utiliza para hacer referencia a situaciones con resultados desconocidos. En el sentido estricto, la incertidumbre se refiere a estimaciones y el riesgo se refiere a las probabilidades a priori y a las probabilidades estadísticas. La incertidumbre se diferencia del riesgo por la incapacidad para la construcción de probabilidades de los posibles resultados. En las cadenas de suministro, las fuentes de incertidumbre existen en los nodos de suministro, producción, procesos, en la estimación de la demanda, la distribución, entre otros. La mayoría de los modelos en la literatura de la gestión de la cadena de suministro se utilizan para abordar los factores de riesgo. Los efectos asociados a la incertidumbre se propagan en las cadenas de suministro, y son un objetivo clave para mitigar o adelantarse en el diseño de nuevos procesos o sistemas, sobre todo cuando son potencialmente perjudiciales. En general la ocurrencia de eventos dinámicos no se puede predecir. Pero cuando un evento dinámico se produce, se convierte en información que es útil para la cadena de suministro en la planificación y optimización de su capacidad (Huang, Chou, & Chang, 2009).

La investigación en dinámica de sistemas ha hecho numerosas contribuciones a una serie de procesos de gestión como las operaciones, el comportamiento de la organización, marketing, entre otros. Pero surge el interés de los investigadores en el interrogante del ¿por qué algunas empresas son más rentables que otras? Esta cuestión es de gran importancia para los inversionistas, los responsables políticos, y gerentes generales. También es un reto para los investigadores, dada la amplia gama de factores que influyen en las empresas, las acciones de los individuos, entre otros. La pregunta de por qué algunas empresas son más rentables que otras, ha atraído a investigadores de muchas disciplinas; en el proceso, estos investigadores han creado revistas y conferencias, en busca de comprender el campo de la estrategia en una comunidad investigadora vibrante donde una amplia gama de ideas y la evidencia sobre el desempeño de la empresa son investigadas y debatidas. Con la dinámica de sistemas, los investigadores pueden hacer contribuciones únicas e importantes para la cuestión central de la estrategia (Gary, Kunc, Morecroft, & Rockart, 2008).

Este capítulo se divide en tres partes, la primera describe el enfoque, la configuración, atributos particulares, características, definición y opiniones de algunos autores de los últimos años sobre el interés de la industria y la academia en cuestiones referentes a la cadena de suministro de alimentos refrigerados. En la segunda parta se aborda el tema de la gestión en las cadenas de suministro y en la tercera parte se presenta la definición y la justificación de la utilización de la metodología de simulación con dinámica de sistemas en la cadena de suministro.

3.2 CADENAS DE DISTRIBUCIÓN DE ALIMENTOS REFRIGERADOS

En los últimos años en la academia y en la industria alimentaria ha surgido un gran interés en cuestiones referentes a la cadena de frío debido a que en la literatura hay poca investigación de la gestión de la cadena de suministro de la cual hace parte la cadena de distribución y a la sensibilización de los consumidores en materia de seguridad alimentaria (Kuo & Chen, 2009), (Ovca & Jevsnik, 2008), (Pathumnakula, Piewthongngamb, & Khamjanc, 2009), (Jol, Kassianenko, Wszol, & Oggel, 2006).

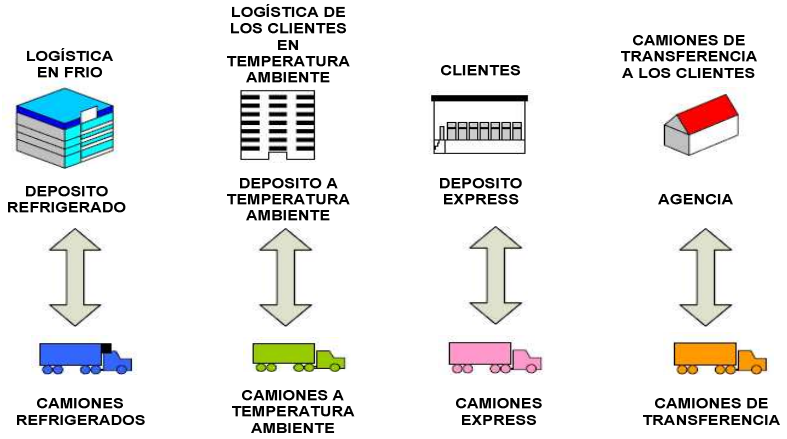
El diseño de las cadenas de suministro de alimentos debe estar enfocado en prevenir la pérdida de la producción, mejorar la eficiencia en ventas, reducir el inventario y el tiempo de ciclo del pedido. Por lo tanto, uno de los atributos particulares de la logística de mercancías refrigeradas y congeladas es el mantenimiento de la calidad del producto, que depende principalmente del tiempo de entrega y de la variación de la temperatura en la cadena de frío (Kuo & Chen, 2009).

La cadena de distribución de alimentos refrigerados debe estar configurada para reducir al mínimo el costo de almacenamiento y de transporte, y para satisfacer los requisitos de calidad del producto (Kuo & Chen, 2009), (Jadermanna, Ruiz, & Langa, 2008), (Rediersa, Claesa, Peetersa, & Willemsa, 2008), (Verbic, 2006). Posee varias características como son las restricciones de la vida útil de las materias primas, el carácter perecedero de los productos, la estacionalidad en la producción, la necesidad de transporte y almacenamiento acondicionado, entre otros (Kuo & Chen, 2009).

Dependiendo del tipo de cliente y del canal de distribución, la logística de servicio se puede clasificar en logística en frío, logística a temperatura ambiente, logística de entregas a domicilio y el transporte programado (Kuo & Chen, 2009).

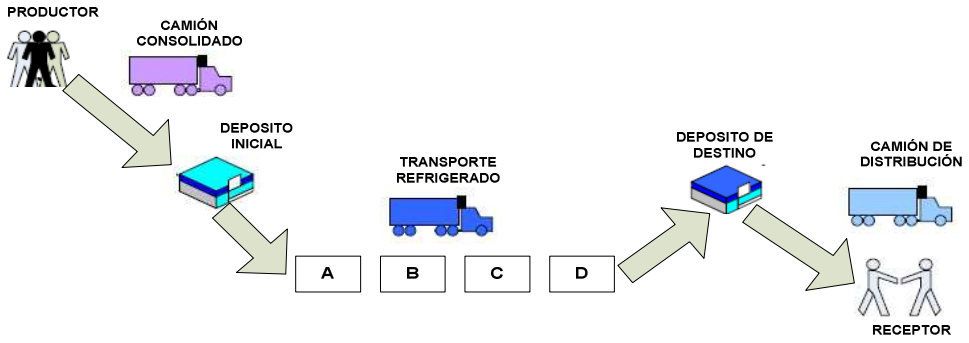
La figuras 8, 9 y 10 muestran las divisiones de la logística de servicio, el funcionamiento de la logística en frío y el proceso de distribución en cadenas de suministro de alimentos refrigerados respectivamente.

Figura 8. Divisiones de la logística de servicio



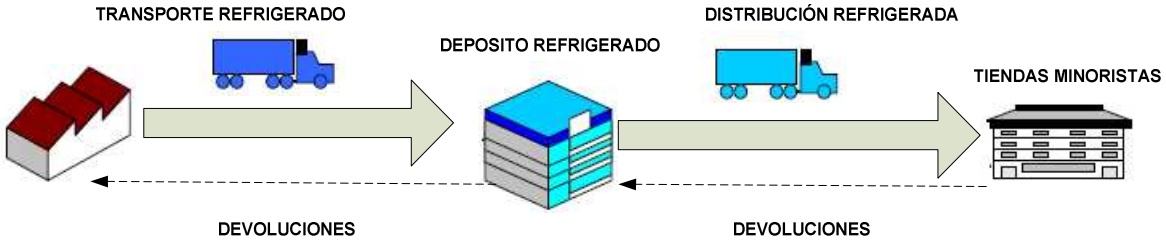
Fuente: (Kuo & Chen, 2009)

Figura 9. Esquema de funcionamiento de la logística en frío



Fuente: (Kuo & Chen, 2009)

Figura 10. Proceso de distribución en cadenas de suministro de alimentos refrigerados



Fuente: (Kuo & Chen, 2009)

3.3 LA GESTIÓN EN LAS CADENAS DE SUMINISTRO

La gestión en las cadenas de suministro en las circunstancias de hoy se caracteriza por una alta incertidumbre, globalización de los negocios, ciclo de vida de los productos más cortos y altas expectativas de los clientes (Akkermans & Dellaert, 2005), (Stefanovic, Stefanovic, & Radenkovic, 2009), (Persson & Araldi, 2007). Es por ello que en las últimas décadas, ha surgido un gran interés por mejorar el rendimiento en la cadena de suministro que busca minimizar costos y aumentar ingresos (Akkermans & Dellaert, 2005), (Kamath & Roy, 2006), (Ozbayrak, Papadopoulou, & Akgun, 2007), (Sarimveis, Patrinos, Tarantilis, & Kiranoudis, 2007), (Pierreval, Bruniaux, & Caux, 2007), (Fiala, 2005). Esté creciente interés de académicos y profesionales a su vez señala la importancia de contar con prácticas de gestión eficientes diseñadas especialmente para

administrar la complejidad, magnitud y amplitud de las estructuras que conforman la cadena de suministro (Ozbayrak, Papadopoulou, & Akgun, 2007), (Fan, Fan, & Chang, 2010).

Las cadenas de suministro y su gestión, son términos que surgieron durante la década de 1980 y han sido términos popularmente usados en los libros profesionales, revistas, publicaciones académicas, entre otros. Pero hace falta una definición común para la gestión en la cadena de suministro. En la discusión, se observa que en un corto período de tiempo, la gestión de distribución física se convirtió en gestión logística, y luego en la gestión de la cadena de suministro. Esta evolución refleja la importancia estratégica cada vez mayor de esta actividad y es un reflejo del hecho de que estos términos han surgido del mundo del comercio y que la mayoría de los estudios realizados hasta la fecha han sido más aplicados que teóricos (Caddy & Helou, 2007), (Arshinder, Kanda, & Deshmukh, 2008).

La gestión en la cadena de suministro de alimentos refrigerados se define como el proceso de la planificación, ejecución y control eficiente del flujo de productos perecederos que permita satisfacer las necesidades de los clientes en una escala mundial (Kuo & Chen, 2009), (Ovca & Jevsnik, 2008), (Pathumnakula, Piewthongngamb, & Khamjanc, 2009), (Verbic, 2006). Su objetivo es mejorar el rendimiento global de la cadena mediante la creación de una serie de actividades coordinadas y el control y gestión eficientes de las tres corrientes que tienen lugar a través de la red de la cadena de suministro (Ozbayrak, Papadopoulou, & Akgun, 2007). Incluye la gestión de los flujos de información, materiales y finanzas involucrados en la producción de recursos, abastecimiento, programación, procesamiento de pedidos, gestión de inventarios, almacenamiento, distribución y servicio al cliente (Caddy & Helou, 2007).

El diseño de una cadena de suministro es de gran importancia para el éxito de cualquier empresa. La cadena de suministro tiene que estar alineada con los objetivos de la empresa y sus problemas se asocian a las discrepancias entre el tipo de cadena de suministro que puede ser impulsada por la demanda o contra impulsada por la oferta y por el tipo de producto que maneja, el cual puede ser innovador o tradicional. Los productos tradicionales como los alimentos son estables, tienen demandas predecibles y bajos márgenes; la necesidad que se presenta en la cadena de suministro para este tipo de productos es que sea eficiente desde el punto de vista logístico. Los productos innovadores como los microprocesadores en contraste obligan al consumidor a cambiar algún aspecto de su estilo de vida; los problemas que presentan están asociados con la incertidumbre en la demanda (Kamath & Roy, 2006).

Una cadena de suministro es una empresa extendida que abarca proveedores, fabricantes, distribuidores, minoristas y clientes finales. Se caracteriza por tener inventario, almacenamiento, transformación de los insumos en productos, por

tener reglas de decisión que rigen los flujos de materiales, información y finanzas y porque el flujo de materiales fluye hacia adelante y el flujo de información fluye hacia atrás. Dentro de la cadena cada socio opera con una vinculación autónoma y normalmente maneja su propio inventario que se repone desde el eslabón de más arriba (Forrester, 1961), (Sterman, 2000), (Georgiadis, Vlachos, & Iakovou, 2005). (Kamath & Roy, 2006), (Ozbayrak, Papadopoulou, & Akgun, 2007), (Pierreval, Bruniaux, & Caux, 2007), (Fiala, 2005), (Arshinder, Kanda, & Deshmukh, 2008).

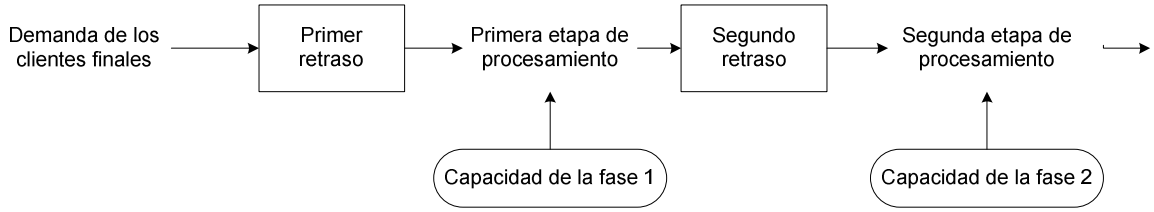
Las cadenas de suministro han evolucionado desde el simple día a día a relaciones en las redes muy complejas, presentan mayor número de flujo de materiales, flujo información y bucles de realimentación. Lo que hace que las cadenas de suministro sean calificadas como sistemas dinámicos complejos sujetas a posibles problemas de retrasos, discontinuidades y no linealidades; por lo tanto, presentan dificultades para adaptarse a los rápidos cambios del entorno (Caddy & Helou, 2007). A lo largo de la cadena, existen varios tipos de incertidumbres, por ejemplo, la incertidumbre de la demanda, la incertidumbre de producción, y la incertidumbre de la entrega; por lo tanto la toma de decisiones en cuanto a cuándo y cuánto reponer, a menudo implica una realimentación del proceso en el sistema, que puede dar lugar a la no linealidad del sistema (Brian & Xie, 2008), (Fan, Fan, & Chang, 2010).Todas las cadenas de suministro son diferentes y mucha de la lucha de las empresas es por comprender la dinámica de su cadena de suministro (Ozbayrak, Papadopoulou, & Akgun, 2007), (Sarimveis, Patrinos, Tarantilis, & Kiranoudis, 2007); que depende de las incertidumbres de la demanda de los clientes, diferentes proveedores, diferentes rutas logísticas, o métodos alternativos de inventario, etc (Ashayeri & Lemmes, 2006).

En general se distinguen tres tipos de cadenas de suministro, las cadenas de suministro interconectadas que intercambian solo inventario (por lo general inventarios de productos terminados) entre sí; las cadenas de suministro que no tienen acceso a los inventarios de productos terminados, suelen llamarse cadenas de suministro de servicios y las cadenas de suministro que gestionan los servicios y los inventarios al mismo tiempo, en la literatura se les suele llamar cadenas de suministro hibridas. Es evidente que en el mundo real, las dos primeras categorías son idealizaciones y la mayoría de las cadenas de suministro caen en la categoría de híbridas. Sin embargo, la mayoría de los últimos trabajos que se encuentran en la literatura sobre las cadenas de suministro consideran sólo puras cadenas de suministro de inventario (Anderson Jr, Morrice, & Lundeen, 2005).

Las figuras 11 y 12 ilustran la cadena de suministro de servicios y la cadena de suministro de inventario respectivamente. En la cadena de suministro de servicios, la demanda de información y trabajos en curso normalmente fluyen en la misma dirección, mientras que en una cadena de suministro de inventario la solicitud de información y trabajo en curso normalmente fluyen en direcciones opuestas. En una cadena de suministro de servicios el tiempo de procesamiento determina el

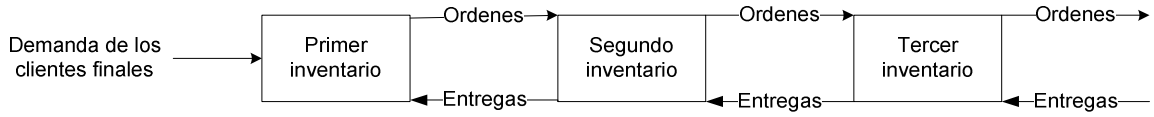
plazo de entrega al cliente debido a la personalización de los servicios inherentes. Por el contrario, en las cadenas de suministro de inventario, el tiempo de entrega en la etapa final de la oferta determina el cliente final (Anderson Jr, Morrice, & Lundeen, 2005).

Figura 11. Cadena de suministro de servicios



Fuente: (Anderson Jr, Morrice, & Lundeen, 2005).

Figura 12. Cadena de suministro de inventario



Fuente: (Anderson Jr, Morrice, & Lundeen, 2005)

La gestión en la cadena de suministro se ve ahora como un elemento que rige en la estrategia y como una forma eficaz de crear valor para los clientes. Presenta una gran variedad de conceptos que se desarrollaron en varias disciplinas como el marketing, los sistemas de información, economía, dinámica de sistemas, gestión de operaciones, investigación de operaciones, entre otros. Hay muchos conceptos y estrategias aplicados en el diseño y la gestión de las cadenas de suministro. La creciente importancia de la integración de la cadena presenta un reto a la investigación en el modelado de la cadena de suministro (Fiala, 2005).

Se distinguen tres enfoques genéricos direccionados a la mejora del rendimiento de la cadena de suministro: enfoque basado en datos, enfoque de mejora de procesos y el enfoque de control de procesos. A continuación se describe cada uno de los tres enfoques (Akkermans & Dellaert, 2005):

- **Enfoque basado en datos:** este enfoque hace hincapié en facilitar una mejor toma de decisiones respecto al control de la compleja red física de transformación de procesos, y en una mejor información y datos para la toma de decisiones. Ha alcanzado su cima en la última década, cuando surgieron los grandes sistemas ERP, que aún tienen en su núcleo los algoritmos de planificación de necesidades que se desarrollaron en la década de 1970. El punto débil de este enfoque es que las decisiones que se toman sobre la cadena de suministro no tienen en cuenta, la realimentación que tendrán en las decisiones que se harán en el próximo período. Los sistemas ERP han formado la mayor inversión empresarial en tecnologías de información, pero aún así ponen en duda si su impacto en el desempeño de la cadena de suministro es tan impresionante y si son utilizados sin la debida orientación conducen a un comportamiento nervioso del sistema (Akkermans & Dellaert, 2005).

- **Enfoque de mejora de procesos:** en este enfoque el énfasis no está en mejores datos para la toma de decisiones en el control de la cadena de suministro, sino en la racionalización de los procesos físicos, de modo que la toma de decisiones con respecto a su control puede ser muy simplificada. Aunque las raíces de este enfoque se remontan a los trabajos posteriores a la segunda guerra mundial de los gurús de gestión de la calidad tales como Deming y Juran, el mayor impacto en la práctica se ha hecho en Japón, donde el aumento de el milagro económico japonés en los años 1970 y 1980 coincidió con el desarrollo exitoso de la simplificación de procesos y enfoques de normalización como Just-In-Time (JIT), la Administración de la Calidad Total (TQM), Kaizen, entre otros. El ojo ciego de este enfoque es que, aún cuando se han simplificado los procesos de racionalización interna a la perfección, se llega a un momento y a un lugar en donde hay que conectarse con el resto del mundo imperfecto (Akkermans & Dellaert, 2005).

- **Enfoque de control de procesos:** este enfoque no se esfuerza por simplificar los procesos existentes por completo, ni tampoco se centra en la recopilación masiva de datos y su manipulación. Por el contrario, el objetivo del enfoque de control de procesos es asegurarse de que los flujos de bienes y servicios a través de la cadena de suministro se mantengan dentro de ciertos límites de control, de modo que el comportamiento no deseado del sistema no se produzca. Este enfoque tiene claras raíces en la teoría de control. A diferencia de los dos enfoques anteriores, el enfoque de control de procesos no ha llegado a demasiados titulares en las noticias de negocios. Sus aplicaciones en la práctica se pueden encontrar en muchas partes de las empresas. La debilidad de este enfoque es que para que pueda controlar el sistema, esté no debe ser demasiado complejo, y los cálculos necesarios para que funcione deben ser prácticos o posibles de realizar (Akkermans & Dellaert, 2005).

3.4 SIMULACIÓN CON DINÁMICA DE SISTEMAS EN CADENAS DE DISTRIBUCIÓN

El campo de la simulación con dinámica de sistemas en la gestión de la cadena de suministro (SCM) de la cual hace parte la cadena de distribución se inició con la publicación de Forrester "Dinámica Industrial, que fue concebida para resolver un problema concreto que presentaba una empresa de productos electrónicos que se caracterizaba por tener pocos clientes y pedidos muy estables y predecibles; sin embargo registraba considerables oscilaciones en su línea de producción. Del análisis del problema Forrester (1961) llegó a la conclusión de que las oscilaciones eran generadas endógenamente por la empresa debido a la combinación de las estructuras de realimentación y a los retrasos en la transmisión de la información a lo largo de las estructuras (Forrester, 1961), (Aracil & Gordillo, 1997). Desde entonces esta metodología ha sido utilizada como una herramienta para la planificación en políticas de negocios diferentes y en problemas de estrategia (Forrester, 1961), (Fan, Fan, & Chang, 2010).

Sin embargo, la metodología de la "dinámica industrial" ha sido criticada por algunos sectores por no contener apoyo analítico suficiente y por no proporcionar directrices a los ingenieros sobre cómo mejorar el rendimiento (Sarimveis, Patrinos, Tarantilis, & Kiranoudis, 2007). Posteriormente Sterman hace una contribución significativa en el estudio de las cadenas de suministro, en particular señalando las sutilezas de la gestión de las cadenas de suministro en situaciones del mundo real que varios modelos omiten o a menudo olvidan. Entre sus estudios más representativos se encuentran el modelamiento de problemas de la logística inversa y el modelamiento de la gestión de inventarios que sirvió de base para explicar las fuentes de la oscilación, la amplificación y el desfase observado en las cadenas de suministro (Sterman, 2000), (Anderson Jr, Morrice, & Lundeen, 2005), (Georgiadis, Vlachos, & Iakovou, 2005).

(Sharman, 1984) Publicó un artículo titulado "El redescubrimiento de la logística". En este artículo, Sharman subrayó que en una época de disminución de los ciclos de vida del producto, la proliferación de líneas de productos, el cambio de cadenas de distribución y la evolución de la tecnología; el dominio de la logística se convierte en un ingrediente esencial para el éxito competitivo.

Con este artículo, Sharman pone a la gestión logística, o a la gestión de la cadena de suministro (SCM), en la agenda de la alta dirección. El sustento del planteamiento de Graham Sharman se deriva de una publicación de más de dos décadas antes, el libro Dinámica Industrial de Jay Forrester y de su artículo publicado en la Harvard Business Review "la dinámica industrial: un gran avance para los tomadores de decisiones".

La evolución de los negocios que estimuló el surgimiento de la gestión de la cadena de suministro (SMC) en la alta dirección propuesta por Sharman no sólo

ha aumentado en importancia desde entonces, también condujo a la evolución de la gestión de la cadena de suministro (SMC) al hacerla más efectiva, importante y más compleja. Sharman menciona que la naturaleza cada vez más dinámica de los procesos que conforman la cadena de suministro hace mucho más compleja su gestión.

Lo que Sharman no mencionó en su artículo era que existía una mayor complejidad organizativa. Es comprensible por qué no lo hizo. En la cosmovisión de la década de 1980 el supuesto implícito era que toda la cadena de suministro se encontraba bajo el control de un solo equipo de alta dirección. Esto corresponde con la realidad empresarial de ese entonces, donde la mayoría de los productos y servicios eran entregados aún por una sola compañía, integrada bajo un control unificado. Al menos en teoría, el control óptimo de la cadena de suministro era evidente y factible: todas las partes de la cadena, simplemente debían actuar en mejorar el interés de la cadena en su conjunto. Esta situación ha cambiado drásticamente en las dos décadas después del artículo de Sharman. En respuesta a la creciente complejidad y los riesgos implicados en la gestión grande y compleja de las cadenas de suministro dentro de una sola empresa, las cadenas de suministro han sido cortadas en pedazos y diversificadas en todos los sectores y regiones. El resultado es que, hoy en día, la mayoría de los productos y servicios se entregan a través de una red fragmentada de organizaciones independientes y semi-independientes, donde nadie está realmente a cargo de la red en su conjunto. La gestión de las distintas empresas está a cargo de su propia unidad, pero ya no controlan el rendimiento global (Akkermans & Dellaert, 2005).

En las cadenas de suministro de hoy: las empresas se han dividido en partes más pequeñas independientes porque es muy difícil coordinar sus operaciones, pero esto ha hecho que la coordinación sea aún más difícil, en momentos en que uno de los principales motivos originales de esta dificultad, la tecnología de la información es inadecuada, y no pertinente (Akkermans & Dellaert, 2005).

Hoy en día, es un punto crucial para poder obtener un desempeño superior en la gestión de la cadena de suministro (SMC), tener una mejor comprensión de sus complejidades dinámicas. Las conclusiones a las que se puede llegar mediante la dinámica de sistemas son ahora más necesarias que durante las últimas cuatro décadas (Akkermans & Dellaert, 2005).

La mayoría de las metodologías estándar para el análisis de la cadena de suministro, de la cual hace parte la cadena de distribución, estudian el sistema en un estado de equilibrio; es decir, asumen que todos los fenómenos transitorios que pueden generar incertidumbre en la toma de decisiones han sido minimizados. Esta hipótesis puede ser válida en varias cadenas de suministro donde la demanda del producto presenta un coeficiente bajo de variación. Sin embargo hay una familia cada vez más importante de productos con menor ciclo de vida y mayor variabilidad en la demanda, para los cuales la utilización de metodologías

tradicionales puede llevar a errores considerables (Georgiadis, Vlachos, & Iakovou, 2005). En general, los tomadores de decisiones se basan en simples modelos mentales que tienen serias limitaciones. Estos modelos se vuelven cada vez más deficientes cuando los problemas se vuelven más complejos, cuando el entorno cambia más rápidamente y cuando más personas deben participar en las decisiones claves (Birdseye Weil, 2007). La simulación puede ser una herramienta valiosa para soportar la toma de decisiones, planificación, evaluación y gestión de riesgos (Akkermans & Dellaert, 2005), (Stefanovic, Stefanovic, & Radenkovic, 2009), (Persson & Araldi, 2007).

En el estudio de las cadenas de distribución, la simulación de sistemas permite encontrar efectos causales y poner a prueba diferentes escenarios; incluso escenarios extremos. Además es una fuente útil para la predicción de las diferentes interdependencias entre los eslabones de la cadena (Shukla, Tiwari, Wan, & Shankar, 2009); siendo la complejidad de la cadena de suministro uno de los principales obstáculos a la hora de realizar un modelo de simulación (Persson & Araldi, 2007).

La simulación puede ser definida como el proceso de diseñar un modelo abstracto de un verdadero sistema o subsistema para la realización de experimentos con el fin de entender bien el sistema. Es un enfoque de gran alcance para el estudio y diseño de estrategias globales para la empresa; también es un método muy pertinente para estudiar la flexibilidad y la reactividad de las cadenas de suministro a un evento inesperado, a un nivel macroscópico (por ejemplo, las perturbaciones logísticas, escasez de materia prima, etc.) (Pierreval, Bruniaux, & Caux, 2007). Permite a los administradores de la cadena de suministro estudiar, evaluar soluciones alternativas y analizar el efecto en el proceso cuando se modifica su funcionamiento (Stefanovic, Stefanovic, & Radenkovic, 2009), (Persson & Araldi, 2007). Es adecuada para el modelado de la cadena de suministro por lo tanto se ocupa del nivel operativo y de gestión. Solo evalúa la eficacia de las condiciones de lo pre-especificado pero no proporciona ningún medio para optimizar el rendimiento del sistema (Shukla, Tiwari, Wan, & Shankar, 2009), (Celik, Lee, Vasudevan, & Son, 2010).

Hay una diferencia metodológica y práctica entre optimización y simulación. En la primera la solución depende de la situación que define la experiencia de dominio mental; la solución óptima es válida para ese escenario y no es válida si el escenario cambia. En la segunda, es posible experimentar con una serie de escenarios diferentes con el fin de encontrar una solución que se aproxime a la óptima. La solución de la simulación puede por lo tanto ser más insensible a los cambios del ambiente que la solución óptima obtenida a través de la optimización (Persson & Araldi, 2007), (Arshinder, Kanda, & Deshmukh, 2008).

Los modelos matemáticos y de investigación de operaciones, en general no se desempeñan bien en las cadenas de suministro porque comienzan con muchos

supuestos y tienen problemas en el modelamiento de sistemas complejos que incluyen muchas relaciones, funciones, parámetros y limitaciones (Stefanovic, Stefanovic, & Radenkovic, 2009).

Lo que hace diferente a la simulación en las cadenas de suministro de otras aplicaciones; es que los modelos para simular la cadena contienen los flujos de información junto con el flujo de los materiales y tienen la capacidad para manejar diferentes niveles de detalles (Persson & Araldi, 2007), (Kamath & Roy, 2006).

(Akkermans & Dellaert, 2005), plantean los siguientes tres enfoques de modelación en la investigación de las cadenas de suministro.

- **Enfoque con tiempos discretos:** es especialmente útil en entornos no estables, como las cadenas de suministro que se caracterizan por un alto grado de interdependencia (Akkermans & Dellaert, 2005), (Stefanovic, Stefanovic, & Radenkovic, 2009), (Shukla, Tiwari, Wan, & Shankar, 2009), (Persson & Araldi, 2007). Asume periodos de tiempo (minutos, horas, días) para la toma de decisiones en cualquier eslabón de la cadena de suministro. Sin embargo, estos modelos no son suficientes cuando se trata de simular las características dinámicas de la cadena de suministro, que se deben a fluctuaciones de la demanda, retrasos, plazos de ejecución, etc (Sarimveis, Patrinos, Tarantilis, & Kiranoudis, 2007). La popularidad de este enfoque creció junto con la expansión de memoria para computadoras y se convirtió en la base de los sistemas de ERP y sistemas de planificación avanzada (APS). Tratar con la capacidad y hacer frente a la incertidumbre sigue siendo uno de los retos para este tipo de sistemas (Akkermans & Dellaert, 2005).

- **Enfoque con tiempos continuos:** dentro del enfoque de tiempo continuo, Jay Forrester fue el padre fundador del enfoque al cual llamó dinámica industrial, hoy conocido como dinámica de sistemas. Esté enfoque se vincula con la teoría de control. En estos modelos los estados del sistema de la cadena de suministro (inventarios, pedidos, trabajos en curso, etc) se controlan de forma continua y también las decisiones se toman de forma continua. A diferencia del enfoque en tiempo discreto, la capacidad es explícitamente modelada en muchas aplicaciones así como los efectos de aprendizaje y la percepción humana. Es el enfoque mediante el cual se desarrollo el famoso juego de la cerveza (Sterman J. , 1989) que dio lugar a un enorme interés en la amplificación de la cadena de suministro y la coordinación de efectos, especialmente en las escuelas de negocios. El enfoque de dinámica de sistemas puede incorporar fácilmente todo tipo de elementos para rediseñar la cadena de suministro, como el intercambio de datos de puntos de venta, EDI, manufactura esbelta, entre otros; por lo tanto no sólo explica con éxito el comportamiento de la cadena de suministro, sino también el enfoque de mejora de procesos (Akkermans & Dellaert, 2005), (Sarimveis, Patrinos, Tarantilis, & Kiranoudis, 2007), (Sarimveis, Patrinos, Tarantilis, & Kiranoudis, 2007), (Fiala,

2005). En esta metodología se presta mucha atención al control de los flujos de la organización, y no sólo a las entidades que la componen; no le interesa la evaluación de la utilización promedio de una máquina, ni la determinación de cuándo una determinada tarea se completará; en su lugar, interesa saber cuál será el comportamiento global y la dinámica de sectores enteros de la cadena de suministro (Pierreval, Bruniaux, & Caux, 2007). Esta teoría, explica cómo las decisiones, los retrasos y las predicciones pueden producir ya sea un buen control o inestabilidad drástica en la cadena de suministro (Fiala, 2005). El modelamiento con dinámica de sistemas en la cadena de suministro ha sido muy limitado por su complejidad pero recientemente ha ganado mayor popularidad (Ashayeri & Lemmes, 2006), (Fan, Fan, & Chang, 2010).

- **Enfoque de la teoría de control:** Proporciona suficientes herramientas matemáticas para analizar, diseñar y simular modelos dinámicos de la cadena de suministro (Sarimveis, Patrinos, Tarantilis, & Kiranoudis, 2007). Este enfoque está vinculado con el enfoque de control de proceso. Puede asumir ya sea tiempo continuo o discreto. Dentro del campo de la modelación de la cadena de suministro su principal contribución es en la suavización de la producción. Hoy en día la investigación en esta área se centra principalmente en la manera de evitar el efecto látigo (Akkermans & Dellaert, 2005).

Los tres enfoques se utilizan para el análisis cuantitativo de las cadenas de suministro, pero el análisis a menudo difiere con respecto a los supuestos y también respecto a los objetivos que deben alcanzarse. Se espera para el futuro una integración de estos tres enfoques. En la práctica en general y en el campo de la dinámica de sistemas hay un importante papel para los investigadores de la gestión de la cadena de suministro que busquen modelar y facilitar esta integración (Akkermans & Dellaert, 2005).

El enfoque basado en datos (sección 3.3) supone que la información y más información de una mejor calidad dará lugar a mejores decisiones. No hay duda de que la información errónea es una fuente perfecta para tomar malas decisiones. La dinámica de sistemas es un enfoque que es capaz de compensar y reparar algunos de estos elementos, por los retrasos explícitos en los modelos, la racionalidad limitada y el establecimiento de objetivos. También desde la mejora de procesos, la dinámica de sistemas puede hacer una contribución a otros enfoques al delimitar los límites del sistema de forma explícita (Akkermans & Dellaert, 2005).

El enfoque de control de procesos (sección 3.3) puede ser perfectamente analizado por modelos de teoría de control, pero sólo para situaciones en pequeña escala debido a que esta teoría tiene dificultades para manejar un gran número de variables. La dinámica de sistemas no sufre de estas limitaciones y por lo tanto se convierte en un candidato perfecto para analizar la compleja configuración de las cadenas de suministro de hoy; puede ser útil para explicar y educar a los gerentes

en el entendimiento de la importancia de actuar en contra de la practica administrativa actual (Akkermans & Dellaert, 2005).

Según (Ozbayrak, Papadopoulou, & Akgun, 2007), (Pierreval, Bruniaux, & Caux, 2007) y (Ashayeri & Lemmes, 2006), la mayoría de trabajos de investigación existentes que abordan el modelado y simulación de cadenas de suministro se basan generalmente en una visión del mundo de eventos discretos. Muy pocos trabajos han abordado los modelos de simulación de cadenas de suministro mediante una visión de simulación del mundo continuo, los artículos que tratan más específicamente el modelado dinámico en las cadenas de suministro fueron publicados principalmente desde finales de 1990.

Cuando se dice que el enfoque de dinámica de sistemas puede quitar los puntos ciegos de otros enfoques, esto no implica que la dinámica de sistemas en su estado actual sea la herramienta perfecta para resolver todos los problemas de la cadena de suministro; debido a que la solidez matemática está poco desarrollada en este enfoque. A diferencia de los investigadores que utilizan el método de tiempo discreto o el enfoque de la teoría de control, los investigadores que utilizan el enfoque de dinámica de sistemas a menudo parecen estar satisfechos con algunos ejemplos que muestran las ideas y el comportamiento de alguna gestión, en lugar de tener al menos una prueba de significancia estadística (Akkermans & Dellaert, 2005).

La metodología de dinámica de sistemas es un método para el estudio del comportamiento de sistemas; se basa en la construcción de un modelo de simulación que pone de manifiesto las relaciones entre la estructura del sistema y su comportamiento. Suministra un lenguaje que permite expresar las relaciones que se producen en el seno de un sistema y permite explicar cómo se genera su comportamiento (Forrester, 1961), (Aracil & Gordillo, 1997), (Sterman, 2000). Tiene como objetivo proporcionar una visión global del sistema y permite identificar cómo las relaciones afectan al sistema en su conjunto (Ozbayrak, Papadopoulou, & Akgun, 2007). Es útil en las cadenas de suministro, para generar o agregar información sobre el comportamiento dinámico del sistema y en particular en las relaciones causales subyacentes (Fiala, 2005). La capacidad de comprender el sistema en su conjunto, así como el análisis de las interacciones entre los diversos componentes del sistema integrado hacen de la dinámica de sistemas una metodología ideal para el modelado de la cadena de suministro (Ozbayrak, Papadopoulou, & Akgun, 2007).

La dinámica de sistemas se centra en la comprensión de cómo los procesos físicos, los flujos de información y las políticas de gestión interactúan para crear la dinámica de las variables de interés. La totalidad de las relaciones entre estos componentes definen la estructura del sistema. Por lo tanto, se dice que la estructura del sistema, operando a través del tiempo, genera el caos y los patrones de comportamiento. En este enfoque la estructura del modelo

proporciona una descripción válida de los procesos reales. Su propósito es entender cómo por medio de la dinámica se generan y buscan políticas para mejorar el rendimiento del sistema. Las políticas son reglas de decisión a nivel macro utilizadas por los tomadores de decisiones y por la alta dirección. La dinámica de sistemas difiere significativamente de los métodos de simulación tradicional, como la simulación de eventos discretos donde la cuestión de modelado más importante es un paso a paso entre el comportamiento del modelo y lo real, es decir, es un pronóstico preciso. Por el contrario, el modelamiento con dinámica de sistemas es importante para producir el mayor número de patrones de interés (tales como el crecimiento exponencial, el colapso, el crecimiento asintótico, el crecimiento en forma de S, amortiguación o la ampliación de las oscilaciones, etc.) (Vlachos, Georgiadis, & Iakovou, 2007).

La estructura de un sistema que es analizado mediante el enfoque de dinámica de sistemas presenta diagramas de causalidad y diagramas de flujos y niveles que captan los bucles de realimentación, que pueden ser positivos o negativos. Estos diagramas juegan dos papeles importantes en la dinámica de sistemas; en primer lugar, durante el desarrollo del modelo, sirven como bosquejos preliminares de las hipótesis causales y en segundo lugar, permiten simplificar la representación del modelo (Georgiadis, Vlachos, & Iakovou, 2005).

Una representación de un sistema dinámico contiene variables de nivel, variables de flujo y variables auxiliares. Las variables de nivel son acumulaciones dentro del sistema, las variables de flujo representan los flujos en el sistema y las variables auxiliares representan las reglas de decisión que rigen sobre las variables de flujo. El modelamiento de la estructura y las interrelaciones entre las variables son representadas por los diagramas de flujos y niveles. La matemática asociada a estos diagramas es a través de un sistema de ecuaciones diferenciales, que se resuelve numéricamente a través de simulación. Hoy en día existen programas de simulación gráfica de alto nivel como I-Think, Stela, Vensim y Powersim que respaldan el análisis y el estudio de estos sistemas (Georgiadis, Vlachos, & Iakovou, 2005).

Para desarrollar un modelo con dinámica de sistemas, (Forrester, 1961) sugiere cuatro conceptos principales para el modelamiento: (1) *describir los niveles de acumulación en el sistema* que representan los valores actuales de la variable y son el resultado de la diferencia acumulada entre las entradas y las salidas. (2)*Describir los flujos*, que transportan el contenido de un nivel a otro. (3)*Describir las funciones de decisión*, que controlan las tasas de los flujos entre los niveles, y (4) *describir* los *canales de información*, que conectan los niveles con las funciones de decisión, (Forrester, 1961), (Pierreval, Bruniaux, & Caux, 2007).

Los sistemas requieren de la comprensión de las relaciones entre la estructura de realimentación y la problemática del comportamiento observado. La premisa de que la estructura genera comportamiento es uno de los principios fundamentales

en la dinámica de sistemas, junto con el concepto de realimentación de información (Goncalves, 2009), (Kamath & Roy, 2006). Esta posición filosófica ha fomentado el desarrollo de un número de métodos formales dirigidos a la comprensión de las causas del comportamiento del modelo. El comportamiento en dinámica de sistemas, es comúnmente interpretado como modos de comportamiento (por ejemplo, el crecimiento exponencial, la disminución exponencial, la oscilación, etc) debido a su asociación directa con los circuitos de realimentación que definen los bucles de refuerzo y los bucles de equilibrio. Por lo tanto, las investigaciones tradicionales en el análisis de modelos formales han hecho hincapié en que los bucles causan un particular, modo de conducta, con valores propios que representan el vínculo más importante entre estructura y el comportamiento (Goncalves, 2009). La importancia de la conexión entre la estructura y comportamiento es fácil de ver en la introducción del libro Dinámica Industrial de Forrester y en posteriores interpretaciones entre las cuales se destacan las siguientes (Forrester, 1961),(Goncalves, 2009):

- La realimentación de información de los sistemas debe su comportamiento a tres características: estructura, retrasos, y a la amplificación (Forrester, 1961), (Goncalves, 2009).

- El enfoque de dinámica de sistemas, toma la posición filosófica de que las estructuras de realimentación son responsables de los cambios que se experimentan a través del tiempo. La premisa es que el comportamiento dinámico es una consecuencia de la estructura del sistema (Forrester, 1961),(Goncalves, 2009).

- Un principio fundamental de la dinámica de sistemas indica que la estructura del sistema dará lugar a su comportamiento (Forrester, 1961),(Sterman, 2000), (Goncalves, 2009).

(Yourdon, 1993), propone cuatro principios de la teoría general de sistemas basados en los sistemas de información que se aplican a las cadenas de suministro y su gestión. Esta teoría proporciona una visión más profunda de cómo funcionan las cadenas de suministro y consiste en la aplicación de la teoría general de sistemas de objetos intangibles a los sistemas generales de objetos tangibles.

Se considera que las cadenas de suministro tienen similitudes con los sistemas de información: por ejemplo, son más intangibles que tangibles; en ellas se han definido procedimientos de funcionamiento repetibles, con el fin de ayudar al objetivo comercial de una empresa que se define como el intercambio bienes o servicios. Un sistema se compone de elementos finitos o componentes, los componentes se combinan para formar un todo integrado, y el todo integrado existe para alcanzar algún propósito. En consecuencia, para que las cadenas de

suministro sean consideradas como sistemas los temas antes mencionados deben estar presentes.

Las cadenas de suministro están compuestas de componentes: personas, organizaciones, infraestructura tecnológica, información, flujos de bienes físicos y flujos de intangibles. Desde la perspectiva del objetivo, las cadenas de suministro se crean en beneficio de los participantes en términos de mejorar el flujo de bienes, servicios e información de una organización a otra. Este argumento indica que las cadenas de suministro son sistemas (Caddy & Helou, 2007). La interacción y el retardo que son inherentes a muchos de los procesos de la cadena de suministro confirman que las cadenas de suministro son sistemas dinámicos (Brian & Xie, 2008). Se dice que un elemento importante de un sistema es su naturaleza dinámica, con las interacciones de los subsistemas a través de sus límites. La dinámica de sistemas lleva a tres importantes conclusiones: (a) los sistemas interactúan y son influenciados por su entorno y por otros sistemas, (b) el funcionamiento de cada componente del sistema tiene un efecto sobre la forma en que el sistema funciona como un todo, y (c) el funcionamiento de cada componente del sistema es interdependiente (Caddy & Helou, 2007).

Los cuatro principios generales de los sistemas de información que se aplican a los sistemas de cadenas de suministro son:

- *"Entre más especializado o complejo sea un sistema, es menos adaptable a un entorno cambiante"*. Hay dos asuntos cruciales que las organizaciones necesitan considerar. En primer lugar, cuanto mayor sea la cadena de suministro, en términos de proveedores indirectos, en comparación con proveedores directos o inmediatos de la empresa, son menos adaptables o menos agiles para cambiar. En segundo lugar, entre más especializado sea cada proveedor con respecto al producto o servicio prestado, la cadena es menos adaptable o menos ágil para cambiar (Yourdon, 1993),(Caddy & Helou, 2007).

- *"A mayor magnitud del sistema, más recursos son necesarios para su apoyo".* Las organizaciones deben determinar el nivel de actividad de sus cadenas de suministro, y garantizar que esta actividad cuente con los recursos adecuados. El nivel de actividad puede ser determinado a través de indicadores clave de rendimiento, tales como el número de transacciones procesadas por día, el número de contactos personales realizados o el número de e-mails intercambiados, etc. Obviamente cuanto mayor sea el nivel de actividad, mayor será la cantidad de recursos que deben ser dedicados a la cadena de suministro (Yourdon, 1993),(Caddy & Helou, 2007).

- *"Los sistemas a menudo contienen otros sistemas o hacen parte de sistemas más grandes".* Las cadenas de suministro se pueden dividir en subsistemas más pequeños y simples. Cada uno de estos subsistemas podría estar

descompuesto en otros subsistemas, y así sucesivamente (Yourdon, 1993),(Caddy & Helou, 2007).

- *"Los sistemas crecen con el tiempo, tanto en términos de tamaño así como de complejidad estructural".* Las organizaciones tienen que ser conscientes de que las cadenas de suministro, como sistemas de información, son construcciones artificiales, que son dinámicas y pueden crecer. Ellas pueden evolucionar con el tiempo a medida que se desarrollan a través de su interacción con el exterior y el medio ambiente, así como con sus sistemas internos. Este principio tiene implicaciones para los principios 1 y 2, mencionados anteriormente (Yourdon, 1993),(Caddy & Helou, 2007).

En el enfoque de dinámica de sistemas se considera que para iniciar el proceso de modelamiento, es necesario definir los problemas de forma dinámica. Por lo tanto se debe iniciar con la formulación de una hipótesis dinámica, la cual es una declaración de las estructuras de realimentación que tienen el poder de crear o al menos contribuir a problemas de conducta. Debido a que sólo hay dos tipos de procesos de realimentación (equilibrio y refuerzo) que determinan la generación de características de la conducta, las hipótesis dinámicas pueden centrarse en las teorías que potencialmente pueden generar la problemática del comportamiento en el tiempo. El proceso mediante el cual se construyen las hipótesis dinámicas directamente influye en cómo desarrollar la intuición sobre el comportamiento del modelo, es decir, el proceso por el cual se analizan los sistemas (el segundo componente de la interpretación de la conducta). Al explorar el comportamiento generado en el modelo, el modelador aprende sobre la estructura y el comportamiento del sistema. Los experimentos de simulación y la combinación de los bucles de realimentación permiten identificar la estructura responsable de determinados comportamientos (Goncalves, 2009).

Debido a la concentración de bucles de realimentación como unidad de análisis de las causas del comportamiento, la discusión se centra en los diferentes bucles y cómo los cambios en el dominio del bucle pueden influir en el comportamiento observado. (Forrester, 1961) describe dos métodos tradicionales utilizados para identificar los bucles de realimentación dominantes. El primer método consiste en desconectar los bucles sin importancia, esto demuestra que los bucles restantes, aislados producen un comportamiento similar a la totalidad del modelo. El segundo enfoque consiste en hacer pequeños cambios en el comportamiento del modelo. La noción de la utilidad de bucles de realimentación como conductores dominantes del comportamiento es común hoy en día (Forrester, 1961), (Goncalves, 2009).

Finalmente se presenta en las tablas 2 y 3 un resumen de algunos artículos que abordan el tema de simulación en la cadena de suministro; de la cual hace parte la cadena de distribución. La tabla 2 muestra el grado de detalle en la simulación pudiendo ser alto (A), medio (M) o Bajo (B) y el nivel de la simulación que puede ser: estratégico (E), táctico (T) u operativo (O). La tabla 3 describe el tipo de modelo de simulación que puede ser: modelo de eventos discretos (MED) o continuo (MEC). La tabla 4 describe el objetivo de la simulación y finalmente los procesos simulados se muestran en la tabla 5.

Tabla 2. Resumen de algunos artículos sobre la simulación en la cadena de suministro según el grado de detalle y el nivel de la simulación.

Artículos	**Grado Detalle Simulación**	**Nivel de Simulación**
(Minegishi & Thiel, 2000)	B	E y T
(Chan & Chan, 2005)	A	E
(Ulieru & Cobzaru, 2005)	B	T
(Kamath & Roy, 2006)	B	E y T
(Hung, Samsatli, & Shah, 2006)	A	O
(Lalwani, Disney, & Naim, 2006)	M	E y T
(Lim, 2006)	M	T
(Liu, 2006)	B	T
(Nair & Closs, 2006)	A	O
(Villegas & Smithz, 2006)	B	T
(Zhang, 2006)	A	O
(Ashayeri & Lemmes, 2006)	B	E y T
(Vlachos, Georgiadis, & Iakovou, 2007)	B	E y T
(Ozbayrak, Papadopoulou, & Akgun, 2007)	B	E y T
(Pierreval, Bruniaux, & Caux, 2007)	B	E y T
(Fan, Fan, & Chang, 2010)	B	E y T

Fuente: elaboración propia

Tabla 3. Resumen de algunos artículos sobre la simulación en la cadena de suministro, según el objetivo y los procesos simulados.

Artículos	**Tipo de modelo de simulación**	**Objetivo**	**Procesos simulados**
(Minegishi & Thiel, 2000)	MEC	1,3,4,5	1,3,4,9
(Chan & Chan, 2005)	MED	1,3,4,5	1,3,4,9
(Ulieru & Cobzaru, 2005)	MED	1,5	4,7
(Ashayeri & Lemmes, 2006)	MEC	1	2
(Kamath & Roy, 2006)	MEC	1	1,2,3
(Hung, Samsatli, & Shah, 2006)	MED	1,2,3,4	1,3,4
(Lalwani, Disney, & Naim, 2006)	No lo dice	1,3,4	2,5
(Lim, 2006)	MED	1,2,3,4	3,4,7
(Liu, 2006)	MEC	1	3,4,8
(Nair & Closs, 2006)	MED	1,3	3,4,5,8,9
(Villegas & Smithz, 2006)	MED	1,3,5,8	2,3,4,7
(Zhang, 2006)	MED	2,3,4	2,3,4,9
(Vlachos, Georgiadis, & Iakovou, 2007)	MEC	1	3,10
(Ozbayrak, Papadopoulou, & Akgun, 2007)	MEC	1,3,6	1,2,3,5
(Pierreval, Bruniaux, & Caux, 2007)	MEC	1,6,9	1,3,4,7
(Fan, Fan, & Chang, 2010)	MEC	1	1,2

Fuente: elaboración propia

Tabla 4. Objetivos de la simulación.

1	Reducir costos o maximizar beneficios
2	Mejorar confiabilidad
3	Minimizar inventarios
4	Reducir tiempo de entrega
5	Maximizar utilización del equipo
6	Aumentar flexibilidad
7	Mejorar simulación (intercambio de información)
8	Reducir trabajo en proceso
9	Mejorar simulación (más detallada y menor tiempo)
10	Reutilización

Fuente: (Calderón & Lario, 2007)

Tabla 5. Procesos Simulados

1	Producción (lotes y programación)
2	Planeación de la demanda
3	Control de inventarios
4	Llegada de órdenes o pedidos
5	Distribución (carga y rutas) y transporte
6	Planificación de ventas
7	Producción (solo tiempos)
8	Presupuestos y precios
9	Transporte (solo tiempos)
10	Flujo de materiales

Fuente: (Calderón & Lario, 2007)

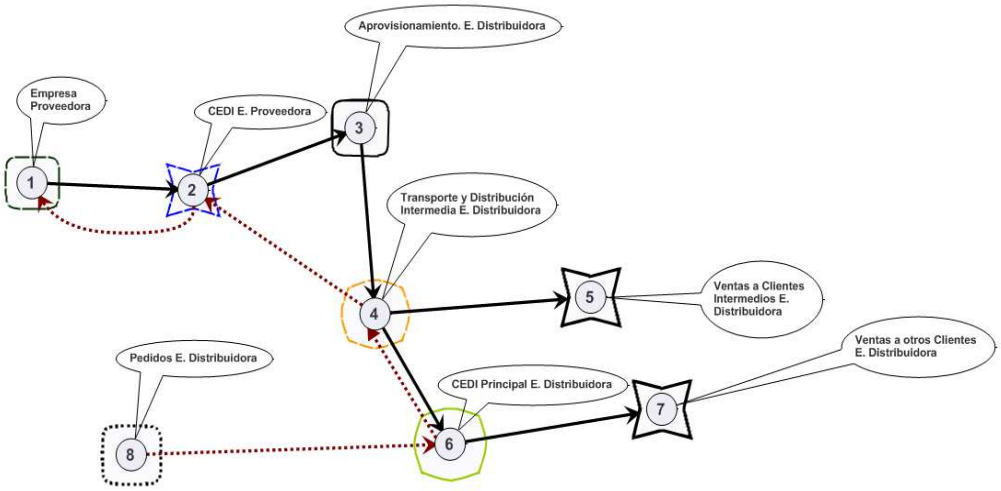
4. MODELO DE LA CADENA DE DISTRIBUCIÓN

La investigación de un sistema debe restringirse a un estudio de su simple estructura y de los fenómenos principales; los detalles sin importancia oscurecen las principales lecciones que pueden aprenderse (Forrester, 1961), (Aracil & Gordillo, 1997), (Sterman, 2000).

La cadena de distribución a modelar descrita en la figura 13 busca definir de manera general la estructura de la cadena de distribución en estudio; por lo tanto incluye solamente las influencias más marcadas y obvias. El propósito de la figura 13, en un principio, no es lograr una representación completa de todas las funciones sino más bien mostrar un método de análisis y comprensión de las contribuciones al comportamiento del sistema que pueden provenir de la forma organizativa, de las decisiones y políticas gerenciales.

En la figura 13, las líneas de color negro corresponden al envío de productos que fluyen de la empresa proveedora hacia la empresa distribuidora y consiste en que la empresa proveedora mediante el área de facturación que corresponde al departamento de ventas autoriza por medio de la generación de facturas a su centro de distribución para que la empresa distribuidora pueda aprovisionarse; luego de este paso la empresa distribuidora realiza un transporte y una distribución intermedia entregando mercancías a sus clientes intermedios hasta llegar a su centro de distribución principal, donde después de realizar un conjunto de actividades y tareas procede a entregar la mercancía a sus otros clientes. Las líneas de color rojo punteadas muestran la corriente ascendente de los pedidos que fluyen de la empresa distribuidora hacia la empresa proveedora e indican que la empresa distribuidora para poder generar su pedido necesita información del inventario disponible en su centro de distribución principal, pero a su vez el centro de distribución principal en el área de gestión de inventarios necesita información de las ventas que se realizan en la distribución intermedia y en la distribución principal para poder determinar el número de unidades disponibles en inventario y el número de unidades a pedir; la facturación de las unidades solicitadas a la empresa proveedora va a depender de la disponibilidad en su inventario para las referencias solicitadas por la empresa distribuidora.

Figura 13. Estructura de la cadena de distribución modelada.



Fuente: elaboración propia

En la figura 14 se ilustra el diagrama general de flujos y niveles de la cadena de distribución de la microempresa *Lácteos y Cárnicos "MERCARDY"*. La cadena se divide en cuatro subsistemas; el primer subsistema enmarcado en color verde hace referencia al inventario en la distribución intermedia, los costos asociados a la distribución intermedia son el segundo subsistema el cual se encuentra resaltado con color rojo, el tercer subsistema que se encuentra delimitado por el recuadro azul hace referencia al inventario en la distribución principal y el cuarto subsistema resaltado con color negro describe las relaciones entre las variables asociadas con costos en la distribución principal.

Para la distribución principal el proceso inicia con la estimación de las *unidades promedio vendidas*; luego se calcula el *inventario deseado* que va a ser igual a la estimación de las *unidades promedio vendidas* más un *porcentaje de incremento*; inmediatamente después de terminado el paso anterior se determina el *número de unidades a pedir* comparando el *inventario deseado* con el *inventario real disponible*, si el *inventario real disponible* es mayor que el *inventario deseado el número de unidades a pedir* sería nulo en caso contrario el *número de unidades a pedir* sería la diferencia entre el *inventario deseado* menos el *inventario real disponible*. *El inventario real disponible* depende del *inventario real disponible después de las ventas a los clientes intermedios* y de la estimación de las *unidades promedio vendidas a los clientes principales*. Luego de determinar el *número de unidades vendidas a los clientes principales*, se calcula el *precio de las unidades vendidas* y el *costo de las unidades vendidas. El precio de las unidades vendidas* se calcula multiplicando el *precio de venta por unidad* por el *número de unidades vendidas a los clientes principales* y el *costo de las unidades vendidas*

se calcula multiplicando el *número de las unidades vendidas a los clientes principales* por el *costo por unidad*.

Seguidamente se calcula la *utilidad bruta* como la diferencia entre el *precio de las unidades vendidas* y el *costo de las unidades vendidas.* Luego se estima el *cupo disponible para facturación en peso*s con el que cuenta la empresa distribuidora para poder realizar la compra a la empresa proveedora; esta variable se calcula sumando el cupo *disponible inicial para la facturación en pesos* más el *precio de las unidades vendidas* menos los *costos totales* que son iguales a la suma del *costo de las unidades vendidas* más *otros costos* en los que se pueda incurrir en el funcionamiento eficiente de la cadena de distribución. Seguidamente se estima el *número de unidades a facturar* según el *cupo disponible en pesos*; esta variable se calcula dividiendo el *cupo disponible en pesos* entre el *costo por unidad.* Luego se calcula la *generación del pedido* a la empresa proveedora para los clientes principales; el cálculo de esta variable se obtiene comparando y escogiendo la menor cantidad entre el *número de unidades a facturar según el cupo disponible* con el *número de unidades a facturar según el inventario deseado*.

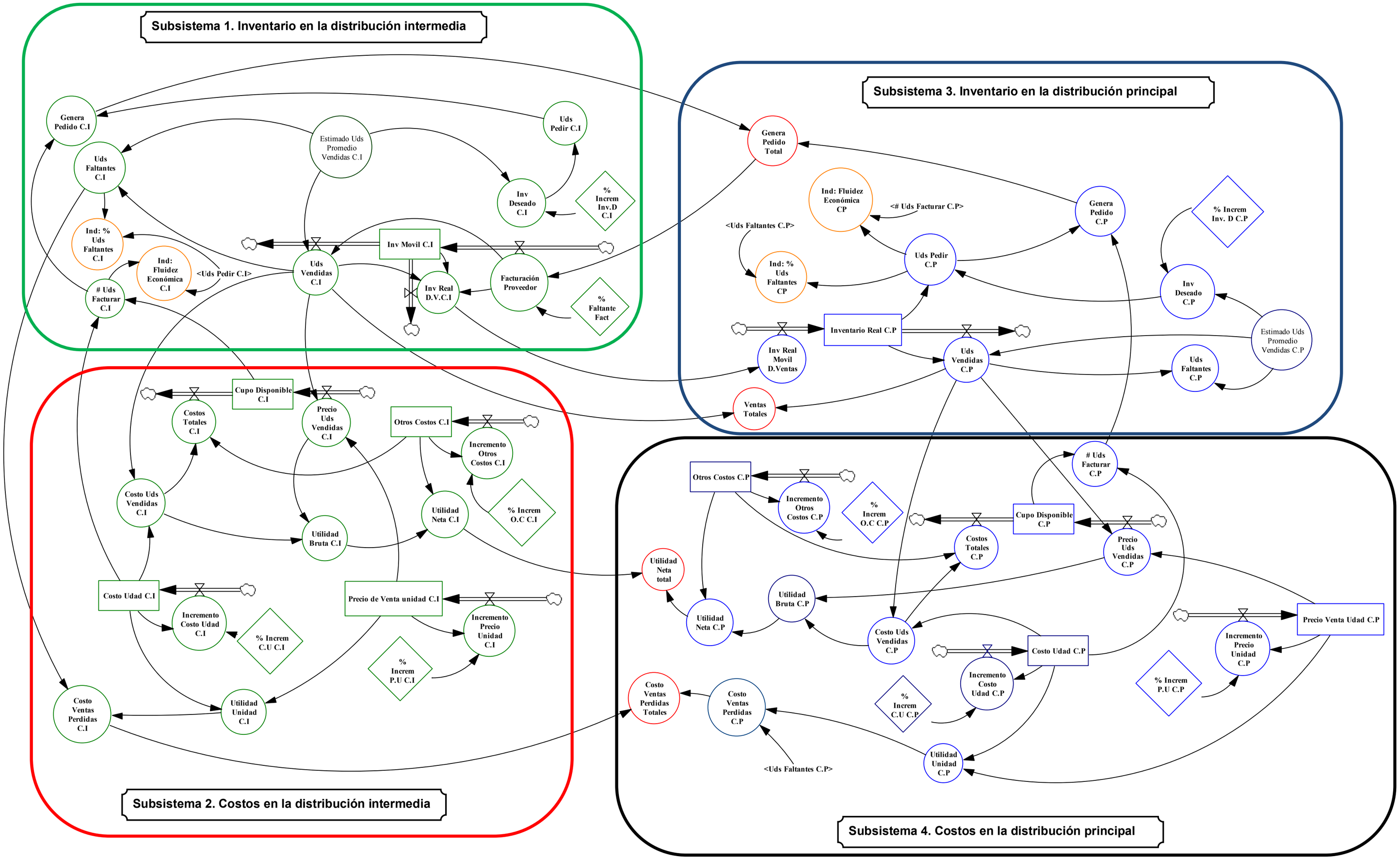
Después de realizar el paso anterior, se calcula *el número de unidades faltantes* que se obtiene al comparar las *unidades vendidas* con el *estimado de las unidades promedio vendidas*; si la diferencia entre estas dos variables es negativa *el número de unidades faltantes* es cero, en caso contrario el *número de unidades faltantes* equivale al valor positivo entre estas dos variables.

A continuación el sistema procede a calcular el *indicador porcentaje de unidades faltantes* y el *indicador fluidez económica* (en la explicación del subsistema donde se encuentran los indicadores se procede a realizar una explicación más detallada). Posteriormente se calcula el *costo de las ventas perdidas* como el *número de unidades faltantes* multiplicado por la *utilidad por unidad*.

La explicación para la relación entre las variables que hacen parte de la distribución intermedia es similar a la explicación descrita para las variables que hacen parte de la distribución principal, por tal motivo se omite.

Cuando ya se ha estimado la *generación de pedido* tanto de los clientes principales como intermedios, se suman estas dos variables en la variable llamada *generación de pedido total*. Finalmente se estima la variable *facturación proveedor*; esta variable hace referencia al número de unidades que el proveedor factura al distribuidor y se estima restándole un *porcentaje llamado faltante de facturación* a la *generación del pedido total.*

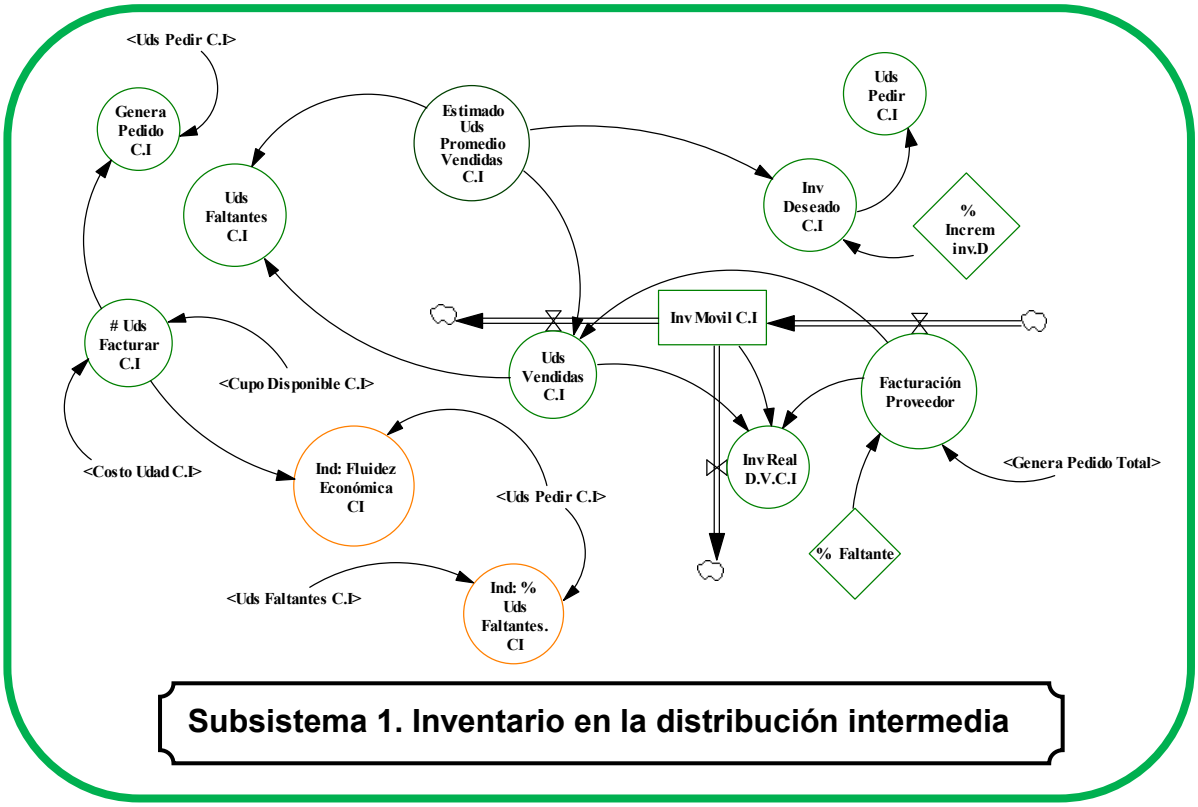
Figura 14. Diagrama general de flujos y niveles de la cadena de distribución en estudio.



4.1 SUBSISTEMA 1. INVENTARIO EN LA DISTRIBUCIÓN INTERMEDIA

En la figura 15 se ilustra el diagrama de flujos y niveles del primer subsistema denominado inventario en la distribución intermedia. Este subsistema se encuentra enmarcado en un recuadro de color verde en el diagrama general de flujos y niveles (figura 14).

Figura 15. Diagrama de flujos y niveles subsistema 1.



Las relaciones entre las diferentes variables del primer subsistema inician con la estimación de las *unidades promedio vendidas*; luego se procede a estimar el *inventario deseado* que se calcula como el estimado de las *unidades promedio vendidas* más un incremento que el analista considera según el escenario analizado, esta estimación se convierte en el *número de unidades a pedir* (ecuaciones 1 y 2). Tan pronto se realiza el procedimiento anterior se calcula la variable auxiliar llamada *facturación proveedor*. Esta variable se calcula restándole a la variable *generación del pedido total* (subsistema 3) un *% faltante en la facturación* por parte del proveedor (ecuación 3).

A continuación el sistema procede a calcular el *número de unidades vendidas* comparando el estimado de las *unidades promedio vendidas* con la *facturación del proveedor*; si el estimado de las *unidades promedio vendidas* es mayor que la *facturación del proveedor* entonces las *unidades vendidas* son iguales a la *facturación del proveedor* en caso contrario las *unidades vendidas* son iguales al estimado de las *unidades promedio vendidas* (ecuación 4). Inmediatamente después el sistema calcula el *inventario real después de ventas a los clientes intermedios* realizando la suma de las *unidades facturadas por el proveedor* mas las *unidades disponibles almacenadas en los clientes intermedios* menos las *unidades vendidas*; si esta ecuación es menor que cero entonces el *inventario real después de ventas a los clientes intermedios* es igual a cero, en caso contrario es igual al valor positivo de la ecuación (ecuación 5).

Tan pronto es realizada la estimación anterior se procede a calcular las *unidades faltantes* contrastando el estimado de las *unidades promedio vendidas* con las *unidades vendidas*; si el estimado de las *unidades promedio vendidas* es mayor que las *unidades vendidas,* las *unidades faltantes* son iguales a la diferencia entre el estimado de las *unidades promedio vendidas* y las *unidades vendidas*, en caso contrario son iguales a cero (ecuación 6). Luego se calcula el *número de unidades a facturar según cupo disponible* como la división entre el *cupo disponible* (subsistema 2) y el *costo por unidad* (ecuación 7). Seguidamente se calcula la generación de pedido al comparar y escoger la menor cantidad entre las *unidades a pedir según demanda* y las *unidades a facturar según cupo disponible* (ecuación 8). Finalmente se calcula el indicador *porcentaje de unidades faltantes* y el indicador fluidez económica. El primero se calcula como la división entre las *unidades faltantes* y *las unidades a pedir* (ecuación 9); el segundo se calcula como la división entre *el número de unidades a facturar según cupo disponible* y el *número de unidades a pedir según demanda* (ecuación 10).

- El indicador *porcentaje de unidades faltantes,* se estima de la siguiente manera:

  Valor Indicador= Unidades Faltantes /Unidades a pedir (según el estimado en ventas)

  Mide y controla el servicio al cliente, debido a que está período a período determinando que porcentaje respecto a la estimación de la demanda se dejo de cubrir.

- El indicador *fluidez económica,* se estima de la siguiente manera:

  Valor Indicador=
  Número de unidades a facturar según cupo disponible/número de unidades a pedir según demanda

  Mide y controla que el cupo disponible sea lo suficientemente necesario para cubrir la demanda.

Estos dos indicadores también fueron programados en la herramienta informática que se desarrollo en Microsoft Excel (que se explicara más adelante) bajo el mismo concepto que se desarrolla en el capítulo de indicadores de gestión. El usuario solo tendrá que indicar un intervalo meta de control el cual está definido como un límite inferior de control y superior de control; definidos estos datos el sistema se encarga de realizar los cálculos del valor del indicador y basado en los datos suministrados para el intervalo meta de control agrupa los valores del indicador en cinco segmentos resaltados con colores diferentes; los valores del indicador resaltados con color rojo indicarían que son inferiores al límite inferior de control, los resaltados con color verde indicarían que se encuentra entre los limites de control, los resaltados con color naranja indicarían que se encuentran próximos o iguales al límite inferior de control, los resaltados con color amarillo indicarían que se encuentran próximos o iguales al límite superior de control y los resaltados con color rojo claro indicarían que se encuentran por encima del límite superior de control.

Ecuación 1. Inventario deseado C.I (clientes intermedios)
Inv Deseado C.I = Uds Promedio Vendidas C.I+(Uds Promedio Vendidas C.I*(% Increm Inv D/100))

Ecuación 2. Unidades a pedir C.I (clientes intermedios)
Uds Pedir C.I = Inv Deseado C.I

Ecuación 3. Facturación proveedor
Facturación Proveedor =
Genera Pedido Total -(Genera Pedido Total*(% Faltante/100))

Ecuación 4. Unidades vendidas C.I (clientes intermedios)
Unidades Vendidas C.I =
IF((Facturación Proveedor-Uds Promedio Vendidas C.I)<0,Facturación Proveedor, Uds Promedio Vendidas C.I)

Ecuación 5. Inventario real después de ventas C.I (clientes intermedios)
Inv Real D.V.C.I =
IF((Facturación Proveedor + Inv Móvil C.I – Unidades Vendidas C.I)<0, 0,(Facturación Proveedor + Inv Móvil C.I – Unidades Vendidas C.I))

Ecuación 6. Unidades faltantes C.I (clientes intermedios)
Uds Faltantes C.I =
IF((Unidades Vendidas C.I – Uds Promedio Vendidas C.I)<0,(Uds Promedio Vendidas C.I – Unidades Vendidas C.I),0)

Ecuación 7. Número de unidades a facturar según cupo disponible C.I
# Uds Facturar C.I =
IF((Cupo Disponible C.I/Costo Udad C.I)>0, (Cupo Disponible C.I/Costo Udad C.I),0)

Ecuación 8. Generación del pedido C.I (clientes intermedios)
Genera Pedido C.I =
IF((# Uds Facturar C.I<Uds Pedir C.I), # Uds Facturar C.I, Uds Pedir C.I)

Ecuación 9. Indicador % de unidades faltantes. Distribución intermedia
Ind: %Uds Faltantes C.I =
IF(Uds_Pedir_C_I=0, 0,(Uds Faltantes C.I/Uds Pedir C.I)*100)

Ecuación 10. Indicador fluidez económica. Distribución intermedia
Indicador: # Veces a Facturar las Uds a Pedir C.I =
IF(Uds Pedir C.I=0,# Uds Facturar C.I,(# Uds Facturar C.I/Uds Pedir C.I))

4.1.1 Algunos bucles de realimentación

Con la ayuda del software Vensim se identificarón algunos de los principales bucles de realimentación que se generan con el diagrama general de flujos y niveles (figura 14) para el subsistema 1. Estos bucles son formados por la variable de flujo *facturación Proveedor.*

Bucle número 1 de tamaño 6

Facturación Proveedor

Uds Vendidas C.I (subsistema 1)
Precio Uds Vendidas C.I (subsistema 2)
Cupo Disponible C.I (subsistema 2)
Uds Facturar C.I (subsistema 1)
Genera Pedido C.I (subsistema 1)
Genera Pedido Total (subsistema 3)

Bucle número 2 de tamaño 6

Facturación Proveedor

Inv Real D.V.C.I (subsistema 1)
Inv Real Movil D.Ventas (subsistema 3)
Inventario Real C.P (subsistema 3)
Uds Pedir C.P (subsistema 3)
Genera Pedido C.P (subsistema 3)
Genera Pedido Total (subsistema 3)

Bucle número 3 de tamaño 7

Facturación Proveedor

Uds Vendidas C.I (subsistema 1)
Costo Uds Vendidas C.I (subsistema 2)
Costos Totales C.I (subsistema 2)
Cupo Disponible C.I (subsistema 2)
Uds Facturar C.I (subsistema 1)
Genera Pedido C.I (subsistema 1)
Genera Pedido Total (subsistema 3)

Bucle número 4 de tamaño 7

Facturación Proveedor

Uds Vendidas C.I (subsistema 1)
Inv Real D.V.C.I (subsistema 1)
Inv Real Movil D.Ventas (subsistema 3)
Inventario Real C.P (subsistema 3)
Uds Pedir C.P (subsistema 3)
Genera Pedido C.P (subsistema 3)
Genera Pedido Total (subsistema 3)

Bucle número 5 de tamaño 7

Facturación Proveedor

Inv Movil C.I (subsistema 1)
Inv Real D.V.C.I (subsistema 1)
Inv Real Movil D.Ventas (subsistema 3)
Inventario Real C.P (subsistema 3)
Uds Pedir C.P (subsistema 3)
Genera Pedido C.P (subsistema 3)
Genera Pedido Total (subsistema 3)

Bucle número 6 de tamaño 8

Facturación Proveedor

Inv Movil C.I (subsistema 1)
Inv Real D.V.C.I (subsistema 1)
Inv Real Movil D.Ventas (subsistema 3)
Inventario Real C.P (subsistema) 3
Uds Pedir C.P (subsistema 3)
Genera Pedido C.P (subsistema 3)
Genera Pedido Total (subsistema 3)

Bucle número 7 de tamaño 9

Facturación Proveedor

Inv Real D.V.C.I (subsistema 1)
Inv Real Movil D.Ventas (subsistema 3)
Inventario Real C.P (subsistema 3)
Uds Vendidas C.P (subsistema 3)
Precio Uds Vendidas C.P (subsistema 4)
Cupo Disponible C.P (subsistema 4)
Uds Facturar C.P (subsistema 4)
Genera Pedido C.P (subsistema 3)
Genera Pedido Total (subsistema 3)

Bucle número 8 de tamaño 10

Facturación Proveedor

Inv Real D.V.C.I (subsistema 1)
Inv Real Movil D.Ventas (subsistema 3)
Inventario Real C.P (subsistema 3)
Uds Vendidas C.P (subsistema 3)
Costo Uds Vendidas C.P (subsistema 4)
Costos Totales C.P (subsistema 4)
Cupo Disponible C.P (subsistema 4)
Uds Facturar C.P (subsistema 4)
Genera Pedido C.P (subsistema 3)
Genera Pedido Total (subsistema 3)

Bucle número 9 de tamaño 10

Facturación Proveedor

Uds Vendidas C.I (subsistema 1)
Inv Real D.V.C.I (subsistema 1)
Inv Real Movil D.Ventas (subsistema 3)
Inventario Real C.P (subsistema 3)
Uds Vendidas C.P (subsistema 3)
Precio Uds Vendidas C.P (subsistema 4)
Cupo Disponible C.P (subsistema 4)
Uds Facturar C.P (subsistema 4)
Genera Pedido C.P (subsistema 3)
Genera Pedido Total (subsistema 3)

Bucle número 10 de tamaño 10

Facturación Proveedor

Inv Movil C.I (subsistema 1)
Inv Real D.V.C.I (subsistema 1)
Inv Real Movil D.Ventas (subsistema 3)
Inventario Real C.P (subsistema 3)
Uds Vendidas C.P (subsistema 3)
Precio Uds Vendidas C.P (subsistema 4)
Cupo Disponible C.P (subsistema 4)
Uds Facturar C.P (subsistema 4)
Genera Pedido C.P (subsistema 3)
Genera Pedido Total (subsistema 3)

Bucle número 11 de tamaño 11

Facturación Proveedor

Inv Movil C.I (subsistema 1)
Inv Real D.V.C.I (subsistema 1)
Inv Real Movil D.Ventas (subsistema 3)
Inventario Real C.P (subsistema 3)
Uds Vendidas C.P (subsistema 3)
Costo Uds Vendidas C.P (subsistema 4)
Costos Totales C.P (subsistema 4)
Cupo Disponible C.P (subsistema 4)
Uds Facturar C.P (subsistema 4)
Genera Pedido C.P (subsistema 4)
Genera Pedido Total (subsistema 4)

Bucle número 12 de tamaño 11

Facturación Proveedor

Uds Vendidas C.I (subsistema 1)
Inv Real D.V.C.I (subsistema 1)
Inv Real Movil D.Ventas (subsistema 3)
Inventario Real C.P (subsistema 3)
Uds Vendidas C.P (subsistema 3)
Costo Uds Vendidas C.P (subsistema 4)
Costos Totales C.P (subsistema 4)
Cupo Disponible C.P (subsistema 4)
Uds Facturar C.P (subsistema 4)
Genera Pedido C.P (subsistema 3)
Genera Pedido Total (subsistema 3)

Bucle número 13 de tamaño 12

Facturación Proveedor

Uds Vendidas C.I (subsistema 1)
Inv Movil C.I (subsistema 1)
Inv Real D.V.C.I (subsistema 1)
Inv Real Movil D.Ventas (subsistema 3)
Inventario Real C.P (subsistema 3)
Uds Vendidas C.P (subsistema 3)
Costo Uds Vendidas C.P (subsistema 4)
Costos Totales C.P (subsistema 4)
Cupo Disponible C.P (subsistema 4)
Uds Facturar C.P (subsistema 4)
Genera Pedido C.P (subsistema 3)
Genera Pedido Total (subsistema 4)

4.1.2 Identificación y caracterización de las variables del subsistema 1

En la tabla 6 se realiza la identificación y caracterización de las variables de nivel, variables de flujo, variables auxiliares y parámetros que interactúan en el subsistema 1.

Tabla 6. Caracterización de las variables que conforman el subsistema 1

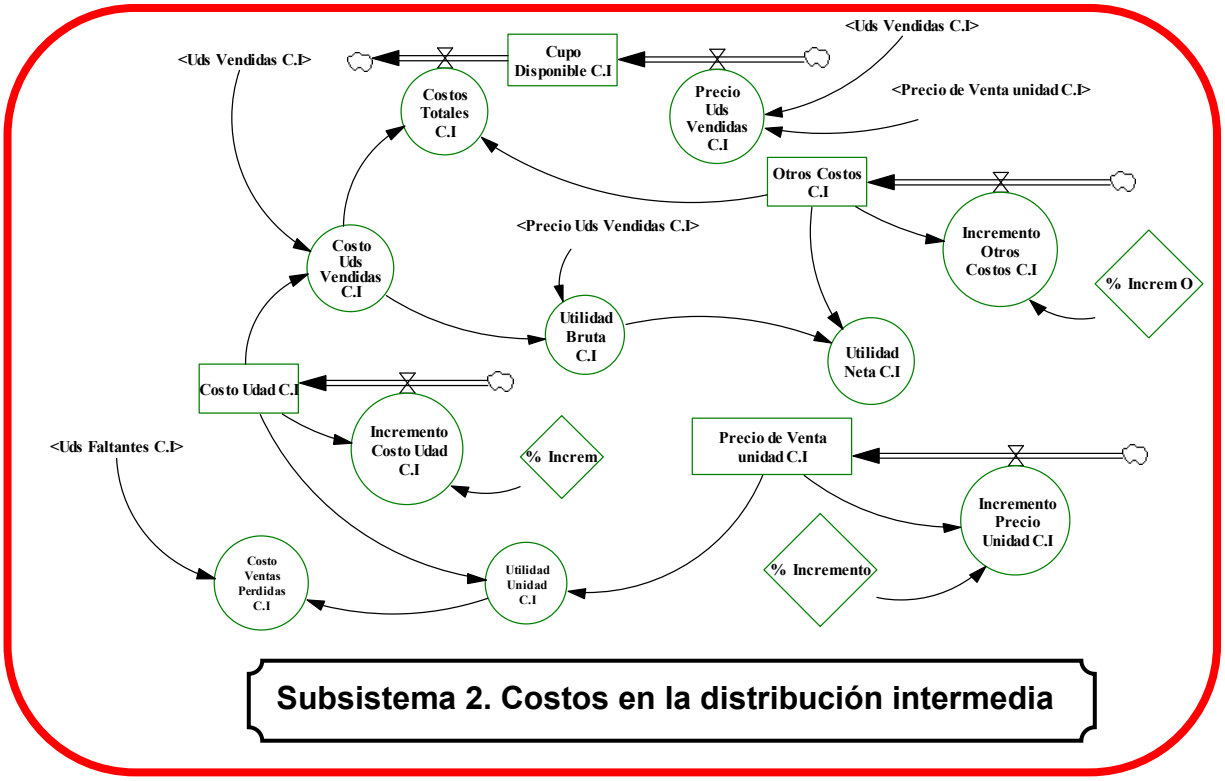
Nombre	Clase	Unidades	Descripción
Inv Movil C.I	Nivel	Unidades	Inventario disponible en el camión, después de realizar las ventas en la distribución intermedia
Facturación Proveedor	Flujo(Auxiliar)	Unidades	Número de unidades que el proveedor factura al distribuidor
Uds Vendidas C.I	Flujo(Auxiliar)	Unidades	Número de unidades vendidas
Inv Real D.V.C.I	Flujo(Auxiliar)	Unidades	Inventario real después de realizar las ventas en la distribución intermedia
Estimado Uds Promedio Vendidas C.I	Auxiliar	Unidades	Unidades promedio vendidas según la estimación de la demanda en la distribución intermedia
Inv Deseado C.I	Auxiliar	Unidades	Inventario deseado que se estima conveniente para poder atender sin problemas la distribución intermedia
Uds Pedir C.I	Auxiliar	Unidades	Número de unidades a pedir al proveedor, según el estimado en ventas de la distribución intermedia
Uds Faltantes C.I	Auxiliar	Unidades	Número de unidades que se dejaron de vender en la distribución intermedia
# Uds Facturar C.I	Auxiliar	Unidades	Número de unidades que es posible facturar según el cupo disponible en la distribución intermedia
Genera Pedido C.I	Auxiliar	Unidades	Unidades pedidas al proveedor para atender la distribución intermedia
Ind: Fluidez Económica C.I	Auxiliar	# Veces	Indicador que mide y controla el número de veces que se pueden facturar las unidades a pedir según demanda con el cupo disponible para la distribución intermedia
Ind: % Uds Faltantes C.I	Auxiliar	%	Indicador que mide y controla el % de unidades faltantes respecto al número de unidades a pedir según demanda en la distribución intermedia
% Increm Inv D	Parámetro	%	% de incremento en el inventario deseado de la distribución intermedia
% Faltante	Parámetro	%	% faltante en las unidades facturadas por parte del proveedor

Fuente: elaboración propia

4.2 SUBSISTEMA 2. COSTOS EN LA DISTRIBUCIÓN INTERMEDIA

En la figura 16 se ilustra el diagrama de flujos y niveles del segundo subsistema denominado costos en la distribución intermedia. Este subsistema se encuentra enmarcado en un recuadro de color rojo en el diagrama general de flujos y niveles (figura 14).

Figura 16. Diagrama de flujos y niveles subsistema 2.



Las relaciones entre las diversas variables que interactúan en el subsistema 2, inician con la determinación del *precio de venta por unidad* que aumenta o disminuye a partir del flujo que le suministra la variable *incremento en el precio de venta por unidad*, el cual a su vez está condicionado por un *% de aumento* que el usuario estima conveniente para el escenario analizado (ecuaciones 11 y 12). El paso siguiente es calcular el *costo por unidad*, esté se define como el *costo por unidad inicial* más el *incremento en el costo por unidad* que depende de un porcentaje de aumento que es suministrado por el analista (ecuaciones 13 y 14).

Posteriormente se procede a calcular la *utilidad por unidad* (ecuación 15) y el *costo de las ventas perdidas* (ecuación 16)*;* la primera se define como la diferencia entre el *precio de venta por unidad* y el *costo por unidad* y la segunda se estima multiplicando las *unidades faltantes* (subsistema 1) por la *utilidad por unidad*. Luego el sistema estima el *costo de las unidades vendidas* multiplicando las *unidades vendidas* (subsistema 1) por *el costo por unidad* (ecuación 17)*.*

Inmediatamente después de realizado la estimación anterior, se procede a calcular los *otros costos* en los que se puede incurrir en la distribución intermedia; esta estimación se define como los *otros costos iniciales* más un *incremento* que

depende de un *porcentaje* definido por el analista (ecuaciones 18 y 19). Luego se procede a calcular el *cupo disponible*, el cual se define como el *cupo disponible inicial* más el *precio de las unidades vendidas* menos los *costos totales* (ecuación 20); el *precio de las unidades vendidas* es calculado como el *precio de venta por unidad* multiplicado por el *número de unidades vendidas* (ecuación 21) y los *costos totales* son estimados como los *otros costos* en los que se incurre en la distribución intermedia mas el *costo de las unidades vendidas* (ecuación 22). Finalmente se estima la *utilidad bruta*(ecuación 23) y la *utilidad neta* (ecuación 24)*;* la primera se calcula como el *precio de las unidades vendidas* menos el *costo de las unidades vendidas* y la segunda se calcula como la *utilidad bruta* menos los *otros costos.*

Ecuación 11. Incremento precio de venta por unidad C.I (clientes intermedios)
$$\text{Incremento Precio Unidad C.I} = \text{Precio de Venta Unidad C.I}*(\%\ \text{Incremento}/100)$$

Ecuación 12. Precio de venta por unidad C.I (clientes intermedios)
$$\text{Precio de Venta Unidad C.I} = +\text{dt}*\text{Incremento Precio Unidad C.I}$$

Ecuación 13. Incremento en el costo por unidad C.I (clientes intermedios)
$$\text{Incremento Costo Udad C.I} = \text{Costo Udad C.I}\ *(\%\ \text{Increm}/100)$$

Ecuación 14. Costo por unidad C.I (clientes intermedios)
$$\text{Costo Udad C.I} = +\text{dt}*\text{Incremento Costo Udad C.I}$$

Ecuación 15. Utilidad por unidad C.I (clientes intermedios)
$$\text{Utilidad Unidad C.I} = \text{Precio de Venta Unidad C.I} - \text{Costo Udad C.I}$$

Ecuación 16. Costo de las ventas perdidas C.I (clientes intermedios)
$$\text{Costo Ventas Perdidas C.I} = \text{Uds Faltantes C.I} * \text{Utilidad Unidad C.I}$$

Ecuación 17. Costo de las unidades vendidas C.I (clientes intermedios)
$$\text{Costo Uds Vendidas C.I} = \text{Costo Udad C.I} * \text{Uds Vendidas C.I}$$

Ecuación 18. Incremento en otros costos C.I (clientes intermedios)
$$\text{Incremento Otros Costos C.I} = \text{Otros Costos C.I}*(\%\ \text{Increm O}/100)$$

Ecuación 19. Otros costos C.I (clientes intermedios)
$$\text{Otros Costos C.I} = +\text{dt}*\text{Incremento Otros Costos C.I}$$

Ecuación 20. Cupo disponible C.I (clientes intermedios)
$$\text{Cupo Disponible C.I} = -\text{dt}*\text{Costos Totales C. I} + \text{dt}*\text{Precio Uds Vendidas C .I}$$

Ecuación 21. Precio de las unidades vendidas C.I (clientes intermedios)
$$\text{Precio Uds Vendidas C.I} = \text{Precio de Venta Unidad C.I} * \text{Uds Vendidas C.I}$$

Ecuación 22. Costos totales C.I (clientes intermedios)
$$\text{Costos Totales C.I} = \text{Otros Costos C.I} + \text{Costo Uds Vendidas C.I}$$

Ecuación 23. Utilidad bruta C.I (clientes intermedios)
$$\text{Utilidad Bruta C.I} = \text{Precio Uds Vendidas C.I} - \text{Costo Uds Vendidas C.I}$$

Ecuación 24. Utilidad neta C.I (clientes intermedios)
$$\text{Utilidad Neta C.I} = \text{Utilidad Bruta C.I} - \text{Otros Costos C.I}$$

4.2.1 Algunos bucles de realimentación del subsistema 2

Con la ayuda del software Vensim se identificarón algunos de los principales bucles de realimentación que se generan con el diagrama general de flujos y niveles (figura 14) para el subsistema 2. Estos bucles son formados por la variable de nivel *cupo disponible C.I* (bucle 1 y 2) y por la variable de flujo *precio de las unidades vendidas C.I* (bucle 3).

Bucle número 1 de tamaño 6

Cupo Disponible C.I

Uds Facturar C.I (subsistema 1)
Genera Pedido C.I (subsistema 1)
Genera Pedido Total (subsistema 3)
Facturación Proveedor (subsistema 1)
Uds Vendidas C.I (subsistema 1)
Precio Uds Vendidas C.I (subsistema 2)

Bucle número 2 de tamaño 7

Cupo Disponible C.I

Uds Facturar C.I (subsistema 1)
Genera Pedido C.I (subsistema 1)
Genera Pedido Total (subsistema 3)
Facturación Proveedor (subsistema 1)
Uds Vendidas C.I (subsistema 1)
Costo Uds Vendidas C.I (subsistema 2)
Costos Totales C.I (subsistema 2)

Bucle número 3 de tamaño 6

Precio Uds Vendidas C.I

Cupo Disponible C.I (subsistema 2)
Uds Facturar C.I (subsistema 1)
Genera Pedido C.I (subsistema 1)
Genera Pedido Total (subsistema 3)
Facturación Proveedor (subsistema 1)
Uds Vendidas C.I (subsistema 1)

4.2.2 Identificación y caracterización de las variables del subsistema 2

En la tabla 7 se realiza la identificación y caracterización de las variables de nivel, variables de flujo, variables auxiliares y parámetros que interactúan en el subsistema 2.

Tabla 7. Caracterización de las variables que conforman el subsistema 2

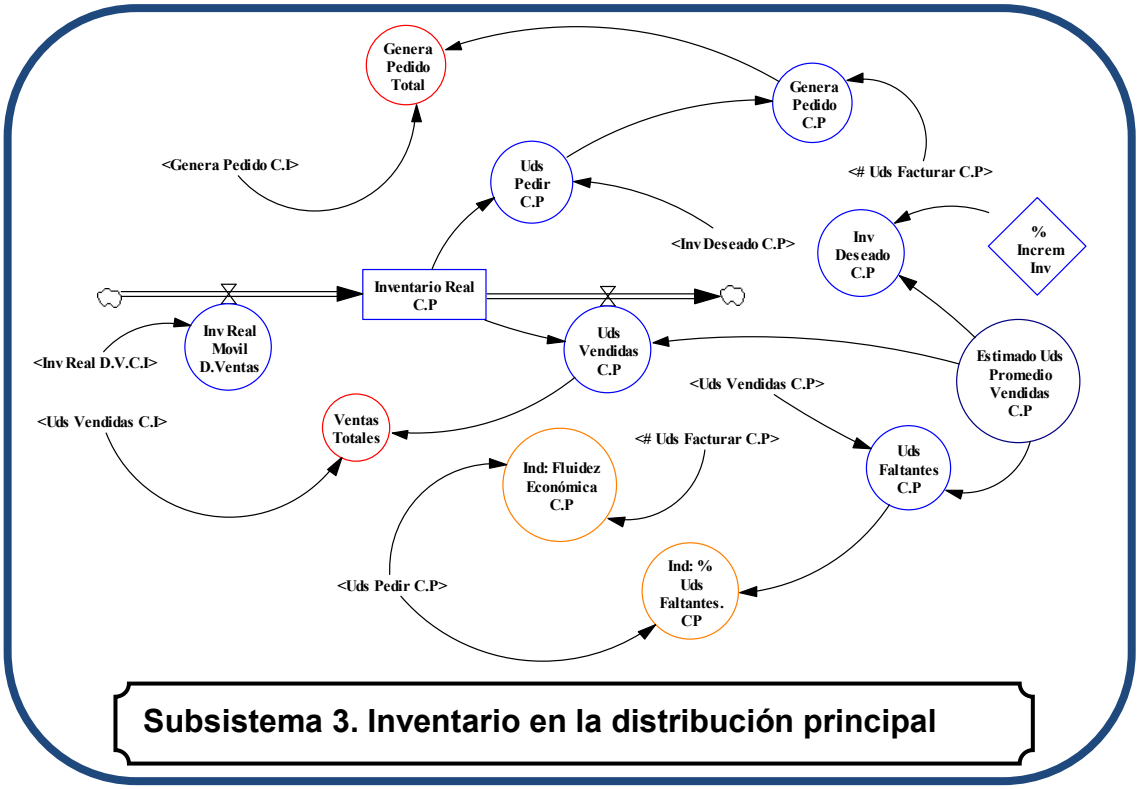
Nombre	Clase	Unidades	Descripción
Cupo Disponible C.I	Nivel	$	Cupo disponible periodo a periodo con el que cuenta la distribución intermedia
Otros Costos C.I	Nivel	$	Otros costos en los que se puede incurrir en la distribución intermedia; estos costos incluyen mano de obra, transporte, seguros, etc
Costo Udad C.I	Nivel	$	Hace referencia al valor en pesos por unidad que se le factura al distribuidor por parte del proveedor
Precio de Venta Unidad C.I	Nivel	$	Precio de venta del distribuidor a su cliente inmediato
Precio Uds Vendidas C.I	Flujo(Auxiliar)	$	Precio de las unidades vendidas en cada periodo en la distribución intermedia
Costos Totales C.I	Flujo(Auxiliar)	$	Costos totales en cada periodo en la distribución intermedia
Incremento Otros Costos C.I	Flujo(Auxiliar)	$	Incremento en otros costos en la distribución intermedia
Incremento Costo Udad C.I	Flujo(Auxiliar)	$	Incremento en el costo por unidad en la distribución intermedia
Incremento Precio Unidad C.I	Flujo(Auxiliar)	$	Incremento en el precio por unidad en la distribución intermedia
Costo Uds Vendidas C.I	Auxiliar	$	Costo de las unidades vendidas en la distribución intermedia
Utilidad Bruta C.I	Auxiliar	$	Utilidad bruta total en la distribución intermedia
Utilidad Neta C.I	Auxiliar	$	Utilidad neta total en la distribución intermedia
Utilidad Unidad C.I	Auxiliar	$	Utilidad por unidad en la distribución intermedia
Costo Ventas Perdidas C.I	Auxiliar	$	Costo de las ventas perdidas en la distribución intermedia
% Increm O	Parámetro	%	% de incremento en otros costos
% Increm	Parámetro	%	% de incremento en el costo por unidad
% Incremento	Parámetro	%	% de incremento en el precio de venta por unidad

Fuente: elaboración propia

4.3 SUBSISTEMA 3. INVENTARIO EN LA DISTRIBUCIÓN PRINCIPAL

En la figura 17 se ilustra el diagrama de flujos y niveles del tercer subsistema denominado inventario en la distribución principal. Este subsistema se encuentra enmarcado en un recuadro de color azul en el diagrama general de flujos y niveles (figura 14).

Figura 17. Diagrama de flujos y niveles subsistema 3.



Las relaciones entre las diferentes variables del tercer subsistema inician con la estimación de las *unidades promedio vendidas;* luego se procede a estimar el *inventario deseado* que se calcula como las *unidades promedio vendidas estimadas* más un incremento que el analista considera según el escenario analizado (ecuación 25); posteriormente se calcula el *número de unidades a pedir* contrastando el *inventario deseado* con el *inventario real disponible*, si el *inventario real disponible* es menor que el *inventario deseado* las *unidades a pedir* serian iguales a la diferencia positiva entre estas dos cantidades en caso contrario *las unidades a pedir* serian iguales a cero(ecuación 26). El paso siguiente es calcular el *inventario real disponible*, éste se calcula como la suma del *inventario real disponible inicial* más el *inventario real que trae el camión después de las ventas a los clientes intermedios* menos las *unidades vendidas* (ecuación 27). Las *unidades vendidas* resultan de contrastar *las unidades promedio vendidas* y el *inventario*

real disponible; si el *inventario real disponible* es menor que la estimación de las *unidades promedio vendidas*, las *unidades vendidas* son iguales al *inventario real disponible* en caso contrario son iguales a la estimación de las *unidades promedio vendidas* (ecuación 28).

El *inventario real que trae el camión después de las ventas a los clientes intermedios* es igual al *inventario real después de realizar las ventas a los clientes intermedios* explicado en el subsistema 1 (ecuación 29) .Tan pronto es realizada la estimación anterior se procede a calcular las *unidades faltantes* contrastando las *unidades promedio vendidas estimadas* con las *unidades vendidas*; si las *unidades promedio vendidas estimadas* son mayores que las *unidades vendidas* las *unidades faltantes* son iguales a la diferencia entre las *unidades promedio vendidas estimadas* y las *unidades vendidas*, en caso contrario son iguales a cero (ecuación 30).

Luego de finalizar el procedimiento anterior, se calcula la *generación de pedido* al comparar y escoger la menor cantidad entre las *unidades a facturar según cupo disponible* (subsistema 4) y las *unidades a pedir según demanda* (ecuación 31). Posteriormente se calcula la *generación de pedido total* (ecuación 32) y las *ventas totales* (ecuación 33); la primera se estima como la suma de la *generación de pedido de la distribución intermedia* y la *generación de pedido de la distribución principal* y la segunda se calcula como la suma de las unidades vendidas en la distribución principal y las unidades vendidas en la distribución intermedia.

Finalmente se calculan el indicador *porcentaje de unidades faltantes* y el indicador fluidez económica. El primero se calcula como la división entre las *unidades faltantes* y *las unidades a pedir* (ecuación 34); el segundo se calcula como la división entre *el número de unidades a facturar según cupo disponible* y el *número de unidades a pedir según demanda* (ecuación 35). La interpretación y manejo de los dos indicadores es similar a lo descrito en el análisis del subsistema 1; por tal motivo se omite.

Ecuación 25. Inventario deseado C.P (clientes principales)

Inv Deseado C.P =
Uds Prom Vendidas C.P+(Uds Prom Vendidas C.P*(% Increm Inv/100))

Ecuación 26. Número de unidades a pedir C.P (clientes principales)

Uds Pedir C.P =
IF((Inv Deseado C.P – Inventario Real C.P)<0,0,(Inv Deseado C.P –Inventario Real C.P))

Ecuación 27. Inventario real C.P (clientes principales)

Inventario Real C.P = -dt*Uds Vendidas C_P + dt*Inv Real Móvil D Ventas

Ecuación 28. Unidades vendidas C.P (clientes principales)
Uds Vendidas C.P =
IF((Inventario Real C.P –Uds Promedio Vendidas C.P)<0,Inventario Real C.P,Uds Promedio Vendidas C.P)

Ecuación 29. Inventario real después de ventas a los clientes intermedios
Inv Real Móvil D.V = Inv Real D.V.C.I

Ecuación 30. Unidades faltantes C.P (clientes principales)
Uds Faltantes C.P =
IF((Uds Vendidas C.P – Uds Promedio Vendidas C.P)<0,(Uds Promedio Vendidas C.P – Uds Vendidas C.P),0)

Ecuación 31. Generación de pedido C.P (clientes principales)
Genera Pedido C.P =
IF((# Uds Facturar C.P<Uds Pedir C.P),# Uds Facturar C.P,Uds Pedir C.P)

Ecuación 32. Generación de pedido total
Genera Pedido Total = Genera Pedido C.I + Genera Pedido C.P

Ecuación 33. Ventas totales
Ventas Totales = Uds Vendidas C.I + Uds Vendidas C.P

Ecuación 34. Indicador % de unidades faltantes. Distribución principal
Ind:Uds Faltantes C.P = IF(Uds Pedir C.P=0,0,(Uds Faltantes C.P/Uds Pedir C.P)*100)

Ecuación 35. Indicador fluidez económica. Distribución principal
Ind: #Veces Facturar las Uds a Pedir C.P =
IF(Uds Pedir C.P=0,Uds Facturar C.P,Uds Facturar C.P/Uds Pedir C.P)

4.3.1 Identificación y caracterización de las variables del subsistema 3

En la tabla 8 se realiza la identificación y caracterización de las variables de nivel, variables de flujo, variables auxiliares y parámetros que interactúan en el subsistema 3.

Tabla 8. Caracterización de las variables que conforman el subsistema 3

Nombre	Clase	Unidades	Descripción
Inventario Real C.P	Nivel	Unidades	Inventario real disponible en el centro de distribución principal
Uds Vendidas C.P	Flujo(Auxiliar)	Unidades	Unidades vendidas en el centro de distribución principal
Inv Real Movil D.Ventas	Flujo(Auxiliar)	Unidades	Inventario real disponible que queda en el camión después de realizar la distribución intermedia
Estimado Uds Promedio Vendidas C.P	Auxiliar	Unidades	Unidades promedio vendidas, estimadas según pronostico en el centro de distribución principal
Inv Deseado C.P	Auxiliar	Unidades	Inventario deseado para cubrir la demanda en el centro de distribución principal
Genera Pedido C.P	Auxiliar	Unidades	Generación del pedido del centro de distribución principal
Uds Pedir C.P	Auxiliar	Unidades	Número de unidades a pedir según demanda en el centro de distribución principal
Uds Faltantes C.P	Auxiliar	Unidades	Unidades dejadas de vender en el centro de distribución principal
Genera Pedido Total	Auxiliar	Unidades	Generación del pedido total
Ventas Totales	Auxiliar	Unidades	Ventas totales
Ind: Fluidez Económica C.P	Auxiliar	# Veces	Indicador que mide y controla el número de veces que se pueden facturar las unidades a pedir según demanda con el cupo disponible para la distribución principal
Ind: % Uds Faltantes C.P	Auxiliar	%	Indicador que mide y controla el % de unidades faltantes respecto al número de unidades a pedir según demanda en la distribución principal
% Increm Inv	Parámetro	%	Porcentaje de incremento en el inventario deseado de la distribución principal

Fuente: elaboración propia

4.3.2 Algunos bucles de realimentación del subsistema 3

Con la ayuda del software Vensim se identificarón algunos de los principales bucles de realimentación que se generan con el diagrama general de flujos y niveles (figura 14) para el subsistema 3. Estos bucles son formados por la variable de nivel: *inventario real C.P.*

Bucle número 1 de tamaño 6

Inventario Real C.P

Uds Pedir C.P (subsistema 3)
Genera Pedido C.P (subsistema 3)
Genera Pedido Total (subsistema 3)
Facturación Proveedor (subsistema 1)
Inv Real D.V.C.I (subsistema 1)
Inv Real Movil D.Ventas (subsistema 3)

Bucle número 2 de tamaño 7

Inventario Real C.P

Uds Pedir C.P (subsistema 3)
Genera Pedido C.P (subsistema 3)
Genera Pedido Total (subsistema 3)
Facturación Proveedor (subsistema 1)
Inv Movil C.I (subsistema 1)
Inv Real D.V.C.I (subsistema 1)
Inv Real Movil D.Ventas (subsistema 3)

Bucle número 3 de tamaño 7

Inventario Real C.P

Uds Pedir C.P (subsistema 3)
Genera Pedido C.P (subsistema 3)
Genera Pedido Total (subsistema 3)
Facturación Proveedor (subsistema 1)
Uds Vendidas C.I (subsistema 3)
Inv Real D.V.C.I (subsistema 1)
Inv Real Movil D.Ventas (subsistema 3)

Bucle número 4 de tamaño 9

Inventario Real C.P

Uds Vendidas C.P (subsistema 3)
Precio Uds Vendidas C.P (subsistema 4)
Cupo Disponible C.P (subsistema 4)
Uds Facturar C.P (subsistema 4)
Genera Pedido C.P (subsistema 3)
Genera Pedido Total (subsistema 3)
Facturación Proveedor (subsistema 1)
Inv Real D.V.C.I (subsistema 1)
Inv Real Movil D.Ventas (subsistema 3)

Bucle número 5 de tamaño 10

Inventario Real C.P

Uds Vendidas C.P (subsistema 3)
Precio Uds Vendidas C.P (subsistema 4)
Cupo Disponible C.P (subsistema 4)
Uds Facturar C.P (subsistema 4)
Genera Pedido C.P (subsistema 3)
Genera Pedido Total (subsistema 3)
Facturación Proveedor (subsistema 1)
Uds Vendidas C.I (subsistema 1)
Inv Real D.V.C.I (subsistema 1)
Inv Real Movil D.Ventas (subsistema 3)

Bucle número 6 de tamaño 10

Inventario Real C.P

Uds Vendidas C.P (subsistema 3)
Costo Uds Vendidas C.P (subsistema 4)
Costos Totales C.P (subsistema 4)
Cupo Disponible C.P (subsistema 4)
Uds Facturar C.P (subsistema 4)
Genera Pedido C.P (subsistema 3)
Genera Pedido Total (subsistema 3)
Facturación Proveedor (subsistema 1)
Inv Real D.V.C.I (subsistema 1)
Inv Real Movil D.Ventas (subsistema 3)

Bucle número 7 de tamaño 10

Inventario Real C.P

Uds Vendidas C.P (subsistema 3)
Precio Uds Vendidas C.P (subsistema 4)
Cupo Disponible C.P (subsistema 4)
Uds Facturar C.P (subsistema 4)
Genera Pedido C.P (subsistema 3)
Genera Pedido Total (subsistema 3)
Facturación Proveedor (subsistema 1)
Inv Movil C.I (subsistema 1)
Inv Real D.V.C.I (subsistema 1)
Inv Real Movil D.Ventas (subsistema 3)

Bucle número 8 de tamaño 11

Inventario Real C.P

Uds Vendidas C.P (subsistema 3)
Costo Uds Vendidas C.P (subsistema 4)
Costos Totales C.P (subsistema 4)
Cupo Disponible C.P (subsistema 4)
Uds Facturar C.P (subsistema 4)
Genera Pedido C.P (subsistema 3)
Genera Pedido Total (subsistema 3)
Facturación Proveedor (subsistema 1)
Inv Movil C.I (subsistema 1)
Inv Real D.V.C.I (subsistema 1)
Inv Real Movil D.Ventas (subsistema 3)

Bucle número 9 de tamaño 11

Inventario Real C.P

Uds Vendidas C.P (subsistema 3)
Precio Uds Vendidas C.P (subsistema 4)
Cupo Disponible C.P (subsistema 4)
Uds Facturar C.P (subsistema 4)
Genera Pedido C.P (subsistema 3)
Genera Pedido Total (subsistema 3)
Facturación Proveedor (subsistema 1)
Uds Vendidas C.I (subsistema 1)
Inv Movil C.I (subsistema 1)
Inv Real D.V.C.I (subsistema 1)
Inv Real Movil D.Ventas (subsistema 3)

Bucle número 10 de tamaño 11

Inventario Real C.P

Uds Vendidas C.P (subsistema 3)
Costo Uds Vendidas C.P (subsistema 4)
Costos Totales C.P (subsistema 4)
Cupo Disponible C.P (subsistema 4)
Uds Facturar C.P (subsistema 4)
Genera Pedido C.P (subsistema 3)
Genera Pedido Total (subsistema 3)
Facturación Proveedor (subsistema 1)
Uds Vendidas C.I (subsistema 1)
Inv Real D.V.C.I (subsistema 1)
Inv Real Movil D.Ventas (subsistema 3)

Bucle número 11 de tamaño 12

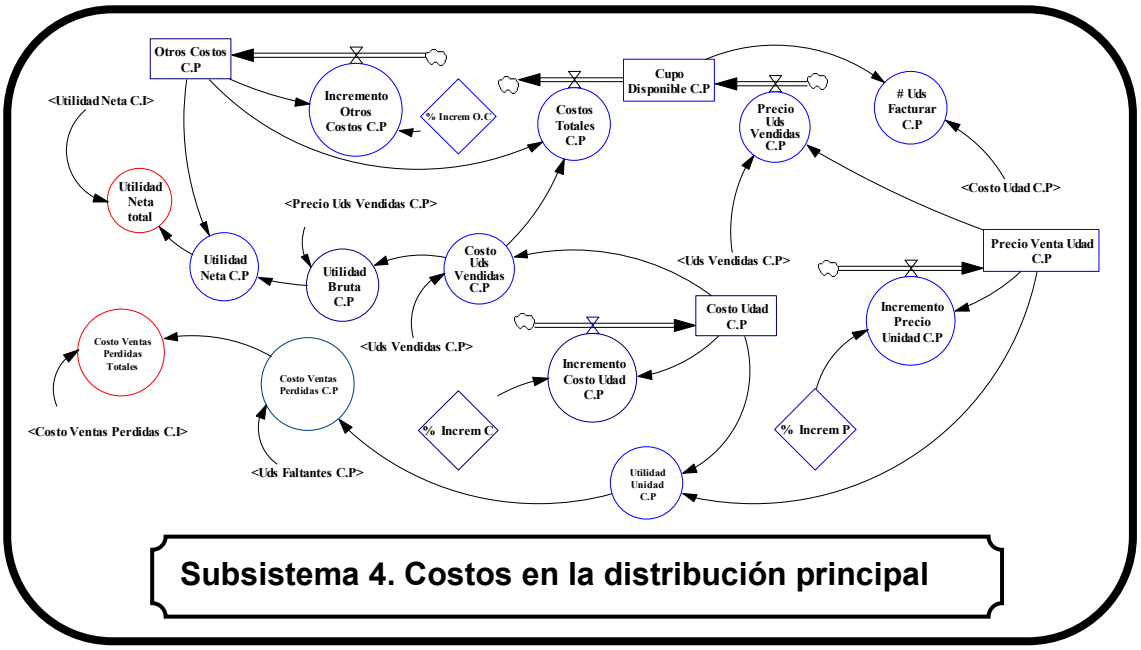
Inventario Real C.P

Uds Vendidas C.P (subsistema 3)
Costo Uds Vendidas C.P (subsistema 4)
Costos Totales C.P (subsistema 4)
Cupo Disponible C.P (subsistema 4)
Uds Facturar C.P (subsistema 4)
Genera Pedido C.P (subsistema 3)
Genera Pedido Total (subsistema 3)
Facturación Proveedor (subsistema 1)
Uds Vendidas C.I (subsistema 1)
Inv Movil C.I (subsistema 1)
Inv Real D.V.C.I (subsistema 1)
Inv Real Movil D.Ventas (subsistema 3)

4.4 SUBSISTEMA 4. COSTOS EN LA DISTRIBUCIÓN PRINCIPAL

En la figura 18 se ilustra el diagrama de flujos y niveles del cuarto subsistema denominado costos en la distribución principal. Este subsistema se encuentra enmarcado en un recuadro de color negro en el diagrama general de flujos y niveles (figura 14).

Figura 18. Diagrama de flujos y niveles subsistema 4.



Las relaciones entre las diversas variables que interactúan en el subsistema 4, inician con la determinación del *precio de venta por unidad* que aumenta o disminuye a partir del flujo que le suministra la variable *incremento en el precio de venta por unidad*, el cual a su vez está condicionado por un *% de aumento* que el usuario estima conveniente para el escenario analizado (ecuaciones 36 y 37). El paso siguiente es calcular el *costo por unidad*, esté se define como el *costo por unidad inicial* más el *incremento en el costo por unidad* que depende de un porcentaje de aumento que es suministrado por el analista (ecuaciones 38 y 39).

Posteriormente se procede a calcular la *utilidad por unidad* (ecuación 40) y el *costo de las ventas perdidas* (ecuación 41)*;* la primera se define como la diferencia entre el *precio de venta por unidad* y el *costo por unidad* y la segunda se estima multiplicando las *unidades faltantes* (subsistema 3) por la *utilidad por unidad*.

Luego el sistema estima el *costo de las unidades vendidas* multiplicando las *unidades vendidas* (subsistema 3) por *el costo por unidad* (ecuación 42). Inmediatamente después se procede a estimar los *otros costos* en los que se puede incurrir en la distribución principal; esta estimación se define como los *otros costos iniciales* más un *incremento* que depende de un *porcentaje* definido por el analista (ecuaciones 43 y 44). Luego se procede a calcular el *cupo disponible*, el cual se define como el *cupo disponible inicial* más el *precio de las unidades vendidas* menos los *costos totales* (ecuación 45); el *precio de las unidades vendidas* es calculado como el *número de unidades vendidas* (subsistema 3) multiplicado por el *precio de venta por unidad* (ecuación 46) y los *costos totales*

son estimados como los *otros costos* en los que se incurre en la distribución principal mas el *costo de las unidades vendidas* (ecuación 47).

Luego se estima la *utilidad bruta*(ecuación 48) y la *utilidad neta* (ecuación 49)*;* la primera se calcula como el *precio de las unidades vendidas* menos el *costo de las unidades vendidas* y la segunda se calcula como la *utilidad bruta* menos los *otros costos.* Finalmente se estiman la *utilidad neta total* (ecuación 50), el *costo de las ventas perdidas total (*ecuación 51) y el *número de unidades a facturar según cupo disponible* (ecuación 52); la primera se calcula como la suma de *la utilidad neta de la distribución principal* y la *utilidad neta de la distribución intermedia* (subsistema 2), el segundo se estima como la suma del *costo de las ventas perdidas en la distribución intermedia* (subsistema 2) y el *costo de las ventas perdidas de la distribución principal*, la tercera se calcula como la división entre el *cupo disponible* y el *costo por unidad*.

Ecuación 36. Incremento en el precio por unidad C.P (clientes principales)
$$\text{Incremento Precio Udad C.P} = \text{Precio Venta Udad C.P} *(\%\ \text{Increm P}/100)$$

Ecuación 37. Precio de venta por unidad C.P (clientes principales)
$$\text{Precio Venta Udad C.P} = +\text{dt}*\text{Incremento Precio Unidad C.P}$$

Ecuación 38. Incremento en el costo por unidad C.P (clientes principales)
$$\text{Incremento Costo Udad C.P} = \text{Costo Udad C.P} * (\%\text{Increm C}/100)$$

Ecuación 39. Costo por unidad C.P (clientes principales)
$$\text{Costo Udad C.P} = +\text{dt}*\text{Incremento Costo Udad C.P}$$

Ecuación 40. Utilidad por unidad C.P (clientes principales)
$$\text{Utilidad Unidad C.P} = \text{Precio Venta Udad C.P} - \text{Costo Udad C.P}$$

Ecuación 41. Costo de las ventas perdidas C.P (clientes principales)
$$\text{Costo de las Ventas Perdidas C.P} = \text{Uds Faltantes C.P} * \text{Utilidad Unidad C.P}$$

Ecuación 42. Costo de las unidades vendidas C.P (clientes principales)
$$\text{Costo Uds Vendidas C.P} = \text{Costo Udad C.P} * \text{Uds Vendidas C.P}$$

Ecuación 43. Incremento en otros costos C.P (clientes principales)
$$\text{Incremento Otros Costos C.P} = \text{Otros Costos C.P} * (\%\ \text{Increm O.C}/100)$$

Ecuación 44. Otros costos C.P (clientes principales)
$$\text{Otros Costos C.P} = +\text{dt}*\text{Incremento Otros Costos C.P}$$

Ecuación 45. Cupo disponible C.P (clientes principales)
Cupo Disponible C.P = -dt*Costos Totales C.P + dt*Precio Uds Vendidas C.P

Ecuación 46. Precio de las unidades vendidas C.P (clientes principales)
Precio Uds Vendidas C.P = Uds Vendidas C.P * Precio Venta Udad C.P

Ecuación 47. Costos totales C.P (clientes principales)
Costos Totales C.P = Otros Costos C.P + Costo Uds Vendidas C.P

Ecuación 48. Utilidad bruta C.P (clientes principales)
Utilidad Bruta C.P = Precio Uds Vendidas C.P – Costo Uds Vendidas C.P

Ecuación 49. Utilidad neta C.P (clientes principales)
Utilidad Neta C.P = Utilidad Bruta C.P – Otros Costos C.P

Ecuación 50. Utilidad neta total
Utilidad Neta Total = Utilida Neta C.I + Utilidad Neta C.P

Ecuación 51. Costo de las ventas perdidas totales
Costo de las Ventas Perdidas Totales =
Costo Ventas Perdidas C,I + Costo Ventas Perdidas C.P

Ecuación 52. Número de unidades a facturar según cupo disponible C.P
# Uds Facturar C.P =
IF((Cupo Disponible C.P/Costo Udad C.P)>0,(Cupo Disponible C.P/Costo Udad C.P),0)

4.4.1 Identificación y caracterización de las variables del subsistema 4

En la tabla 9 se realiza la identificación y caracterización de las variables de nivel, variables de flujo, variables auxiliares y parámetros que interactúan en el subsistema 4.

Tabla 9. Caracterización de las variables que conforman el subsistema 4

Nombre	Clase	Unidades	Descripción
Cupo Disponible C.P	Nivel	$	Cupo disponible periodo a periodo con el que cuenta la distribución principal
Otros Costos C.P	Nivel	$	Otros costos en los que se puede incurrir en la distribución principal; estos costos incluyen mano de obra, transporte, seguros, etc
Costo Udad C.P	Nivel	$	Hace referencia al valor en pesos por unidad que se le factura al distribuidor por parte del proveedor
Precio de Venta Unidad C.P	Nivel	$	Precio de venta del distribuidor a su cliente inmediato
Precio Uds Vendidas C.P	Flujo(Auxiliar)	$	Precio de las unidades vendidas en cada periodo en la distribución principal
Costos Totales C.P	Flujo(Auxiliar)	$	Costos totales en cada periodo en la distribución principal
Incremento Otros Costos C.P	Flujo(Auxiliar)	$	Incremento en otros costos en la distribución principal
Incremento Costo Udad C.P	Flujo(Auxiliar)	$	Incremento en el costo por unidad en la distribución principal
Incremento Precio Unidad C.P	Flujo(Auxiliar)	$	Incremento en el precio por unidad en la distribución principal
Costo Uds Vendidas C.P	Auxiliar	$	Costo de las unidades vendidas en la distribución principal
Utilidad Bruta C.P	Auxiliar	$	Utilidad bruta total en la distribución principal
Utilidad Neta C.P	Auxiliar	$	Utilidad neta total en la distribución principal
Utilidad Unidad C.P	Auxiliar	$	Utilidad por unidad en la distribución principal
Costo Ventas Perdidas C.P	Auxiliar	$	Costo de las ventas perdidas en la distribución principal
# Uds Facturar C.P	Auxiliar	Unidades	Número de unidades a facturar según el cupo disponible en la distribución principal
Utilidad Neta Total	Auxiliar	$	Utilidad neta total
Costo ventas Perdidas Totales	Auxiliar	$	Costo de las ventas pérdidas totales
% Increm O.C	Parámetro	%	% de incremento en otros costos
% Increm C	Parámetro	%	% de incremento en el costo por unidad
% Incremento P	Parámetro	%	% de incremento en el precio de venta por unidad

Fuente: elaboración propia

4.4.2 Algunos bucles de realimentación del subsistema 4.

Con la ayuda del software Vensim se identificarón algunos de los principales bucles de realimentación que se generan con el diagrama general de flujos y niveles (figura 14) para el subsistema 4. Estos bucles son formados por la variable auxiliar: *# Uds Facturar C.P*

Bucle número 1 de tamaño 9

 # Uds Facturar C.P

Genera Pedido C.P (subsistema 3)
Genera Pedido Total (subsistema 3)
Facturación Proveedor (subsistema 1)
Inv Real D.V.C.I (subsistema 1)
Inv Real Movil D.Ventas (subsistema 3)
Inventario Real C.P (subsistema 3)
Uds Vendidas C.P (subsistema 3)
Precio Uds Vendidas C.P (subsistema 4)
Cupo Disponible C.P (subsistema 4)

Bucle número 2 de tamaño 10

 # Uds Facturar C.P

Genera Pedido C.P (subsistema 3)
Genera Pedido Total (subsistema 3)
Facturación Proveedor (subsistema 1)
Inv Real D.V.C.I (subsistema 1)
Inv Real Movil D.Ventas (subsistema 3)
Inventario Real C.P (subsistema 3)
Uds Vendidas C.P (subsistema 3)
Costo Uds Vendidas C.P (subsistema 4)
Costos Totales C.P (subsistema 4)
Cupo Disponible C.P (subsistema 4)

Bucle número 3 de tamaño 10

 # Uds Facturar C.P

Genera Pedido C.P (subsistema 3)
Genera Pedido Total (subsistema 3)
Facturación Proveedor (subsistema 1)
Inv Movil C.I (subsistema 1)
Inv Real D.V.C.I (subsistema 1)
Inv Real Movil D.Ventas (subsistema 3)
Inventario Real C.P (subsistema 3)
Uds Vendidas C.P (subsistema 3)
Precio Uds Vendidas C.P (subsistema 4)
Cupo Disponible C.P (subsistema 4)

Bucle número 4 de tamaño 10

 # Uds Facturar C.P

Genera Pedido C.P (subsistema 3)
Genera Pedido Total (subsistema 3)
Facturación Proveedor (subsistema 1)
Uds Vendidas C.I (subsistema 1)
Inv Real D.V.C.I (subsistema 1)
Inv Real Movil D.Ventas (subsistema 3)
Inventario Real C.P (subsistema 3)
Uds Vendidas C.P (subsistema 3)
Precio Uds Vendidas C.P (subsistema 4)
Cupo Disponible C.P (subsistema 4)

Bucle número 5 de tamaño 11

 # Uds Facturar C.P

Genera Pedido C.P (subsistema 3)
Genera Pedido Total (subsistema 3)
Facturación Proveedor (subsistema 1)
Inv Movil C.I (subsistema 1)
Inv Real D.V.C.I (subsistema 1)
Inv Real Movil D.Ventas (subsistema 3)
Inventario Real C.P (subsistema 3)
Uds Vendidas C.P (subsistema 3)
Costo Uds Vendidas C.P (subsistema 4)
Costos Totales C.P (subsistema 4)
Cupo Disponible C.P (subsistema 4)

Bucle número 6 de tamaño 11

 # Uds Facturar C.P

Genera Pedido C.P (subsistema 3)
Genera Pedido Total (subsistema 3)
Facturación Proveedor (subsistema 1)
Uds Vendidas C.I (subsistema 1)
Inv Real D.V.C.I (subsistema 1)
Inv Real Movil D.Ventas (subsistema 3)
Inventario Real C.P (subsistema 3)
Uds Vendidas C.P (subsistema 3)
Costo Uds Vendidas C.P (subsistema 4)
Costos Totales C.P (subsistema 4)
Cupo Disponible C.P (subsistema 4)

Bucle número 7 de tamaño 11

 # Uds Facturar C.P

Genera Pedido C.P (subsistema 3)
Genera Pedido Total (subsistema 3)
Facturación Proveedor (subsistema 1)
Uds Vendidas C.I (subsistema 1)
Inv Movil C.I (subsistema 1)
Inv Real D.V.C.I (subsistema 1)
Inv Real Movil D.Ventas (subsistema 3)
Inventario Real C.P (subsistema 3)
Uds Vendidas C.P (subsistema 3)
Precio Uds Vendidas C.P (subsistema 4)
Cupo Disponible C.P (subsistema 4)

Bucle número 8 de tamaño 12

 # Uds Facturar C.P

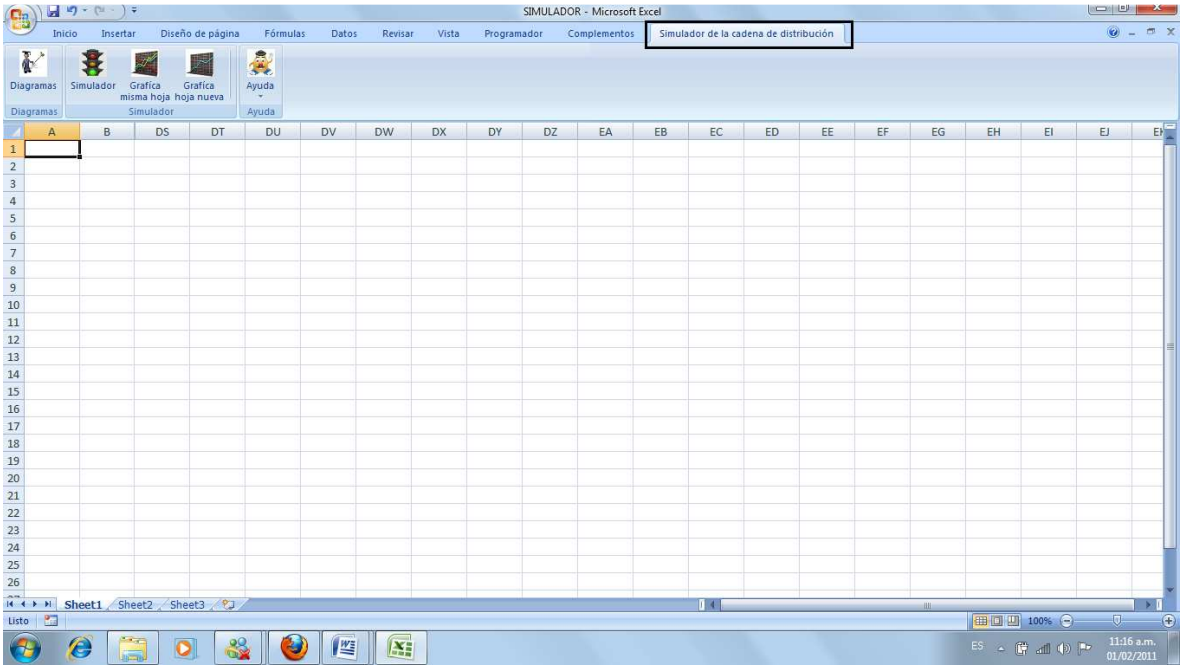
Genera Pedido C.P (subsistema 3)
Genera Pedido Total (subsistema 3)
Facturación Proveedor (subsistema 1)
Uds Vendidas C.I (subsistema 1)
Inv Movil C.I (subsistema 1)
Inv Real D.V.C.I (subsistema 1)
Inv Real Movil D.Ventas (subsistema 3)
Inventario Real C.P (subsistema 3)
Uds Vendidas C.P (subsistema 3)
Costo Uds Vendidas C.P (subsistema 4)
Costos Totales C.P (subsistema 4)
Cupo Disponible C.P (subsistema 4)

4.5 SOFTWARE PARA EL MODELAMIENTO DE LA CADENA DE DISTRIBUCIÓN DE LA MICROEMPRESA *LÁCTEOS Y CÁRNICOS "MERCARDY"*

El software para el modelamiento con dinámica de sistemas de la cadena de distribución de la microempresa *lácteos y cárnicos "MERCARDY"* fue desarrollado en Microsoft Excel por el autor del documento. A continuación se explica detalladamente el funcionamiento de la herramienta informática.

El software, consiste en la generación de un menú en la cinta de opciones de Microsoft Excel llamado "Simulador de la Cadena de Distribución"; este menú contiene cinco sub-menús que corresponden a "diagramas", "simulador", "gráfica misma hoja", "gráfica hoja nueva" y "ayuda". Está resaltado en un rectángulo de color negro en la esquina superior izquierda de la figura 19. A continuación se procede a explicar el funcionamiento de cada uno de estos cinco sub-menús.

Figura 19. Software para el modelamiento de la cadena de distribución

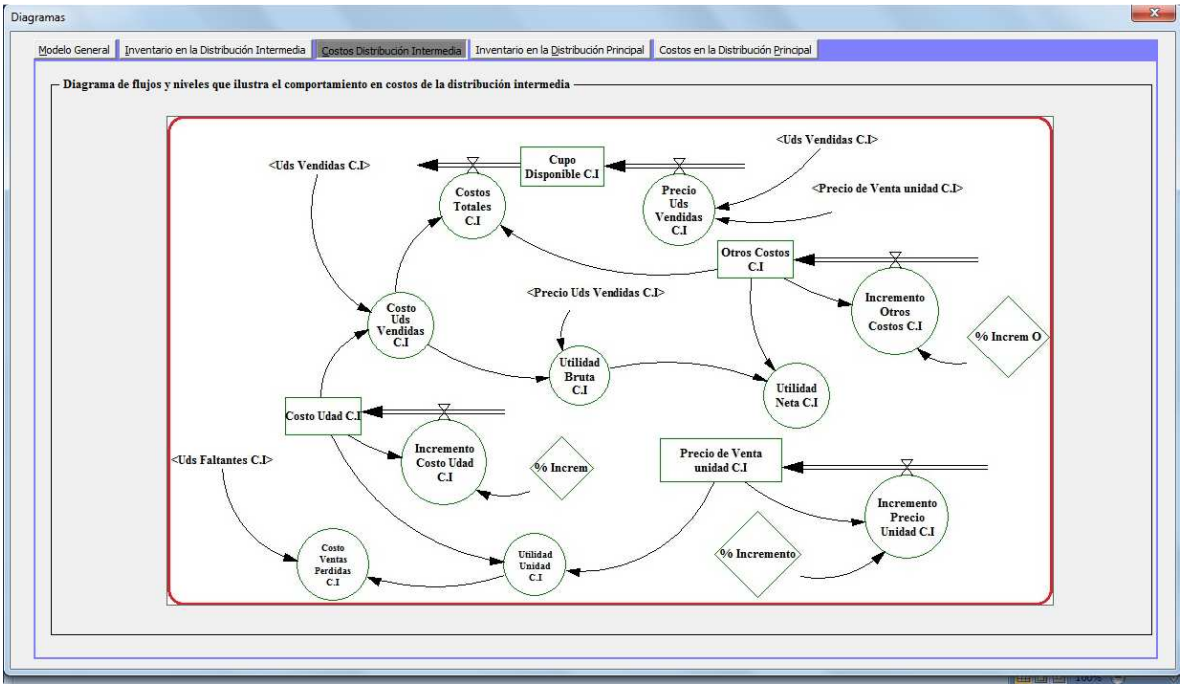


Fuente: elaboración propia a partir de Microsoft Excel

Al hacer clic sobre el sub-menú “diagramas” se activa un formulario similar al descrito en la figura 20 que contiene el diagrama de flujos y niveles general y de cada uno de los subsistemas en los que fue dividida la cadena de distribución de la microempresa *lácteos y cárnicos “MERCARDY”.* El formulario cuenta con cinco pestañas la primera contiene el diagrama general de flujos y niveles, la segunda contiene el diagrama de flujos y niveles del subsistema 1 (inventario en la distribución intermedia), la tercera contiene el diagrama de flujos y niveles del subsistema 2 (costos en la distribución intermedia), la cuarta contiene el diagrama de flujos y niveles del subsistema 3 (inventario en la distribución principal) y finalmente la quinta pestaña contiene el diagrama de flujos y niveles del subsistema 4 (costos en la distribución principal.

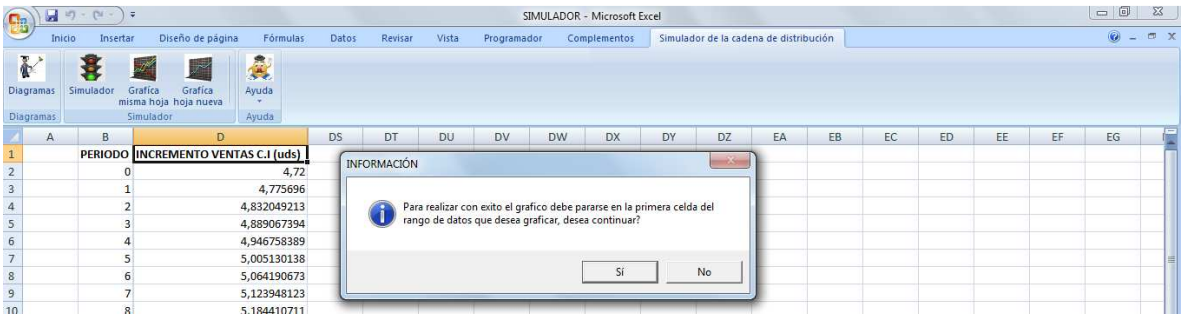
El sub-menú “gráfica misma hoja” permite realizar la gráfica de una variable de interés en la misma hoja de cálculo. El usuario se debe parar en la primera fila de la columna que contiene los datos a graficar y hacer clic sobre el sub-menú, inmediatamente se activa un mensaje de alerta que le pregunta al usuario si efectivamente está parado sobre la primera fila de la columna a graficar; si la respuesta es afirmativa se genera la gráfica en caso contrario se cancela la acción. La figura 21 ilustra el procedimiento anterior.

Figura 20. Sub-menú diagramas



Fuente: elaboración propia a partir de Microsoft Excel

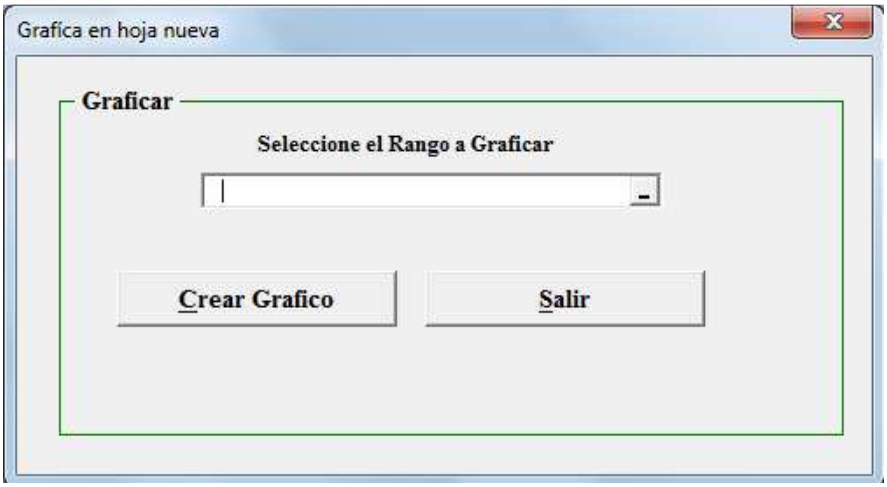
Figura 21. Sub-menú gráfica misma hoja



Fuente: elaboración propia a partir de Microsoft Excel

Al hacer clic sobre el sub-menú “gráfica hoja nueva” se activa un formulario similar al descrito en la figura 22. El usuario solo tendrá que seleccionar el rango de datos a graficar y hacer clic sobre el botón de comando “crear gráfico” para que se pueda generar la gráfica de los datos seleccionados en una hoja nueva.

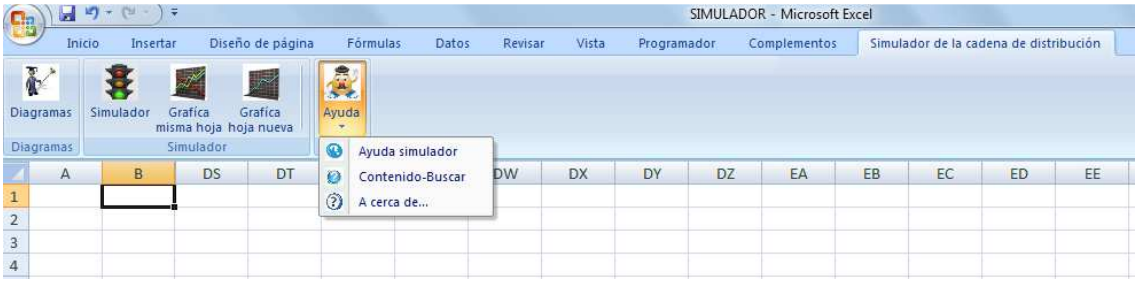
Figura 22. Sub-menú gráfica hoja nueva



Fuente: elaboración propia a partir de Microsoft Excel

La figura 23 describe el funcionamiento del sub-menú “ayuda” donde el usuario puede encontrar ayuda a cerca del manejo del software, referente al manejo de Microsoft Excel e información de los autores. Por ejemplo, al usuario hacer clic sobre el botón de comando “A cerca de…” se activa un formulario similar al descrito en la figura 24 que contiene información básica de los autores y del software.

Figura 23. Sub-menú ayuda



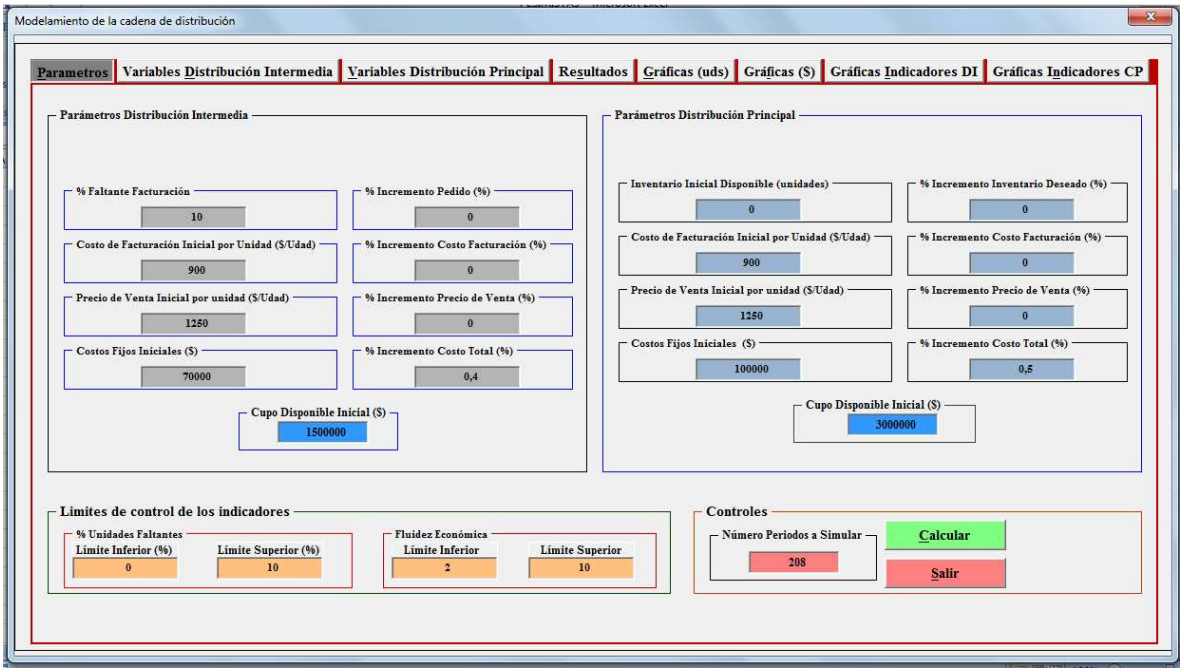
Fuente: elaboración propia a partir de Microsoft Excel

Figura 24. Ayuda a cerca de los autores

Fuente: elaboración propia a partir de Microsoft Excel

El sub-menú “simulador” permite al usuario realizar la simulación para el escenario que el analista considere pertinente. Al hacer clic sobre esté sub-menú se activa un formulario similar al de la figura 25 que contiene ocho pestañas; la primera hace referencia a los “parámetros” necesarios para poder realizar la simulación, la segunda y la tercera pestaña muestran las variables que son estimadas en la simulación para la distribución intermedia y principal respectivamente, la cuarta muestra la hoja de “resultados”, la quinta y sexta pestaña muestran las gráficas de algunas de las variables en unidades y en pesos para la distribución intermedia y principal, finalmente las últimas dos pestañas muestran las gráficas de los indicadores para la distribución intermedia y principal respectivamente.

Figura 25. Sub-menú “Simulador”



Fuente: elaboración propia a partir de Microsoft Excel

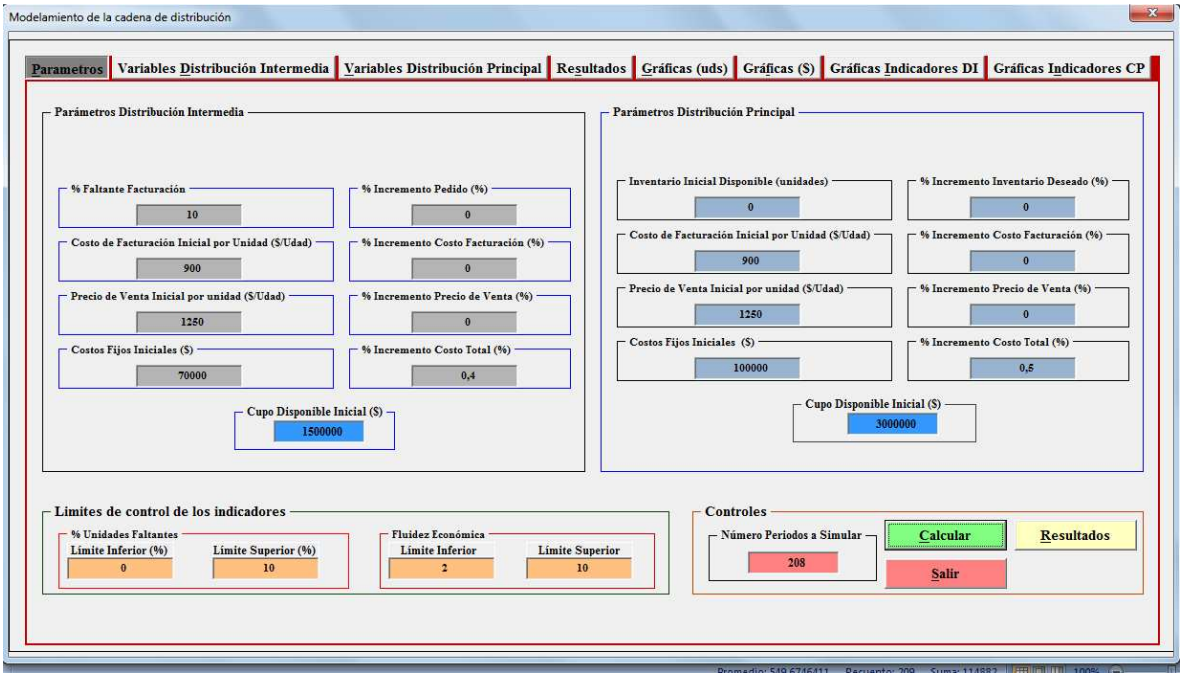
A continuación se procede a explicar cada una de las ocho pestañas que conforman el sub-menú “Simulador”

La pestaña llamada “parámetros” hace referencia a todos los datos de entrada que son necesarios para poder realizar la simulación y que fueron explicados en los apartados anteriores. El formulario que hace referencia a esta pestaña es similar al descrito en la figura 25, se divide en cuatro franjas llamadas “parámetros distribución intermedia”, “parámetros distribución principal”, “limites de control de los indicadores” y “controles”. Las dos primeras franjas hacen referencia a los valores de las variables exógenas que son necesarias para poder realizar la simulación. La tercera franja corresponde a los valores de los límites superior e inferior que son necesarios para poder calcular los dos indicadores que incorpora el modelo de simulación. La cuarta franja hace referencia a los comandos que incorporan el código de programación y que al ejecutarse permiten llevar a feliz término la simulación.

Luego de que el usuario digita el valor de todos los parámetros solicitados, los límites de control de los dos indicadores y el número de periodos a simular, se debe proceder a hacer clic sobre el control “Calcular”. En la figura 25, esté botón de comando se encuentra en la franja de “Controles” y se caracteriza por ser de fondo verde. Tan pronto el software realiza los cálculos de la simulación se activa

un botón de comando en la misma franja llamado “Resultados”. En la figura 26 este control se caracteriza por tener un fondo amarillo claro.

Figura 26. Sub-menú “Simulador”. Control “Resultados”



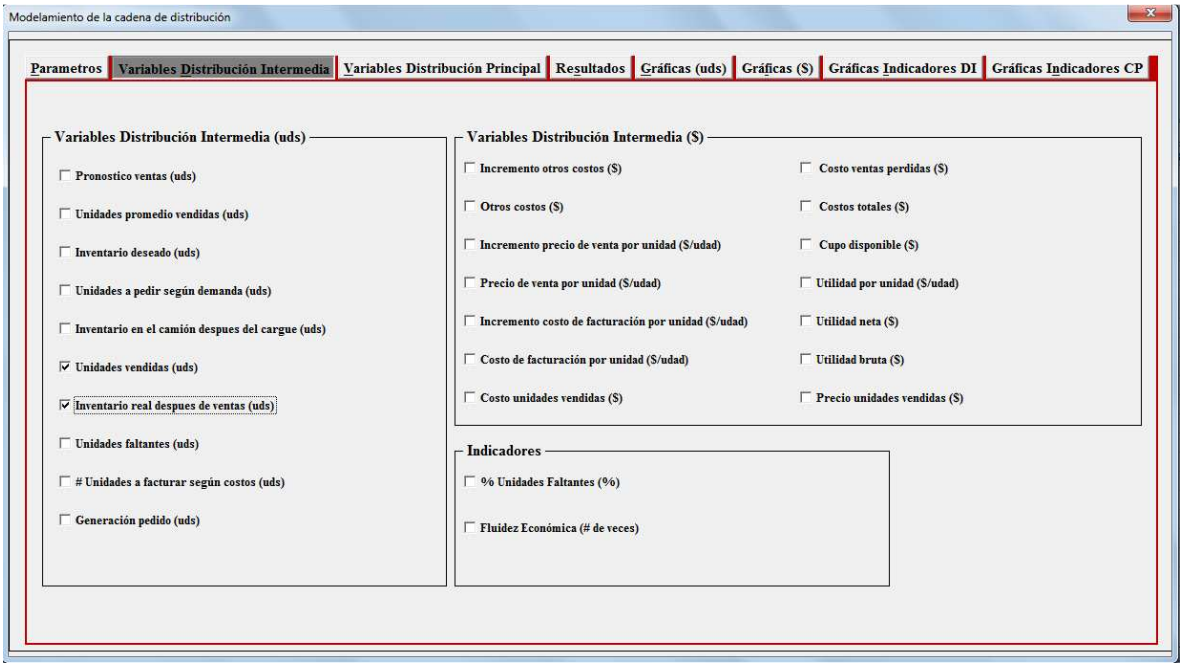
Fuente: elaboración propia a partir de Microsoft Excel

El usuario debe proceder a hacer clic sobre el control “Resultados” e inmediatamente el software comienza a guardar el valor de todas las variables calculadas en sus respectivas columnas de la hoja de cálculo. Cuando el control se desactiva (desaparece) indica que los datos fueron cargados exitosamente y que se puede proceder a visualizar los resultados.

El paso siguiente consiste en seleccionar de la segunda pestaña llamada “Variables Distribución Intermedia” y de la tercera pestaña llamada “Variables Distribución Principal” las variables que el analista considera pertinentes analizar.

La pestaña “Variables Distribución Intermedia” es ilustrada en la figura 27. Consta de tres franjas llamadas “Variables Distribución Intermedia (uds)”, “Variables Distribución Intermedia ($)” e “Indicadores” respectivamente. La primera hace referencia al conjunto de variables que son calculadas en la simulación para la distribución intermedia que se miden en unidades. La segunda se refiere al conjunto de variables que son calculadas en la simulación para la distribución intermedia que se miden en pesos ($). Finalmente la tercera franja describe el conjunto de indicadores que son calculados en la simulación para la distribución intermedia.

Figura 27. Sub-menú “Simulador”. Variables Distribución Intermedia



Fuente: elaboración propia a partir de Microsoft Excel

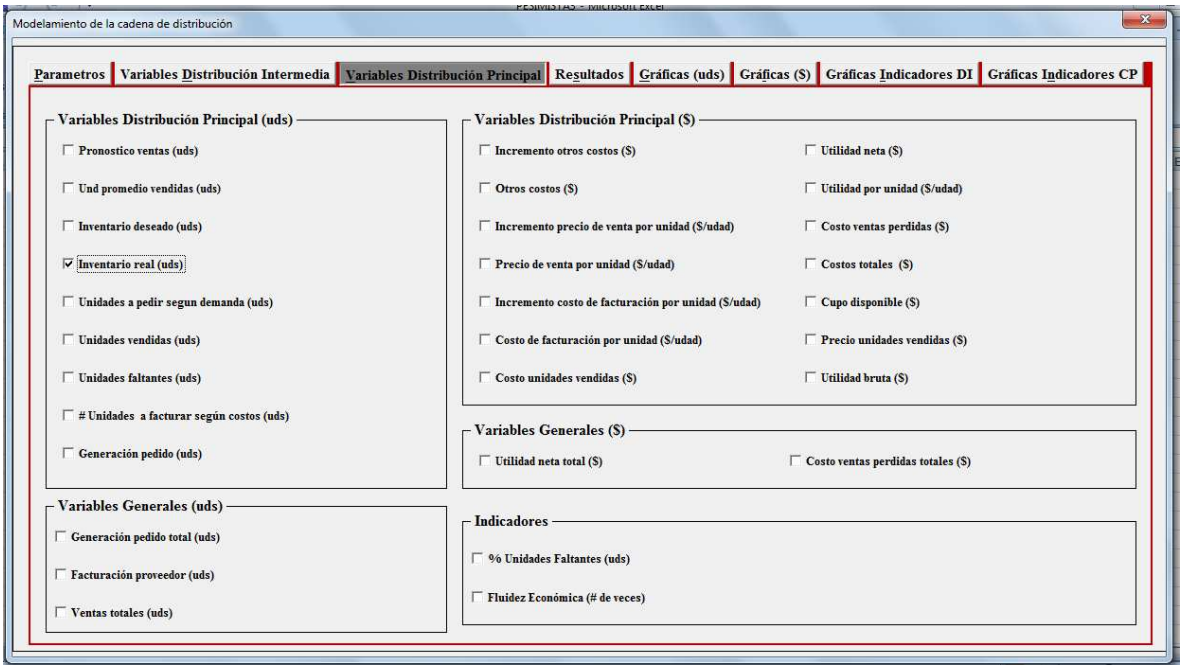
El usuario solo tendrá que activar las variables que él considere pertinentes analizar al hacer clic sobre ellas. Por ejemplo en la figura 27 se han activado como variables de interés la variable “Unidades Vendidas” e “Inventario Real Después de Ventas”. Cuando el usuario hace clic y activa alguna de estas variables inmediatamente se muestran sus estimaciones periodo a periodo en la pestaña “Resultados” y en la “Hoja de Cálculo de Excel”. Cuando se desactiva una variable que estaba activada se ocultan sus resultados tanto en la pestaña “Resultados” como en la “Hoja de Cálculo”.

La tercera pestaña llamada “Variables Distribución Principal” es descrita en la figura 28. La pestaña consta de cinco franjas llamadas “Variables Distribución Principal (uds)”, “Variables Generales (uds)”, “Variables Distribución Principal ($)”, “Variables Generales ($)” e “Indicadores” respectivamente. La primera hace referencia al conjunto de variables que son calculadas en la simulación para la distribución principal que se miden en unidades. La segunda agrupa las variables que son calculadas en la simulación que se miden en unidades y que son estimadas con base en información de la distribución intermedia y la distribución principal. La tercera se refiere al conjunto de variables que son calculadas en la simulación para la distribución principal que se miden en pesos ($). La cuarta hace referencia al conjunto de variables que son calculadas en la simulación que se

miden en pesos ($) y que son estimadas en base a información de la distribución intermedia y la distribución principal. Finalmente la quinta franja describe el conjunto de indicadores que son calculados en la simulación para la distribución principal.

De manera similar a lo expresado para la segunda pestaña. El usuario solo tendrá que activar las variables que él considere pertinentes analizar al hacer clic sobre ellas. Por ejemplo en la figura 28 se ha activado como variable de interés la variable “Inventario Real”. Cuando el usuario hace clic y activa alguna de estas variables inmediatamente se muestran sus estimaciones periodo a periodo en la pestaña “Resultados” y en la “Hoja de Cálculo de Excel”. Cuando se desactiva una variable que estaba activada se ocultan sus resultados tanto en la pestaña “Resultados” como en la “Hoja de Cálculo”.

Figura 28. Sub-menú “Simulador”. Variables Distribución Principal



Fuente: elaboración propia a partir de Microsoft Excel

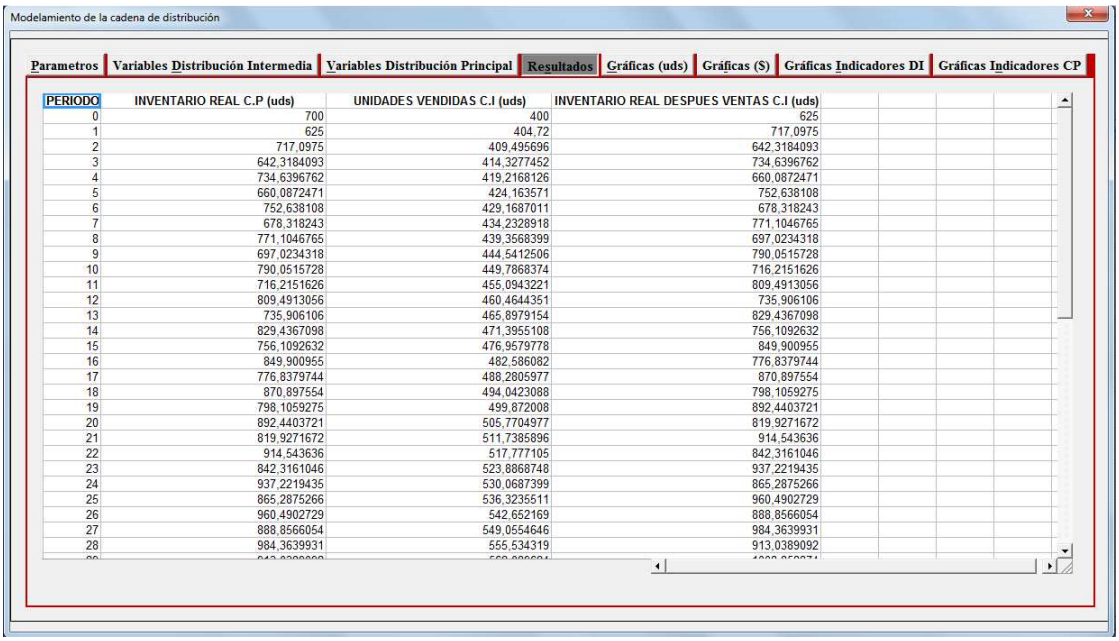
El paso siguiente consiste en seleccionar la cuarta pestaña llamada “Resultados”. En está pestaña se muestran los resultados de las variables que el usuario selecciono en el paso anterior. Por ejemplo en la figura 29 se muestran los

resultados de las variables que se habían seleccionado a manera de ejemplo en la figura 27 y en la figura 28.

Las siguientes pestañas hacen referencia a “Graficas (uds)”, “Graficas ($)” y “Graficas de los Indicadores”, tanto para la distribución intermedia como para la distribución principal. A manera de ejemplo se ilustra en la figura 30 las “Graficas en unidades” de algunas variables para la distribución intermedia y principal, y en la figura 31 se ilustra las gráficas de los “Indicadores para la distribución principal”.

Al cerrar el formulario de simulación el software remite al usuario de nuevo a la hoja de cálculo de Microsoft Excel en donde se encuentran visibles los valores de las variables que el analista selecciono por considerarlas relevantes. Este procedimiento se describe en la figura 32.

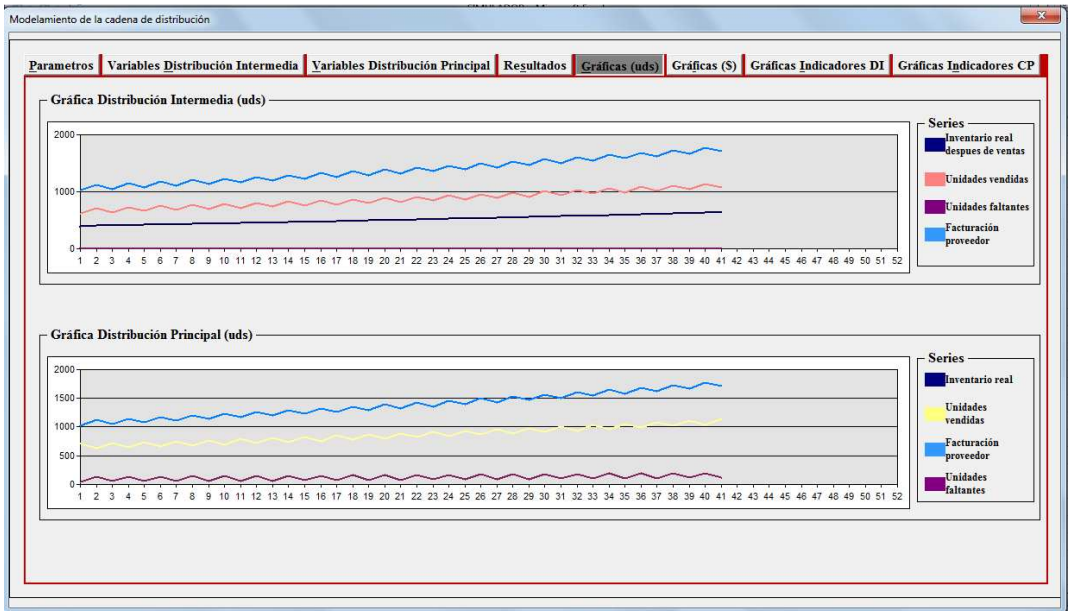
Figura 29. Sub-menú “Simulador”. Resultados



PERIODO	INVENTARIO REAL C.P (uds)	UNIDADES VENDIDAS C.I (uds)	INVENTARIO REAL DESPUES VENTAS C.I (uds)
0	700	400	625
1	625	404,72	717,0975
2	717,0975	409,495696	642,3184093
3	642,3184093	414,3277452	734,6396762
4	734,6396762	419,2168126	660,0872471
5	660,0872471	424,163571	752,638108
6	752,638108	429,1687011	678,318243
7	678,318243	434,2328918	771,1046765
8	771,1046765	439,3568399	697,0234318
9	697,0234318	444,5412506	790,0515728
10	790,0515728	449,7868374	716,2151626
11	716,2151626	455,0943221	809,4913056
12	809,4913056	460,4644351	735,906106
13	735,906106	465,8979154	829,4367098
14	829,4367098	471,3955108	756,1092632
15	756,1092632	476,9579778	849,900955
16	849,900955	482,586082	776,8379744
17	776,8379744	488,2805977	870,897554
18	870,897554	494,0423088	798,1059275
19	798,1059275	499,872008	892,4403721
20	892,4403721	505,7704977	819,9271672
21	819,9271672	511,7385896	914,543636
22	914,543636	517,777105	842,3161046
23	842,3161046	523,8868748	937,2219435
24	937,2219435	530,0687399	865,2875266
25	865,2875266	536,3235511	960,4902729
26	960,4902729	542,652169	888,8566054
27	888,8566054	549,0554646	984,3639931
28	984,3639931	555,534319	913,0389092

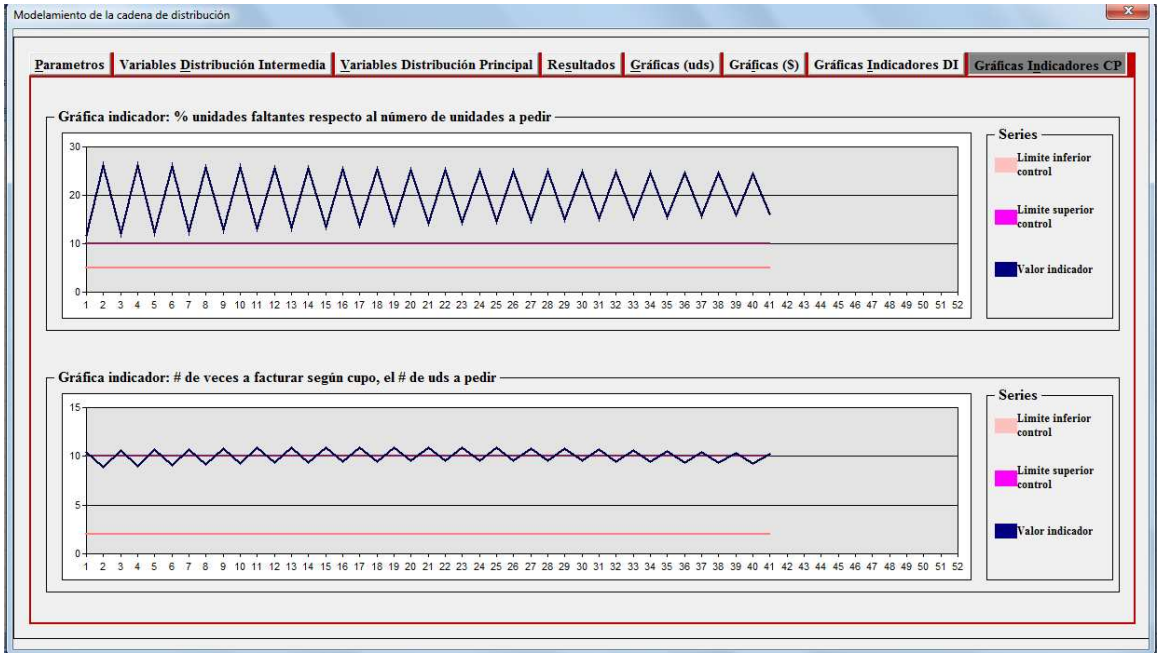
Fuente: elaboración propia a partir de Microsoft Excel

Figura 30. Sub-menú “Simulador”. Gráficas de algunas variables (uds)



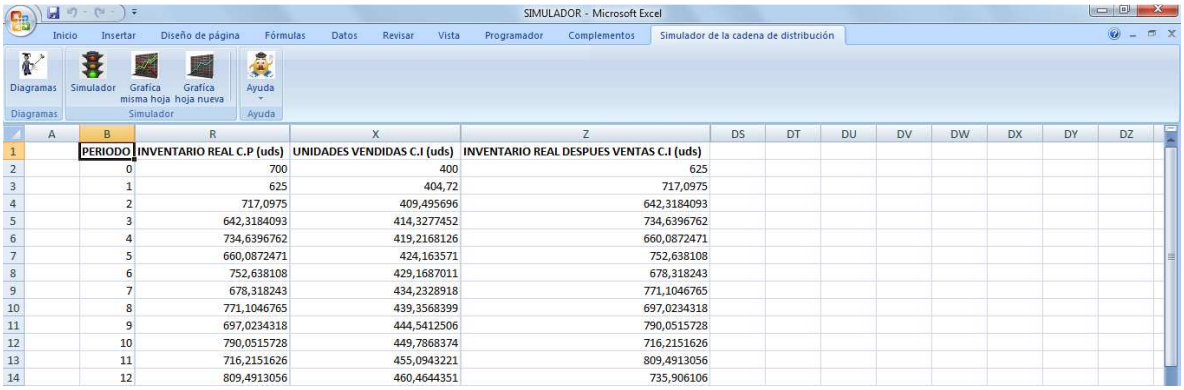
Fuente: elaboración propia a partir de Microsoft Excel

Figura 31. Sub-menú “Simulador”. Gráficas indicadores distribución principal



Fuente: elaboración propia a partir de Microsoft Excel

Figura 32. Sub-menú “Simulador”. Resultados hoja de cálculo de Excel



PERIODO	INVENTARIO REAL C.P (uds)	UNIDADES VENDIDAS C.I (uds)	INVENTARIO REAL DESPUES VENTAS C.I (uds)
0	700	400	625
1	625	404,72	717,0975
2	717,0975	409,495696	642,3184093
3	642,3184093	414,3277452	734,6396762
4	734,6396762	419,2168126	660,0872471
5	660,0872471	424,163571	752,638108
6	752,638108	429,1687011	678,318243
7	678,318243	434,2328918	771,1046765
8	771,1046765	439,3568399	697,0234318
9	697,0234318	444,5412506	790,0515728
10	790,0515728	449,7868374	716,2151626
11	716,2151626	455,0943221	809,4913056
12	809,4913056	460,4644351	735,906106

Fuente: elaboración propia a partir de Microsoft Excel

4.6 SIMULACIÓN Y ANÁLISIS DE ESCENARIOS

Los escenarios son los distintos entornos futuros posibles que pueden imaginarse, son la clave para pensar el proceso y seguir pensándolo a medida que se despliegan los planes para el futuro (Der Heijden, 1998).

La planeación por escenarios es una herramienta natural de pensamiento para ser usada en una conversación estratégica. Consiste en la creación de procesos que puedan aprovechar los recursos disponibles. Observa los futuros múltiples, que se manejan como igualmente admisibles, reflejando la incertidumbre inherente. Reconoce que las estrategias competitivas exitosas deben ser invenciones originales de las empresas. Por lo tanto, se centra en el desarrollo de procesos que aumentan la capacidad de la organización para movilizar recursos hacia una mayor inventiva e innovación. La planeación por escenarios permite (Der Heijden, 1998):

- Crear una estructura en los eventos y patrones en el entorno.
- Identificar la incertidumbre.
- Crear un proceso de conversación dialéctica en el cual se confrontan entre sí las diversas visiones.
- Aprovechar el conocimiento disponible de cada miembro de la empresa.
- Aportar perspectivas externas.
- Adaptar todo lo anterior a las consideraciones estratégicas corporativas.

Los escenarios contribuyen al proceso de aprendizaje en varias formas (Der Heijden, 1998):

- *A nivel individual*

  - ✓ Como instrumento de percepción: un conjunto de escenarios son una herramienta de organización de datos altamente eficiente. Los niveles son eficientes para presentar muchos trozos distintos de información en un contexto común, constituyendo así los aspectos cognoscitivos y haciéndolos más manejables.

  - ✓ Como instrumento de percepción: como individuos, las personas ven ciertas cosas y pasan por alto otras, con base en los modelos mentales existentes y las expectativas resultantes. El proceso de escenarios reduce el rango de lo que ven los participantes y expande sus modelos mentales.

  - ✓ Como herramienta de reflexión cognoscitiva: el proceso de escenarios ayuda a las personas a pensar con mayor eficacia en las ideas generadas en la conversación estratégica.

- *A nivel de grupo*

  - ✓ Como proveedor de un idioma ya listo, asistiendo a la conversación estratégica a lo largo de una amplia variedad de perspectivas en conflicto parcial.

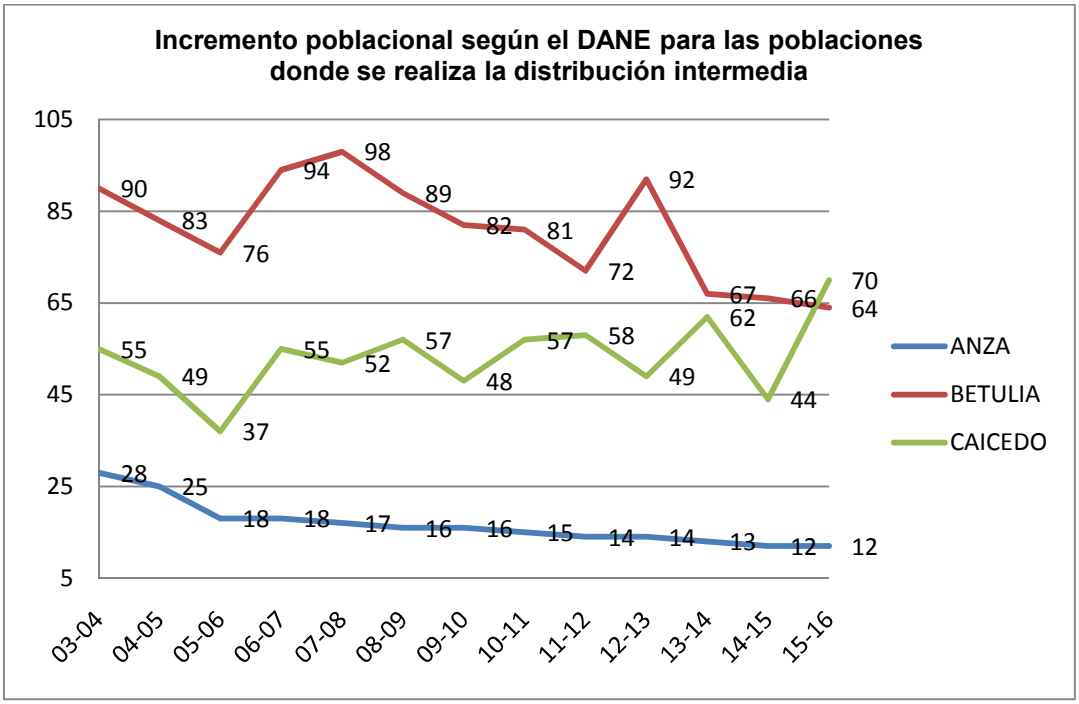
  - ✓ Como vehículo para facilitar la conversación: la planeación de escenarios proporciona una forma organizada de discutir los aspectos relevantes de la empresa en un contexto organizacional.

  - ✓ Como vehículo para el alineamiento del modelo mental, que a su vez permite una acción estratégica coherente.

Antes de proceder a realizar la simulación de los escenarios, es importante analizar el crecimiento poblacional en las zonas donde se realiza la distribución intermedia y principal. Este análisis se realizara a partir de información tomada del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE).

La distribución intermedia es realizada en los municipios de Anzá, Caicedo y en el corregimiento Altamira del municipio de Betulia. En la figura 33 se muestra el incremento poblacional según información tomada del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) para estas poblaciones en el período comprendido entre el 2003 y 2016. Por ejemplo para el período comprendido entre 2014 y 2015 que en la figura 33 se representa como 14-15, la población del municipio de Anza se estima crecerá en 12 personas, la población del municipio de Betulia se estima crecerá en 66 personas y la del municipio de Caicedo se estima incrementará en 44 individuos respecto al periodo anterior. Del análisis de la figura 33 se puede concluir que si bien la población tiende a incrementar año tras año; esté incremento no es lo suficientemente representativo como para asumir en las simulaciones incrementos altos de la demanda del producto.

Figura 33. Incremento poblacional según el DANE para las poblaciones donde se realiza la distribución intermedia

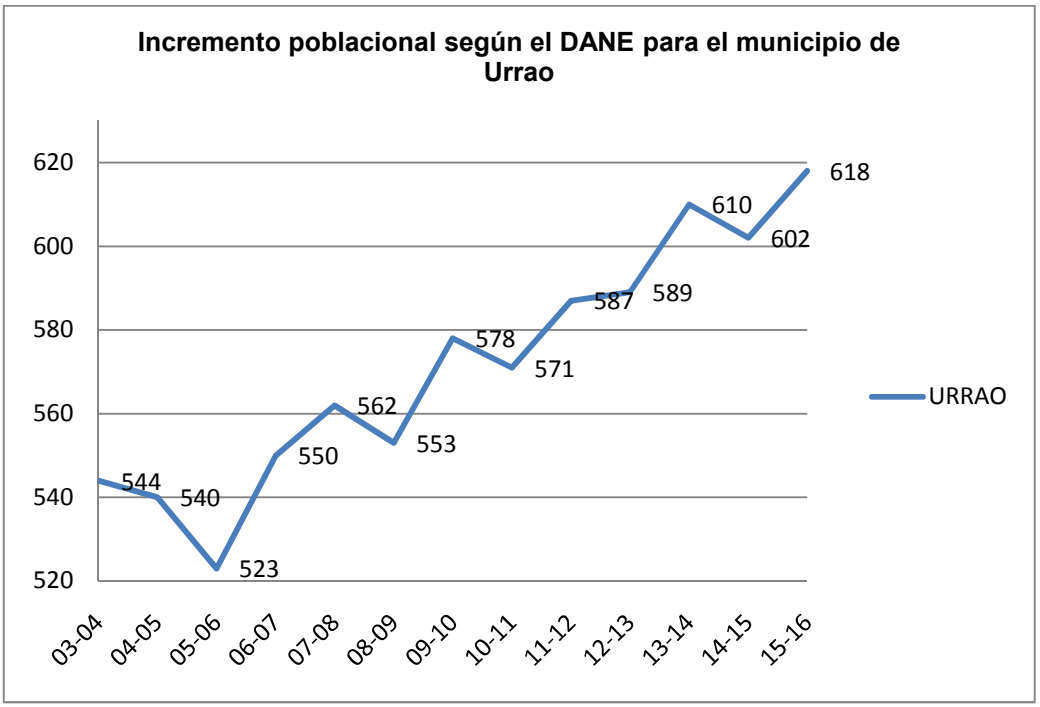


Fuente: elaboración propia

La distribución principal se realiza en el municipio de Urrao. En la figura 34 se muestra el incremento poblacional según información suministrada por el DANE para esta población en el periodo comprendido entre el 2003 y 2016. Por ejemplo en la figura 34 para el período comprendido entre el 2012 y 2013 que se representa como 12-13 se estima un incremento poblacional de 589 personas.

Analizando información tomada del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE); se puede decir que en promedio la población año tras año incrementa en 571 personas y que la población promedio para el periodo de tiempo comprendido entre el 2003 y 2016, se estima en 41460 personas. Con base en lo anterior se estima que en promedio la población incrementa en 1.4% respecto al período anterior. Si bien la población incrementa año tras años; este incremento no es lo suficientemente representativo como para asumir en las simulaciones incrementos altos en la demanda del producto.

Figura 34. Incremento poblacional según el DANE para el municipio de Urrao



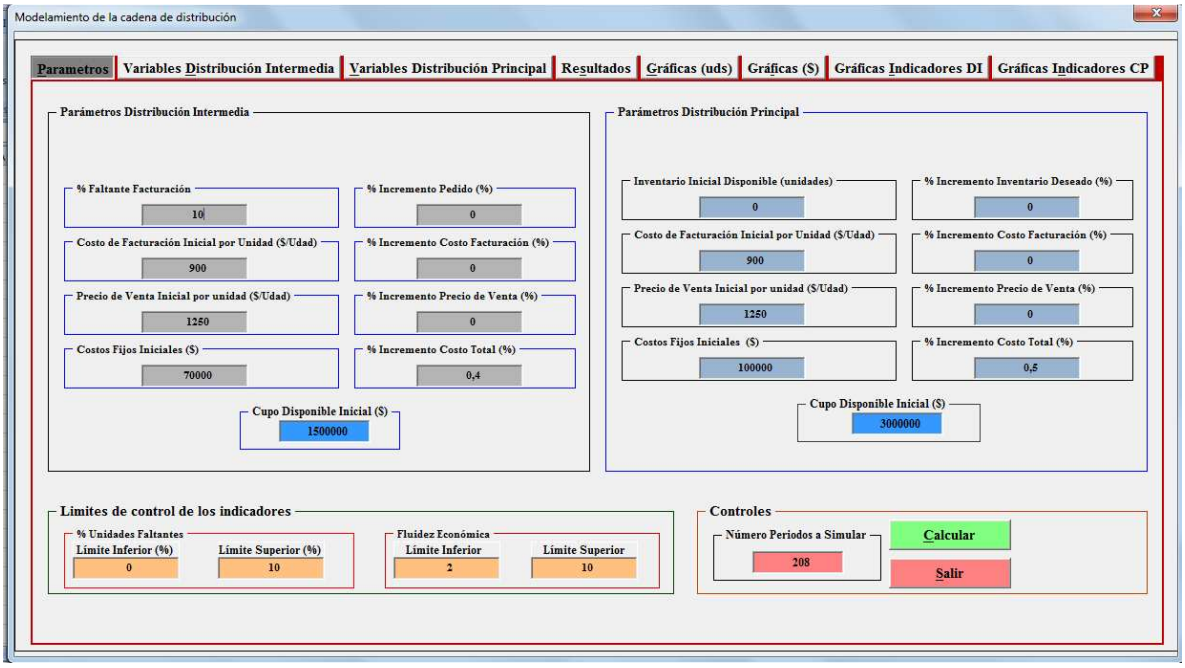
Fuente: elaboración propia

Después de aclarar que no es significativo asumir incrementos altos en la demanda del producto debido a que la población tiende a crecer en una proporción pequeña según el análisis de la información tomada del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), se procede a realizar las simulaciones y el análisis de tres escenarios para la cadena de distribución de la microempresa *lácteos y cárnicos "MERCARDY".* El primero se simula teniendo en cuenta los parámetros actuales que se presentan, de tal forma que se conserve la tendencia actual; el segundo se simula con base en parámetros definidos bajo un criterio optimista y finalmente el tercero se simula con base en parámetros definidos con un criterio pesimista.

4.6.1 Escenario asumiendo los parámetros actuales que se presentan en la cadena de distribución

Los parámetros asumidos para la simulación de este escenario corresponden a los ilustrados en la figura 35.

Figura 35. Parámetros actuales, utilizados en el escenario tendencial.



Todos los valores de los parámetros están en semanas; por lo tanto el número de periodos a simular es en semanas. La simulación se realizó para un período de 4 años (208) semanas.

En la figura 36 se ilustra el comportamiento de las unidades vendidas y de las unidades faltantes en la distribución intermedia y principal.

Para la distribución intermedia las unidades promedio vendidas según estimación del pronóstico por parte de la empresa distribuidora son efectivamente las que se venden; debido a ésto las unidades faltantes siempre permanecen en un valor constante de cero. Este comportamiento es coherente debido a que cuando se carga el camión en la empresa proveedora no se discrimina cuántas unidades son para la distribución intermedia y cuántas para la distribución principal; el vendedor asume que todas las unidades son para la venta y factura las unidades solicitadas por los clientes intermedios desde que estén disponibles en el inventario que se encuentra en el camión.

Para la distribución principal se puede ver que efectivamente se presentan unidades faltantes en la totalidad de los períodos. Éstas incrementan en la medida en la que el estimado de ventas es mayor; por ejemplo para la semana 53 que corresponde al fín del primer año simulado las unidades vendidas se encuentran alrededor de 1180 unidades y las faltantes son aproximadamente de 200 unidades, al finalizar el segundo año simulado (semana 105) las unidades vendidas se encuentran alrededor de 1072 y las faltantes en 171 unidades, en la semana 156 que corresponde al fín del tercer año simulado las unidades vendidas son aproximadamente 1172 y las faltantes equivalen a 180 unidades, finalmente, al terminar el cuarto año simulado (semana 208) las unidades vendidas son aproximadamente 1208 unidades y las unidades faltantes son 187. Si se suman las unidades vendidas con las unidades faltantes en cada período el resultado sería igual a la estimación del pronóstico para ese período de tiempo. Este comportamiento surge debido en gran parte al porcentaje faltante en la facturación que para este escenario se estima en un 10% respecto al pedido total generado por la empresa distribuidora a la empresa proveedora que ocasiona que parte de las unidades que se tenía estimado vender en la distribución principal sean vendidas en la distribución intermedia

En la figura 37 se ilustra el comportamiento del indicador porcentaje de unidades faltantes para la distribución principal.

Los administradores de la empresa distribuidora estiman que para poder brindar un buen servicio a sus clientes los faltantes deben oscilar entre el límite inferior de control del 0% y el límite superior de control del 10%; claramente ésto no está ocurriendo y se están presentando faltantes que oscilan entre el 10% y el 25%; por ejemplo para el fin del primer año (semana 53) y del tercer año (semana 156) simulado se presentan faltantes del 22% y 23% respectivamente, lo que es coherente con el análisis realizado en la figura 36 en donde se nota que las unidades faltantes incrementan a medida que incrementa el estimado de ventas. Se deben buscar estrategias y definir nuevos escenarios que permitan reducir el porcentaje de faltantes que se presenta actualmente en la distribución principal.

Figura 36. Unidades vendidas Vs unidades faltantes en distribución intermedia y principal

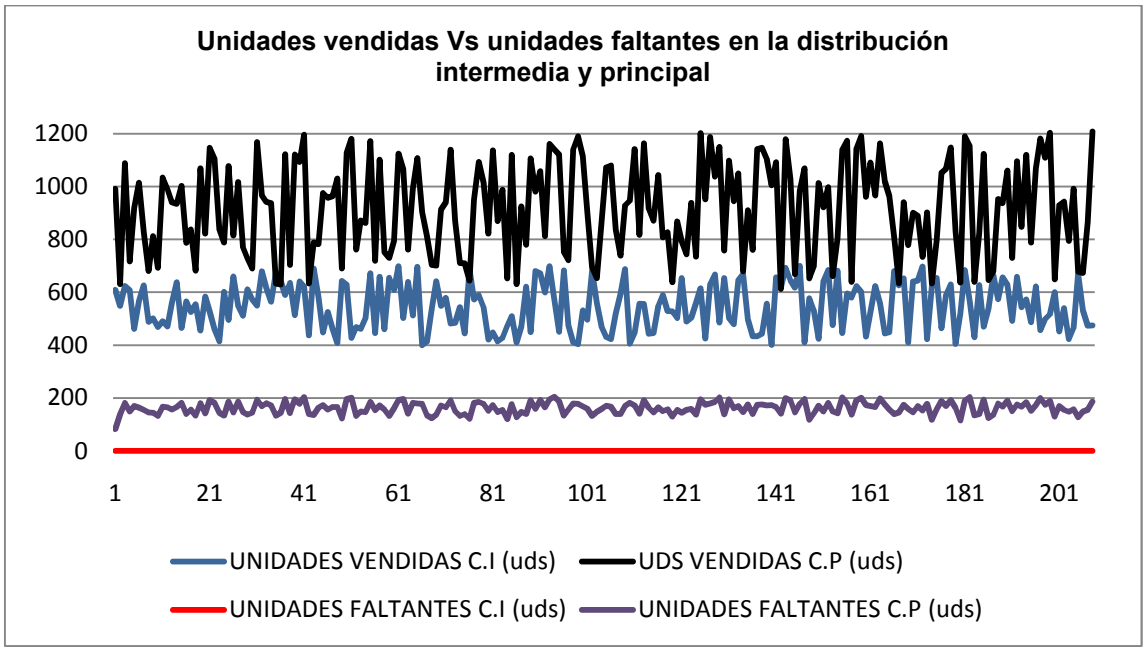
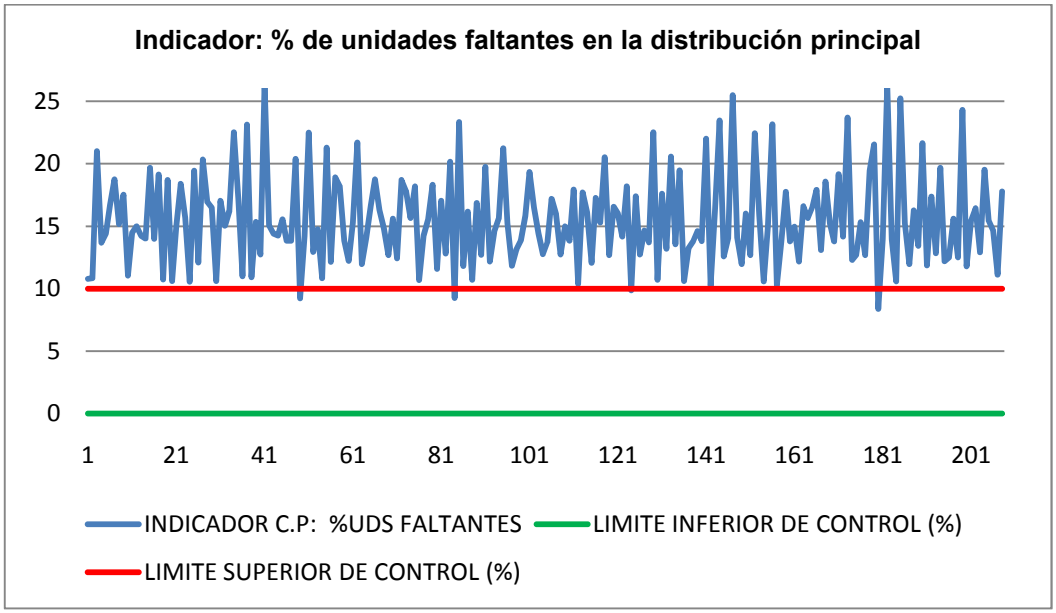
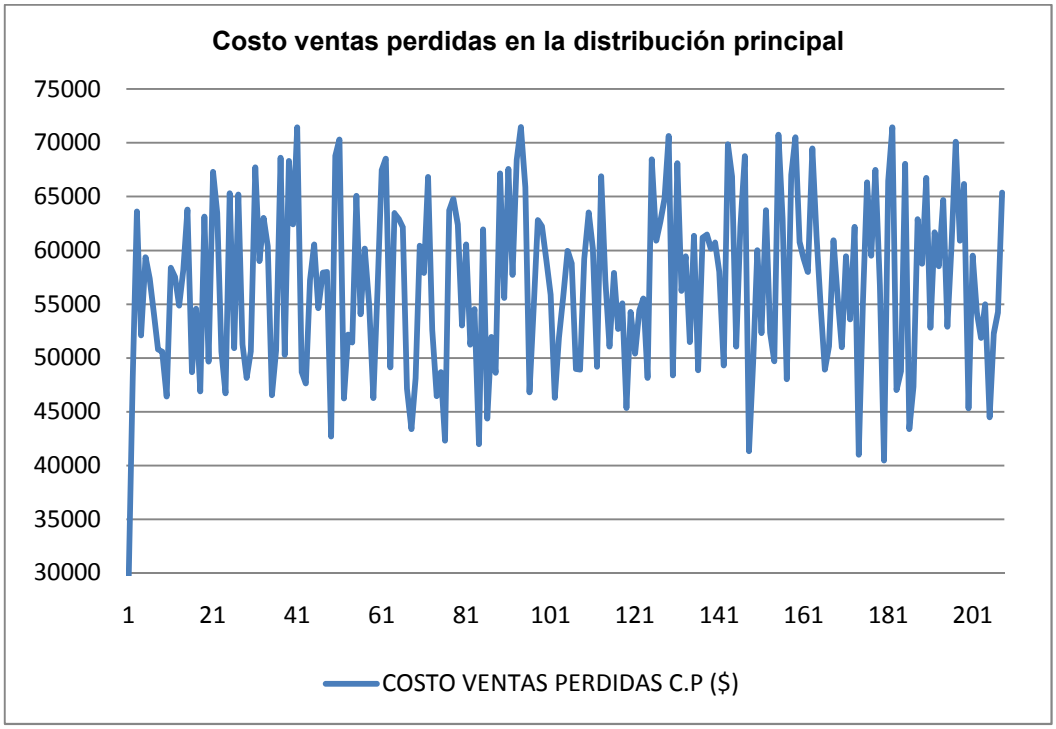


Figura 37. Indicador porcentaje de unidades faltantes en la distribución principal



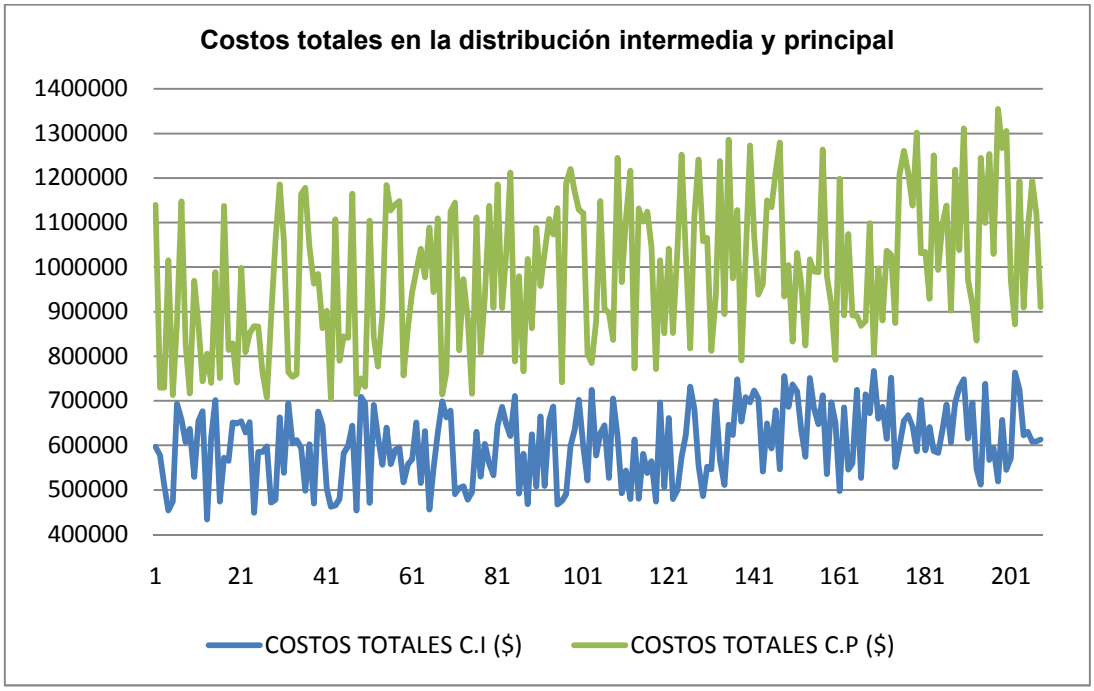
La variable costo de las ventas perdidas hace referencia a las utilidades que la empresa distribuidora dejo de percibir a causa de las unidades dejadas de vender (faltantes). La figura 38 muestra que si este escenario tendencial se llegase a cumplir la empresa distribuidora dejaría de recibir utilidades que oscilan entre 30000$ y 70000$ por semana aproximadamente; por ejemplo, para el fin del primer año (semana 53) y del tercer año (semana 156) simulado la empresa distribuidora dejaría de recibir utilidades de 70000$ para cada uno de los períodos aproximadamente.

Figura 38. Costo de las ventas perdidas en la distribución principal



En la figura 39 se ilustra el comportamiento de los costos totales que son iguales a la suma del costo del producto más los costos fijos para la distribución intermedia y principal. El comportamiento de los costos totales para la distribución intermedia oscila de la semana 1 a la semana 71 entre $400000 y $700000, de la semana 71 a la semana 121 entre $500000 y $700000 y de la semana 121 en adelante entre $550000 y un poco mas de $700000; mostrando que los costos vienen creciendo levemente a una tasa de 0.4% (parámetro) respecto al período anterior. Similar comportamiento presentan los costos totales de la distribución principal.

Figura 39. Costos totales para la distribución intermedia y principal



En la figura 40 se muestra el comportamiento del cupo disponible ($) en la distribución intermedia y principal. Para la distribución intermedia se nota que esta variable crece período a período pero a medida que los costos totales (figura 39) van creciendo su pendiente es menos pronunciada; por ejemplo de la semana 121 en adelante que es donde los costos totales se incrementan más notoriamente, la pendiente en la curva del cupo disponible tiende a ser menos pronunciada. Un comportamiento similar se presenta para esta variable en la distribución principal.

El indicador fluidez económica mide y controla que el cupo disponible con el que cuenta la empresa sea suficiente para poder comprar las unidades que se deben vender según el estimado en ventas. Claramente en las figuras 40 y 41 se nota que hay una muy buena solidez económica en cuanto a cupo disponible, tanto para la distribución intermedia como para la distribución principal. Se puede notar que los valores de este indicador oscilan entre los límites de control y por encima del límite superior de control.

Figura 40. Cupo disponible en la distribución intermedia y principal

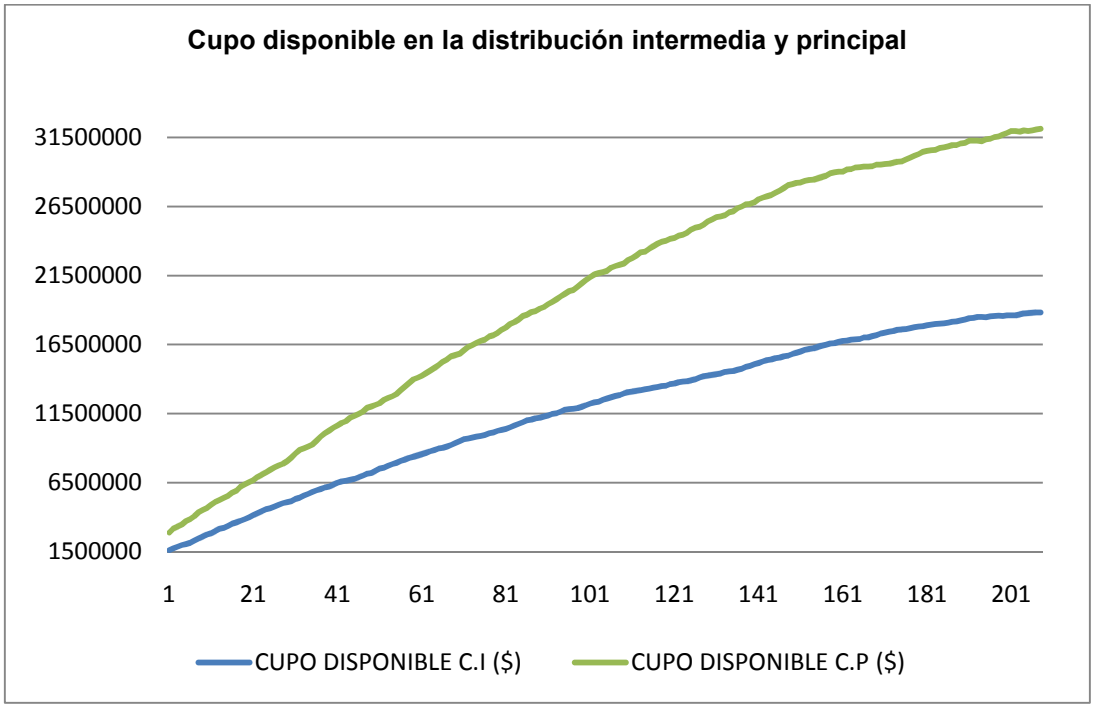


Figura 41. Indicador fluidez económica en la distribución intermedia

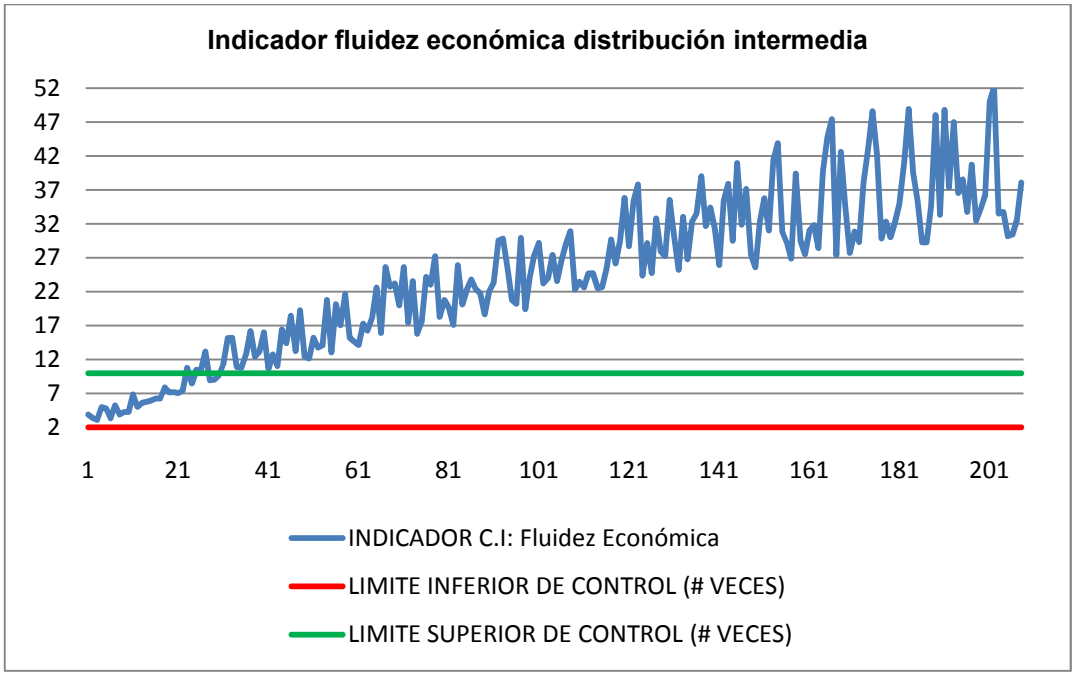
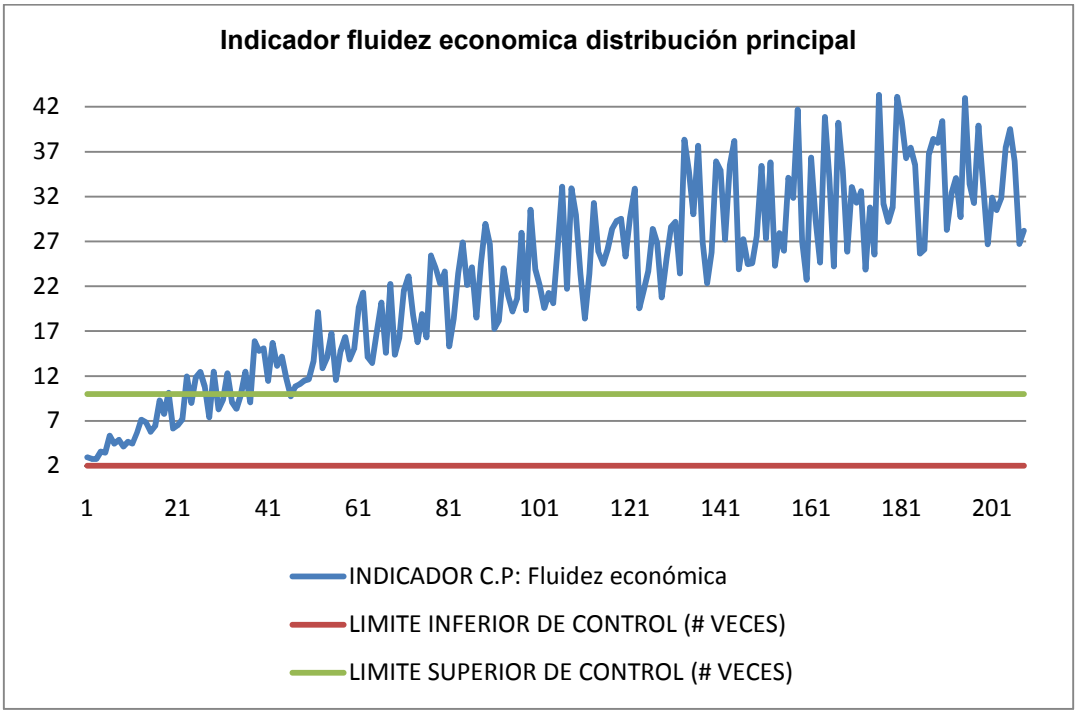


Figura 42. Indicador fluidez económica en la distribución principal



Como conclusión del análisis de este escenario se puede decir que las mejoras deben estar orientadas a buscar estrategias que busquen reducir el porcentaje de productos faltantes en la distribución principal para incrementar el nivel de servicio al cliente.

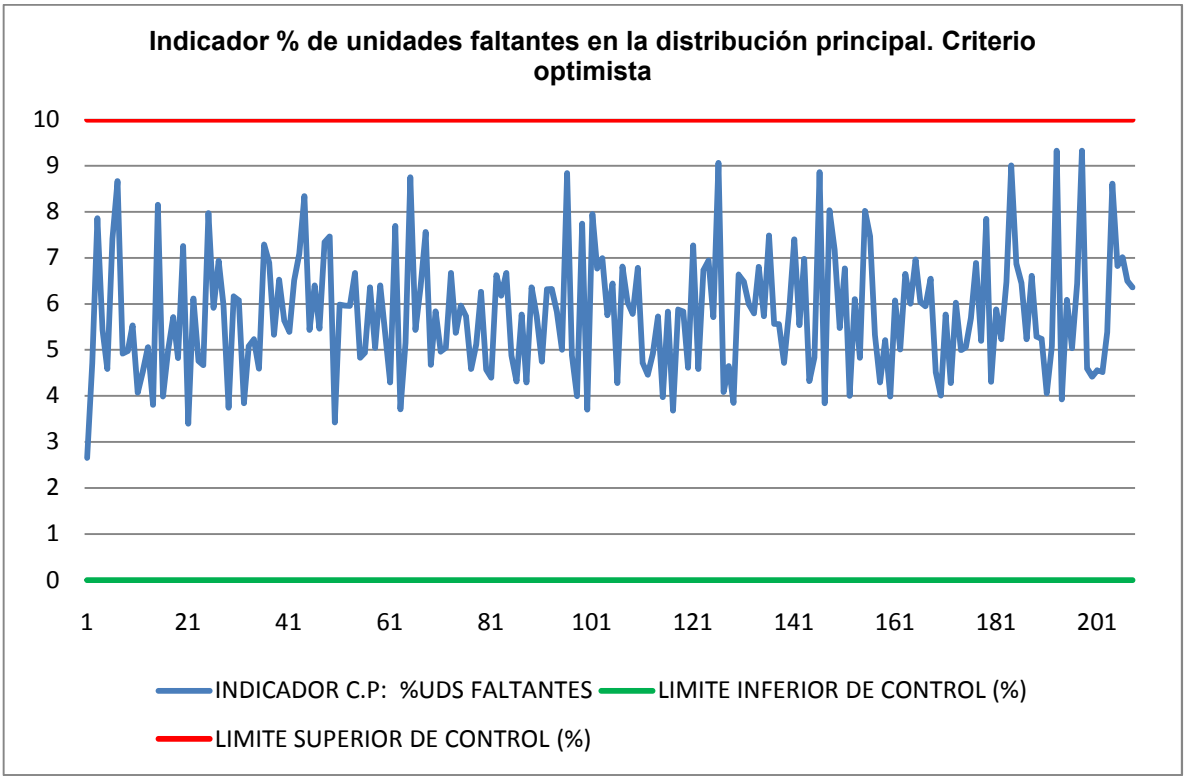
4.6.2 Simulación y análisis de un escenario asumiendo un criterio optimista.

El futuro posible que se analiza esté escenario asume que el inventario de seguridad se incrementa de 0% a 10% y las unidades iniciales disponibles en inventario incrementan de cero unidades a 500 unidades en la distribución principal; el resto de los parámetros permanecen iguales a los del escenario anterior.

En la figura 43, se muestra el comportamiento del indicador porcentaje de unidades faltantes para este escenario. Si este futuro posible llegase a ocurrir el nivel de servicio de la empresa distribuidora incrementaría debido a que el porcentaje de unidades faltantes oscilaría en la totalidad de los períodos simulados dentro de los límites de control que definieron los administradores de la empresa. Se pasaría de un porcentaje de unidades faltantes que oscilaba entre el

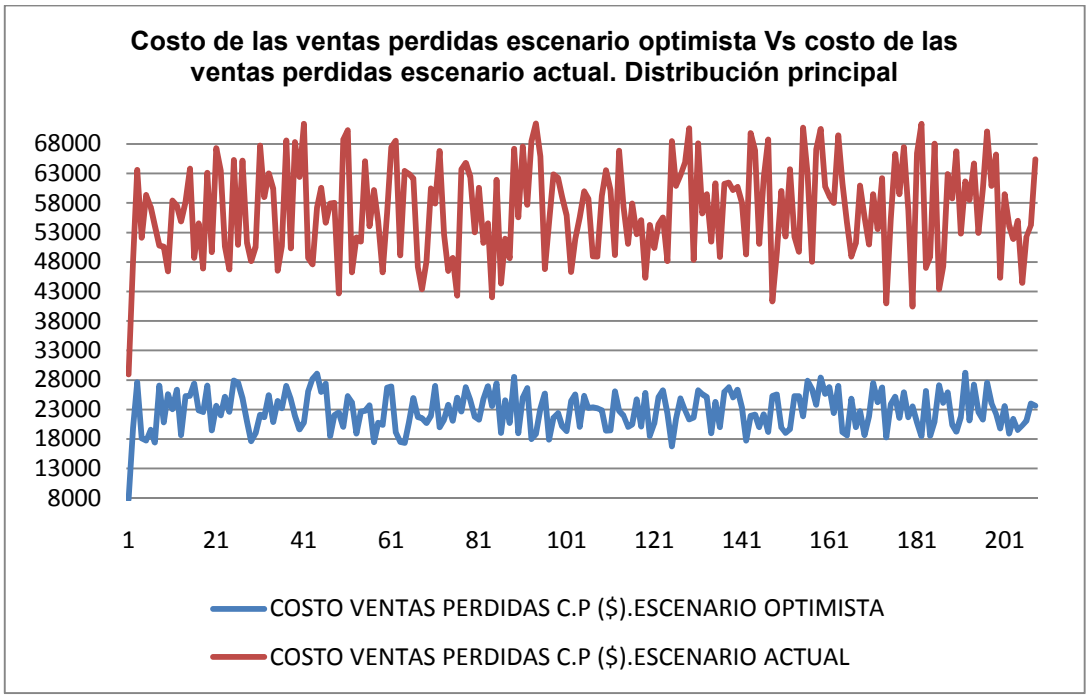
10% y el 25% en su gran mayoría (figura 37, escenario actual) a un porcentaje de unidades faltantes que oscila entre el 0% y 10 % (escenario optimista).

Figura 43. Indicador porcentaje de unidades faltantes en la distribución principal. Criterio optimista



Al reducir el porcentaje de unidades faltantes en este escenario, reduce también el costo de las ventas perdidas que se definen como la utilidad dejada de percibir debido al número de unidades faltantes. En caso de que ocurra esté futuro posible las ventas perdidas o las utilidades dejadas de recibir oscilarían entre 18000$ y $28000 (escenario optimista) en la gran mayoría de períodos en contraste con el escenario anterior donde oscilan entre $40000 y $70000 (figura 38) en la mayor proporción de los períodos de tiempo asumidos en la simulación. Todo lo anterior es descrito en la figura 44.

Figura 44. Costo de las ventas perdidas parámetros tendenciales Vs costo de las ventas perdidas parámetros optimistas. Distribución principal



4.6.3 Simulación y análisis de un escenario asumiendo un criterio pesimista

Para el análisis de este escenario se imaginara un futuro en el cual se presente una rivalidad competitiva tanto en la distribución principal como intermedia. Esta rivalidad obliga a los administradores de la empresa a reducir el precio de venta de 1250$/udad a 1100$/udad para que se sigan manteniendo las ventas promedio actuales. El resto de parámetros incluyendo los costos permanecerían iguales a los del escenario actual.

Las figuras 45 y 46 comparan el comportamiento que tiene el indicador fluidez económica en el escenario que asume los parámetros tendenciales y el escenario que asume parámetros pesimistas para la distribución principal e intermedia respectivamente. Del análisis de las figuras se puede concluir que aunque para el escenario que asume parámetros pesimistas el valor del indicador permanece entre los límites de control definidos por los administradores de la empresa las utilidades serian supremamente diferentes a las obtenidas en el escenario actual (tendencial); ya que a mayores valores del indicador mayor fluidez económica y por ende mayores utilidades. El comportamiento en el escenario pesimista surge debido a que los costos permanecen iguales a los del escenario tendencial y a que las utilidades en el producto se reducen significativamente de 350$/udad a 200$/udad.

Si llegara a pasar esté futuro posible la empresa distribuidora soportaría esta competencia; sin embargo las utilidades acumuladas obtenidas al final del cuarto año simulado serian las mismas con las que inicio la primera semana del primer año simulado; es decir no recibiría ningún beneficio económico derivado de su actividad comercial y tendría perdidas.

Bajo un futuro como esté la empresa distribuidora tendría que tomar serias decisiones respecto al proceso de distribución. Lo primero que tendría que hacer seria comentar lo que está pasando respecto a la competencia a la empresa proveedora, tratando de encontrar algún descuento o promoción que permita mitigar la competencia; de no encontrar respuesta positiva por parte de la empresa proveedora, la empresa distribuidora podría competir hasta la semana 121 aproximadamente; de ahí en adelante comenzaría a tener perdidas. Los administradores de la empresa deberán tomar decisiones transcendentales en cuanto a la estrategia en la operación para mejorar este escenario en caso de que llegara a ocurrir.

Figura 45. Indicador: fluidez económica escenario actual Vs escenario pesimista. Distribución principal

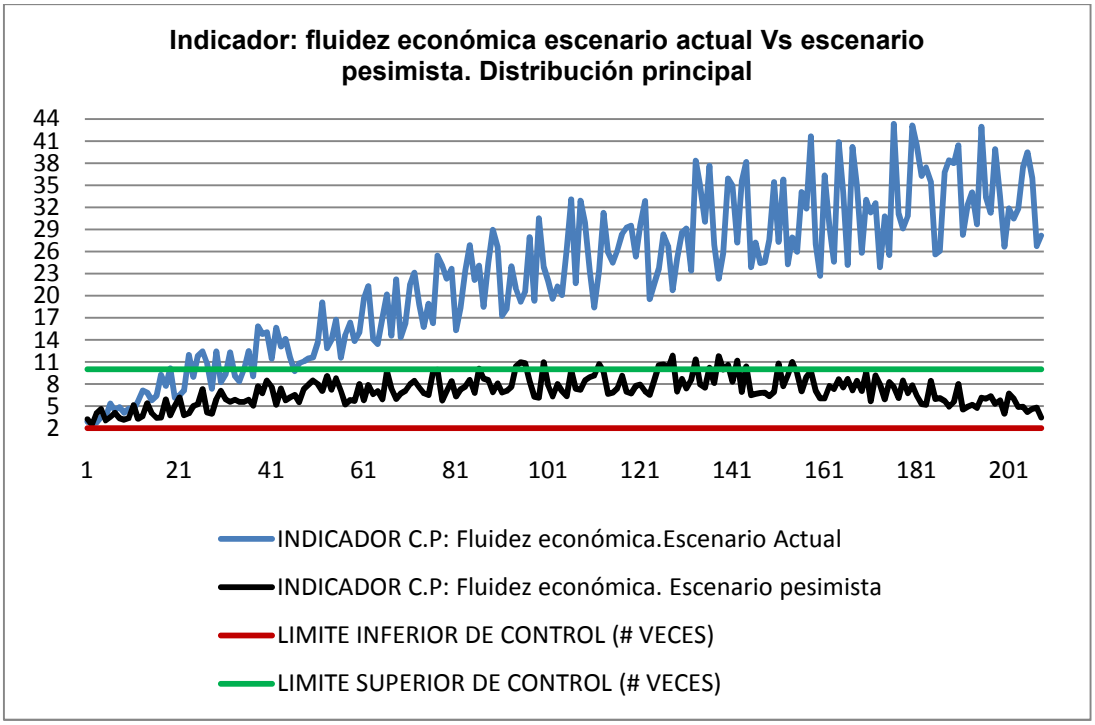
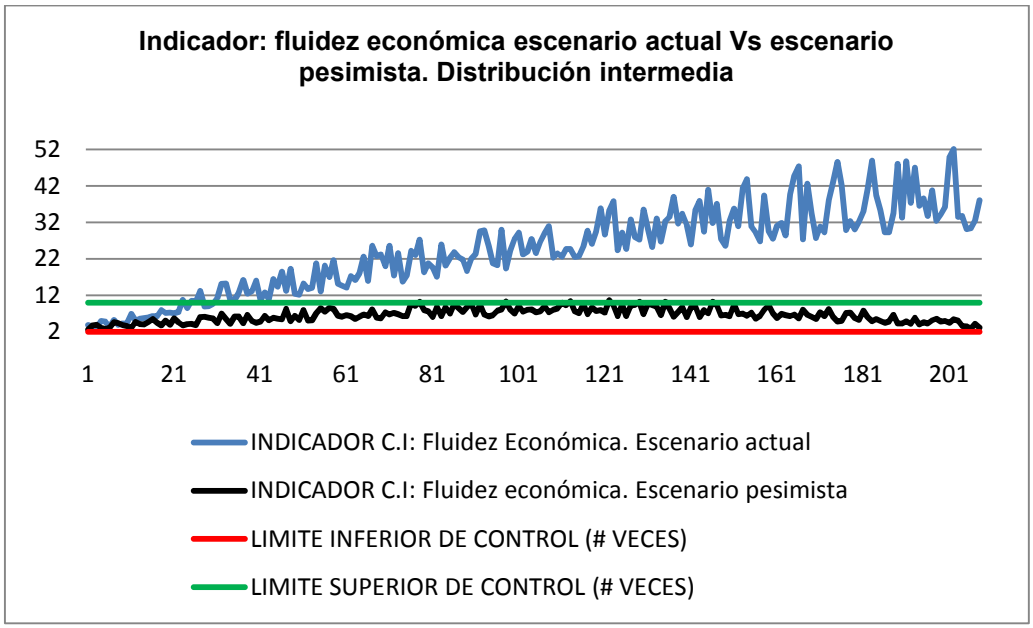


Figura 46. Indicador: fluidez económica escenario actual Vs escenario pesimista. Distribución intermedia



5. CARACTERIZACIÓN DE LOS PRINCIPALES PROCESOS QUE CONFORMAN LA CADENA DE DISTRIBUCIÓN DE LA MICROEMPRESA *LÁCTEOS Y CÁRNICOS "MERCARDY"*

Un proceso se puede definir como una serie de actividades, acciones o tomas de decisiones interrelacionadas, orientadas a obtener un resultado específico como consecuencia del valor añadido aportado por cada una de las actividades que se llevan a cabo en las diferentes etapas de dicho proceso (Harrington, 1993), (Roure, Moñino, & Rodriguez, 1997), (Agudelo & Escobar, 2007). Un proceso en sí es un sistema y como tal su comportamiento está determinado por las mismas leyes del enfoque de sistemas; quiere decir que tendrá elementos de entrada, tendrá actividades de transformación cuyo resultado es un producto y debe tener realimentación que permita determinar si el proceso está encaminado o está logrando su propósito (Agudelo & Escobar, 2007) (Pérez, 2009).

(Agudelo & Escobar, 2007) Afirman que un buen proceso se reconoce si tiene claramente definidas y establecidas las siguientes características:

- **Objetivo:** propósito del proceso, qué se pretende lograr con él

- **Responsable:** persona que orienta, observa y mantiene el proceso bajo control y asigna los recursos necesarios para lograr el objetivo.

- **Alcance:** determina el inicio y fin del proceso.

- **Insumos:** todo lo que se requiere como materia prima para ser transformada en producto final. Debe determinarse quién provee los insumos, en otras palabras, quién es el proveedor (interno o externo), mejor si se precisa cuál es el proceso que lo provee, para saber con quién interactúa o a quién se dirige para establecer los requisitos.

- **Productos:** todo lo que entrega el proceso para un cliente, bien sea interno o externo y que debe responder a las necesidades identificadas para esté, puede ser tangible cuando es un bien material o intangible cuando se trata de un servicio.

- **Recursos:** todo aquello que permite transformar los insumos en productos; se clasifican como mano de obra, máquinas, medios logísticos o tecnología. En general es todo aquello que se utiliza pero no se consume a través de la transformación.

Los procesos pueden ser estratégicos, operativos o de apoyo. Los procesos estratégicos son los que se encargan de definir las políticas, estrategias y metas de las empresas; los procesos operativos son los encargados de entregar los productos o servicios que el cliente externo o interno necesita. Los procesos de apoyo y gestión son aquellos que tienen por objetivo le prestar apoyo a los procesos operativos (Harrington, 1993), (Roure, Moñino, & Rodriguez, 1997), (Agudelo & Escobar, 2007), (Pérez, 2009).

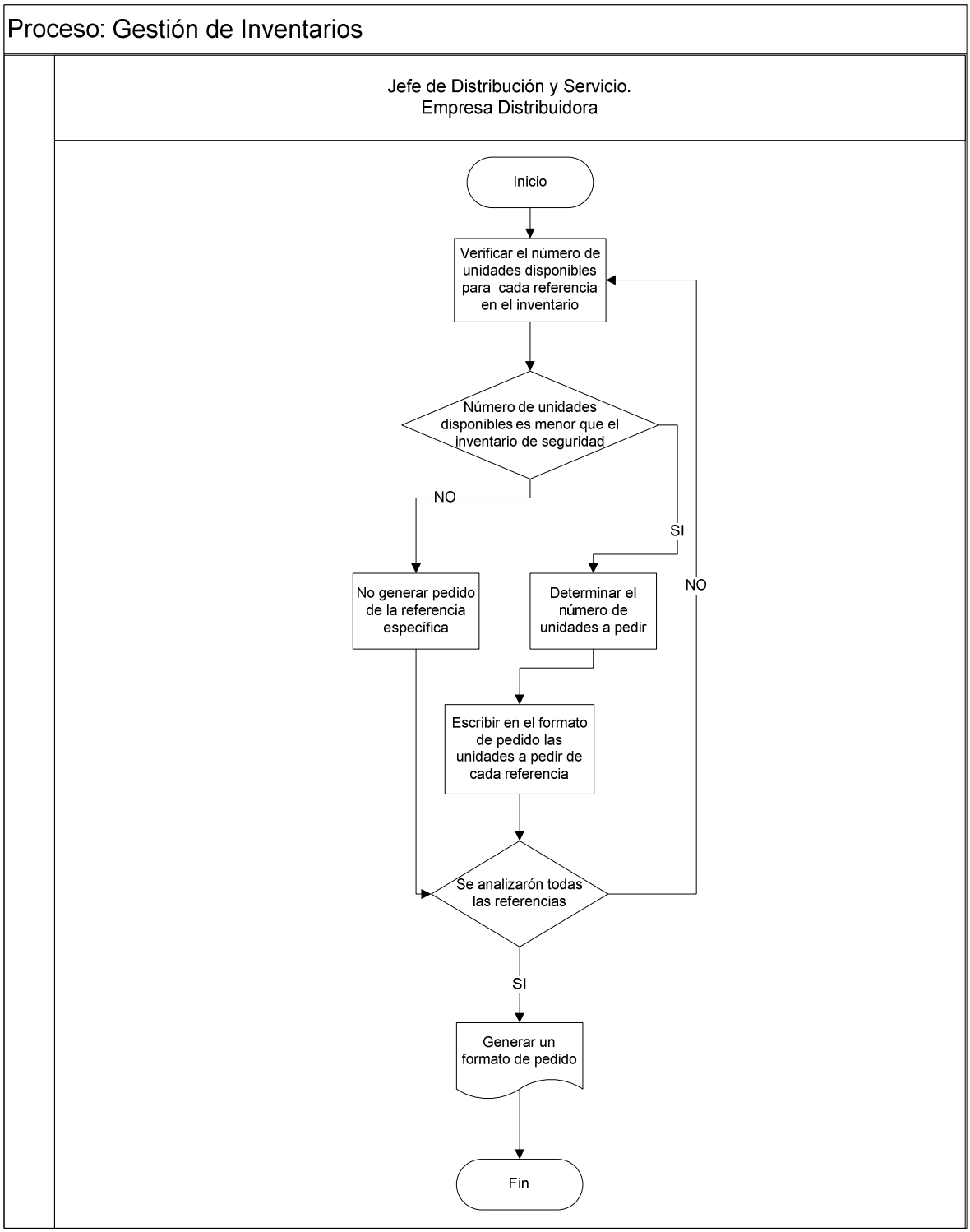
Como una forma de ilustrar mejor un proceso existen los diagramas de flujo. Éstos son representaciones gráficas, apoyadas en símbolos claramente identificables y acompañadas de una breve descripción. Los diagramas de flujo dan una mayor precisión y claridad sobre lo que se quiere expresar (Harrington, 1993), (Roure, Moñino, & Rodriguez, 1997), (Agudelo & Escobar, 2007), (Pérez, 2009).

Este capítulo se pretende desarrollar una caracterización de los principales procesos que conforman la cadena de distribución de la microempresa *Lácteos y Cárnicos "MERCARDY";* tomando como base lo expresado anteriormente.

5.1 PROCESO. GESTIÓN DE INVENTARIOS

El proceso inicia con la verificación del número de unidades disponibles para cada referencia en el inventario de la empresa distribuidora. Si el número de unidades disponibles por referencia es menor que el inventario de seguridad para cada referencia; el empleado de la empresa distribuidora determina el número de unidades a pedir y escribe en el formato de generación de pedido el número de unidades a pedir, en caso contrario no genera pedido para la referencia específica. Cuando ha realizado el procedimiento anterior para todas las referencias de productos manejados por la empresa distribuidora se genera un formato de pedido debidamente diligenciado. El proceso se describe con mayor detalle en la tabla 10.

Tabla 10. Diagrama de flujo funcional para el proceso: Gestión de Inventarios



Fuente: elaboración propia

En la tabla 11 se presenta el formato de identificación del proceso de *gestión de inventarios.* La tabla fue desarrollada teniendo como base los conceptos teóricos mencionados al inicio de esté capitulo.

Tabla 11. Formato de identificación del proceso de Gestión de Inventarios

	PROCESO: Gestión de Inventarios	
Responsable:	Jefe de Distribución y Servicio	
Inicia: Primera accion	Verificación del número de unidades disponibles para cada referencia en el inventario	
Termina: Ultima accion	Generación del formato de pedido debidamente diligenciado	
Objetivo: Que pretende el proceso	Mantener el inventario en sus niveles deseados y generar el formato de pedido para la empresa proveedora	
Indicadores de gestión	Rotación de mercancia, duración del inventario, vejez del inventario, valor económico del inventario, exactitud en inventarios, costo de unidad almacenada, costo de unidad despachada, unidades separadas por empleado, costo metro cuadrado, costo de despachos por empleado y nivel de cumplimiento en despachos	
Insumos **Datos de entrada:** Listados, informacion, tablas	Información referente a inventarios del sistema de información propio de la empresa distribuidora	Formatos: Pedido
Proveedor:	Proceso de distribución	
Productos **Datos de salida:**	Formato de pedido debidamente diligenciado	
Clientes:	Proceso de compras	
Recursos:	Jefe de Distribución y Servicio, Auxiliar de bodega Sistema de información	

Fuente: elaboración propia

5.2 PROCESO DE COMPRAS

Luego de que el funcionario de la empresa distribuidora genera el pedido de cada una de las referencias que necesita en un formato estándar proporcionado por la empresa proveedora es enviado vía fax al área de facturación del departamento de ventas de la empresa proveedora. Posteriormente el funcionario de la empresa distribuidora se comunica por teléfono con el funcionario del área de facturación

de la empresa proveedora el cual le confirma el recibo del pedido y le indica si su pedido pudo ser facturado exitosamente o no. Si el pedido no puede ser facturado exitosamente es debido a que pueden haber referencias agotadas en la empresa proveedora o porque del departamento de cartera de la empresa proveedora no se ha abierto un cupo en dinero a nombre del distribuidor debido a que no se han descargado las consignaciones que el distribuidor a realizado a la empresa distribuidora o porque el distribuidor no ha consignado el dinero suficiente para que se pueda abrir cierta cantidad de cupo.

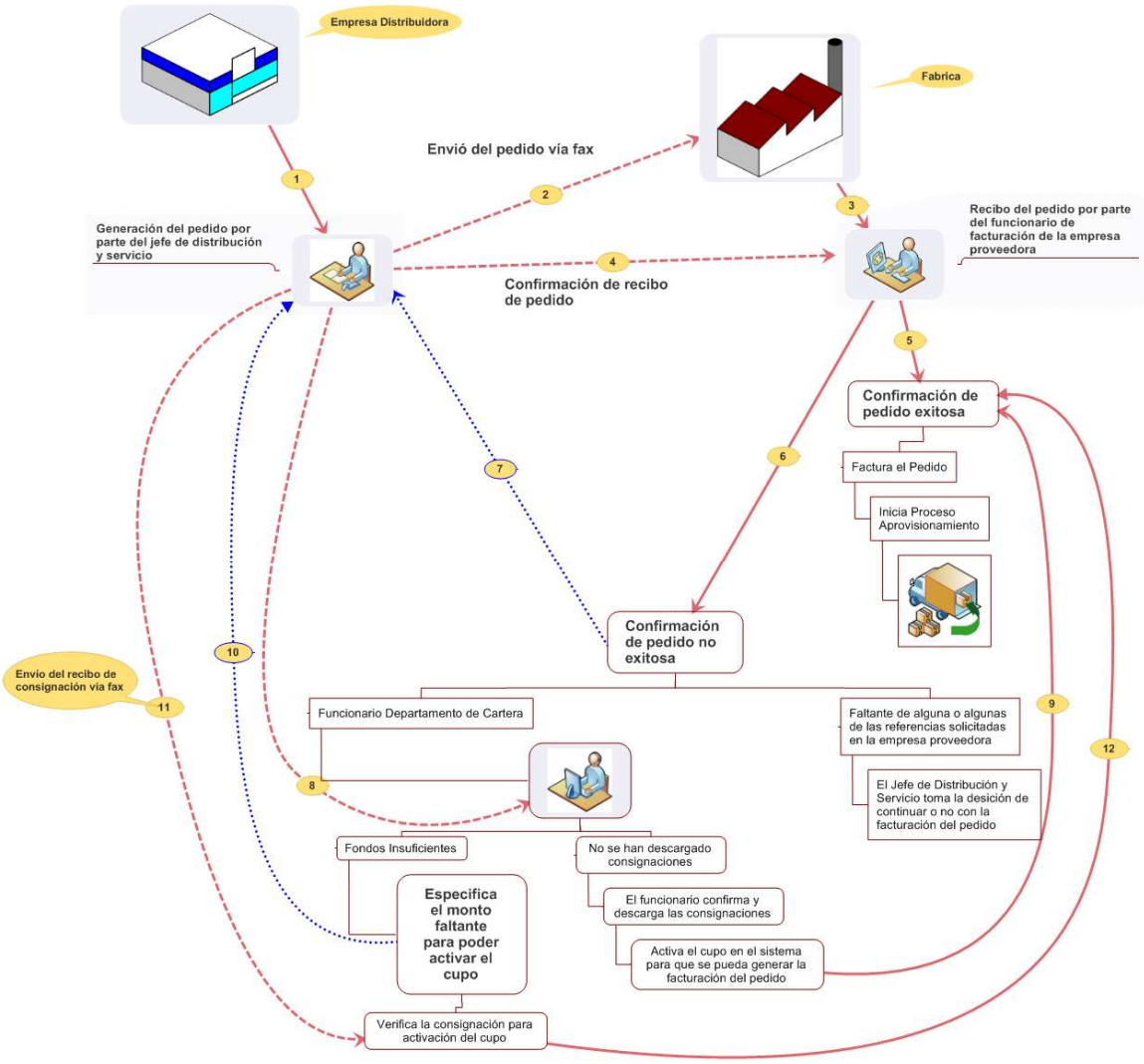
Si el pedido no pudo ser facturado exitosamente y es debido a la información suministrada por el departamento de cartera de la empresa proveedora (falta de cupo), el jefe de distribución y servicio llama al funcionario del departamento de cartera de la empresa proveedora a consultar que ha pasado con su cupo, el funcionario del departamento de cartera le puede indicar que su cupo no ha sido abierto porque no se han descargado las consignaciones o porque falta suministrar cierta cantidad de dinero por parte del distribuidor; si el cupo no ha sido abierto porque no han sido descargadas las consignaciones el funcionario del departamento de cartera procede a descargarla y a generar el cupo o si el cupo no ha sido abierto porque falta suministrar algún monto en dinero por parte del distribuidor se procede a consignarse esta cantidad económica y a enviarse vía fax el recibo de consignación al funcionario del departamento de cartera de la empresa proveedora el cual luego de verificar, genera el cupo para poder facturar el pedido. Luego de haberse solucionado el percance con el departamento de cartera de la empresa proveedora el jefe de distribución y servicio se comunica de nuevo con la persona encargada de facturar el pedido en el área de facturación del departamento de ventas y se procede a la facturación del pedido.

La figura 51 ilustra el diagrama de flujo enriquecido para el proceso de compras; su objetivo es mostrar el flujo del proceso entre las diferentes instalaciones de la empresa distribuidora y la empresa proveedora que interviene en el proceso. El flujo de información está denotado por líneas enumeradas del 1 al 12. Las líneas rojas indican que el flujo de información fluye de la empresa distribuidora hacia la empresa proveedora. Las líneas azules indican que el flujo de información fluye de la empresa proveedora hacia la distribuidora. A continuación se describen, por medio de los números de las líneas, las diversas actividades y tareas que componen el proceso de compras.

- La línea número 1 indica que en la empresa distribuidora la persona encargada de gestionar el proceso de compras es el Jefe de Distribución y Servicio.

- La línea número 2 hace referencia al envío vía fax por parte del Jefe de Distribución y Servicio del pedido en un formato estándar a la empresa proveedora.

Figura 51. Diagrama de flujo enriquecido del proceso de compras



Fuente: elaboración propia

- La línea número 3 indica que el pedido es recibido en la empresa proveedora por un funcionario del área de facturación del departamento de ventas.

- La línea número 4 hace referencia a la confirmación del recibo del pedido por parte del Jefe de Distribución y Servicio. Para realizar esta confirmación el

funcionario de la empresa distribuidora se comunica vía telefónica con el funcionario del área de facturación de la empresa proveedora.

- La línea número 5 indica que en la comunicación de confirmación de pedido que se realiza vía telefónica entre el Jefe de Distribución y Servicio de la empresa distribuidora y el funcionario del área de facturación de la empresa proveedora, se le informa al funcionario de la empresa distribuidora que el pedido puede ser facturado exitosamente, procediendo el funcionario del área de facturación a facturar el pedido. Con esta actividad finaliza el proceso de compras e inicia el proceso de distribución.

- La línea número 6 indica que en la comunicación de confirmación de pedido que se realiza vía telefónica entre el Jefe de Distribución y Servicio de la empresa distribuidora y el funcionario del área de facturación de la empresa proveedora, se le informa al funcionario de la empresa distribuidora que el pedido no puede ser facturado exitosamente.

- La línea número 7 indica que el funcionario de la empresa distribuidora recibe la información por parte del empleado del área de facturación de la empresa proveedora que el pedido no puede ser facturado exitosamente y le informa que puede ser debido a que hay fondos insuficientes o a que pueden faltar alguna o algunas de las referencias solicitadas en el formato de pedido. Para el caso de no estar disponibles alguna o algunas de las referencias solicitadas por parte del Jefe de Distribución y Servicio de la empresa distribuidora a la empresa proveedora, es el funcionario de la empresa distribuidora quien toma la decisión de continuar o no con la facturación del pedido. Esta decisión depende del impacto significativo que pueden tener las referencias faltantes en las ventas.

- La línea número 8 indica que si el pedido no puede ser facturado exitosamente y es por causa de fondos insuficientes, el Jefe de Distribución y Servicio de la empresa distribuidora se comunica con un funcionario del departamento de cartera de la empresa proveedora, el cual le puede indicar que el pedido no se ha podido facturar porque hay fondos insuficientes o porque no se han descargado las consignaciones hechas por la empresa distribuidora a la empresa proveedora.

- La línea número 9 indica que si el pedido no se ha podido facturar exitosamente y es porque no se han descargado las consignaciones realizadas por la empresa proveedora, el funcionario del departamento de cartera de la empresa proveedora procede a descargarlas en el sistema de información y a activar el cupo para poder realizar la facturación del pedido.

- La línea número 10 indica que si el pedido no se ha podido facturar exitosamente y es por causa de fondos insuficientes, el funcionario del departamento de cartera le informa cual es el monto faltante para poder activar el cupo al funcionario de la empresa distribuidora.

- La línea número 11 hace referencia al envío del recibo de consignación del monto faltante vía fax por parte del funcionario de la empresa distribuidora al funcionario del departamento de cartera de la empresa proveedora.

- La línea número 12 indica que el funcionario del departamento de cartera de la empresa proveedora verifica la consignación enviada por el funcionario de la empresa distribuidora y procede a activar el cupo en el sistema de información para que se pueda facturar el pedido.

En la tabla 12 se presenta el formato de identificación del proceso de *compras.* La tabla fue desarrollada teniendo como base los conceptos teóricos mencionados al inicio de esté capitulo.

Tabla 12. Formato de identificación del proceso de compras

	PROCESO: Compras
Responsable:	Gerente General y el Jefe de Distribución y Servicio
Inicia: Primera accion	Envio del formato de pedido via fax a la empresa proveedora
Termina: Ultima accion	Facturación del pedido por parte de la empresa proveedora
Objetivo: Que pretende el proceso	Realizar la facturación exitosa del pedido deseado
Indicadores de gestión	Calidad de los pedidos generados, volumen de compra, entregas perfectamente recibidas
Insumos **Datos de entrada:** Listados, informacion, tablas	Formato de generación de pedido a la empresa proveedora debidamente diligenciado
Proveedor:	Proceso: Gestión de Inventarios
Productos **Datos de salida:**	Facturación por parte de la empresa proveedora
Clientes:	Proceso de distribución
Recursos:	Gerente General y Jefe de Distribución y Servicio Sistema de información, fax, teléfono

En la tabla 13 se muestra el diagrama de flujo funcional para el proceso de compras. Este diagrama muestra el flujo del proceso entre las diferentes áreas o departamentos tanto de la empresa distribuidora como de la empresa proveedora. Permite identificar como los departamentos funcionales verticalmente orientados afectan un proceso que fluye horizontalmente a través de la organización.

Tabla 13. Diagrama de flujo funcional para el proceso de compras

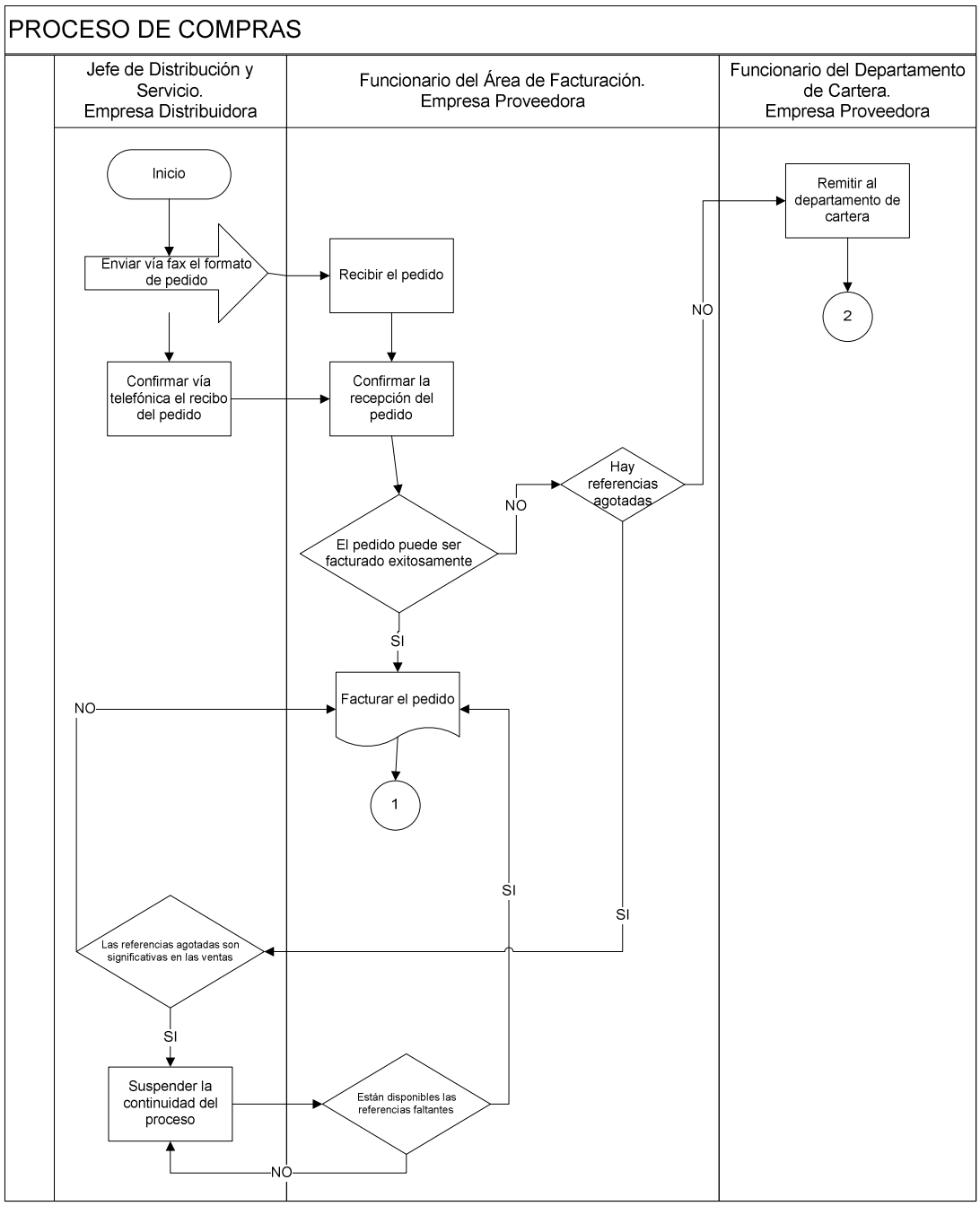
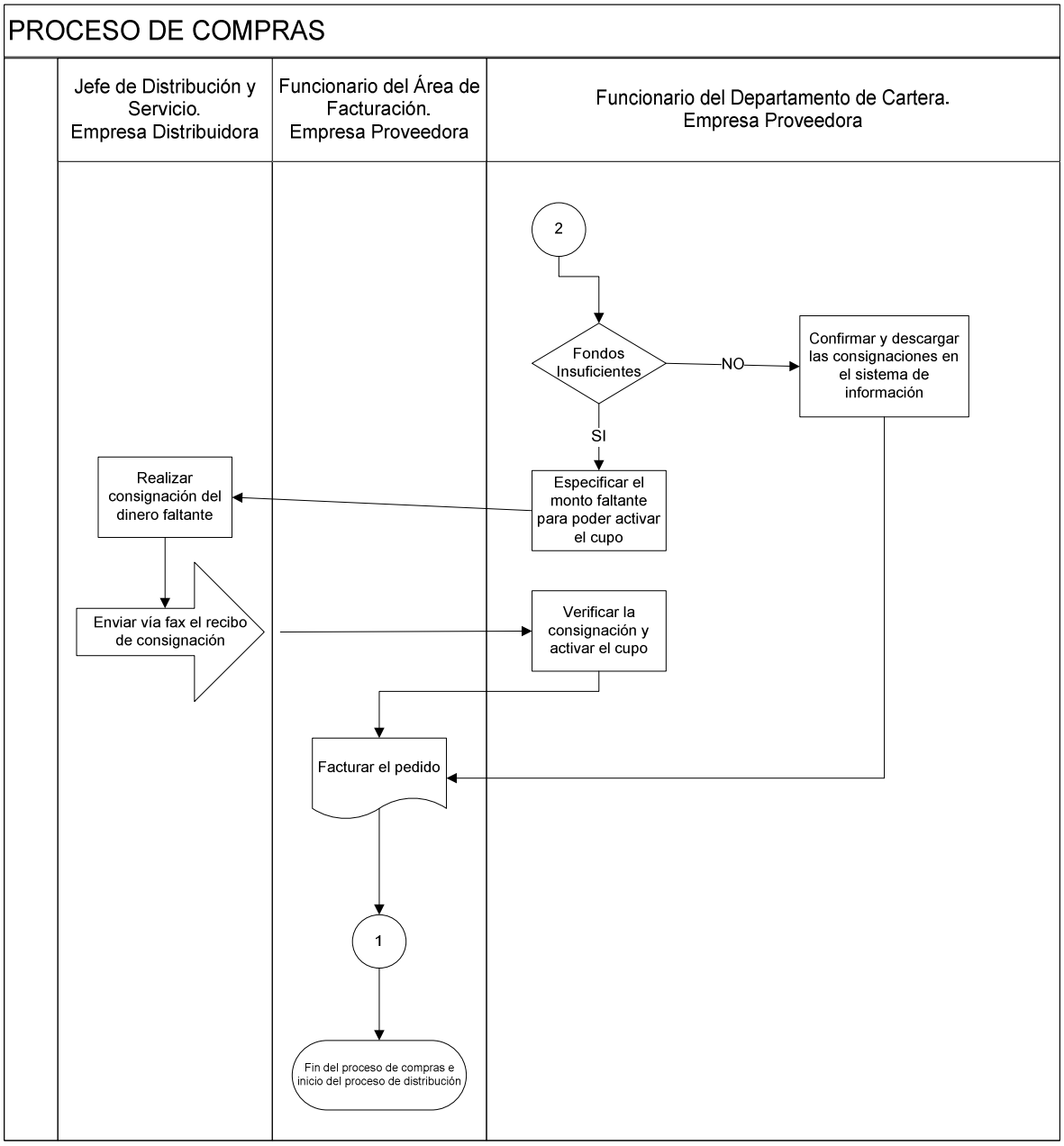


Tabla 13. (Continuación)



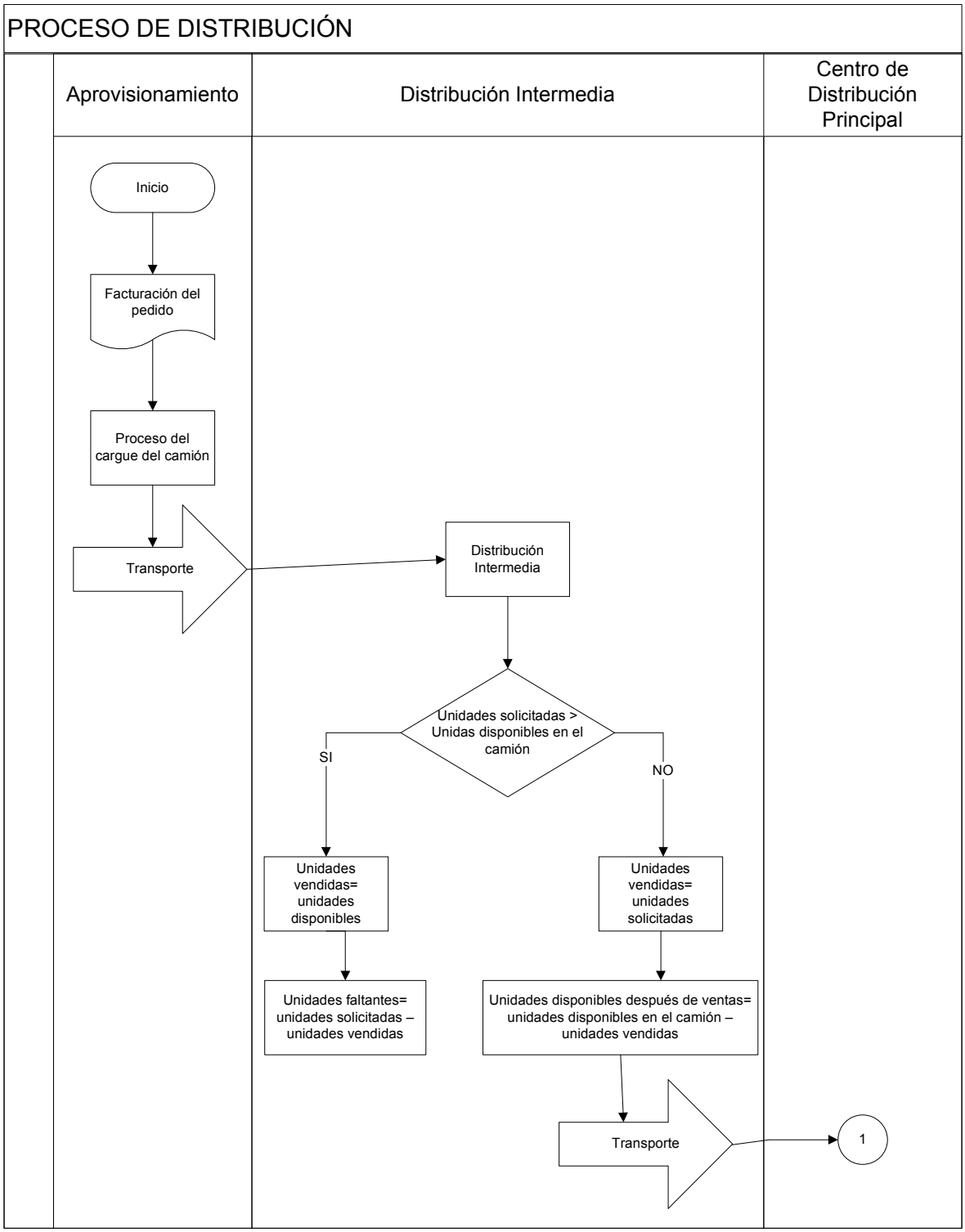
Fuente: elaboración propia

5.3 PROCESO DE DISTRIBUCIÓN

El diagrama de flujo enriquecido que muestra el flujo del proceso entre las diferentes instalaciones de la empresa distribuidora y la empresa proveedora que interviene en este proceso, se describió e ilustro en la figura 13 del capítulo 4. Por tal motivo se omite su explicación en este apartado.

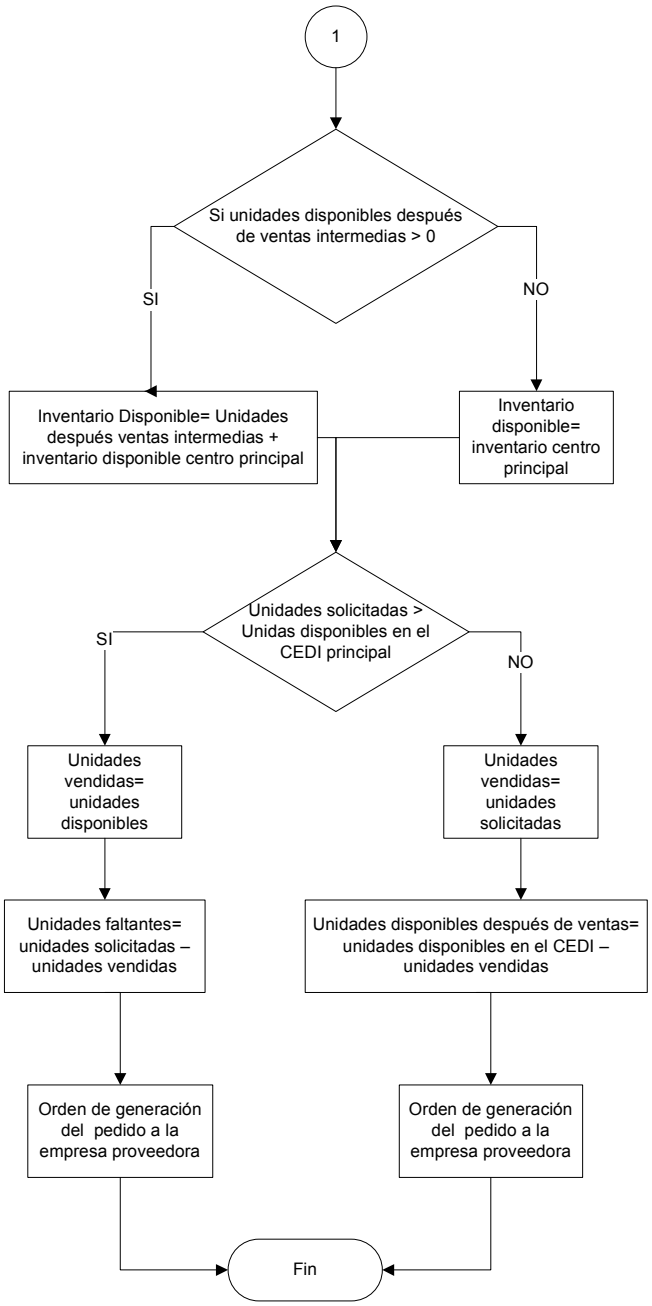
El diagrama de flujo funcional para esté proceso se describe en la tabla 14. El proceso inicia con la facturación del pedido que solicitó la empresa distribuidora a la empresa proveedora; luego se inicia el proceso de cargue del camión en el centro de distribución de la empresa proveedora. Finalizado el proceso de cargue, inicia el proceso de transporte para poder realizar la distribución intermedia; si las unidades solicitadas son mayores que las unidades disponibles en el camión las unidades vendidas son iguales a las unidades disponibles en el camión y las unidades faltantes son iguales a las unidades solicitadas por los clientes intermedios menos las unidades vendidas, en caso contrario las unidades vendidas son iguales a las unidades solicitadas por los clientes intermedios y las unidades disponibles después de ventas a los clientes intermedios son iguales a las unidades disponibles en el camión menos las unidades vendidas. Finalizado el proceso de ventas a los clientes intermedios, se procede a realizar el transporte de las unidades disponibles en el camión para cada referencia hasta el centro de distribución principal (CEDI). Cuando el camión llega al CEDI principal se procede a descargarlo y se calcula el inventario disponible como las unidades disponibles en el CEDI principal más las unidades disponibles que llegan en el camión. Tan pronto son estima las unidades disponibles en inventario para poder atender a los clientes principales, inicia el proceso de distribución. Si las unidades solicitadas por los clientes son mayores que las unidades disponibles en el inventario del CEDI principal, las unidades vendidas son iguales a las unidades disponibles en inventario y las unidades faltantes son iguales a las unidades solicitadas menos las unidades vendidas, en caso contrario las vendidas son iguales a las unidades solicitadas y las unidades disponibles después de ventas son iguales a las unidades disponibles en inventario en el CEDI principal menos las unidades vendidas. Luego de que es finalizado el proceso de distribución principal, los administradores de la empresa distribuidora proceden a generar un nuevo pedido a la empresa proveedora.

Tabla 14. Diagrama de flujo funcional para el proceso de distribución



Fuente: elaboración propia

Tabla 14. (Continuación)

PROCESO DE DISTRIBUCIÓN			
	Aprovisionamiento	Distribución Intermedia	Centro de Distribución Principal
			

En la tabla 15 se presenta el formato de identificación para el proceso de distribución. La tabla fue desarrollada teniendo como base los conceptos teóricos mencionados al inicio de esté capitulo.

Tabla 15. Formato de identificación del proceso de distribución

	PROCESO: Distribución
Responsable:	Gerente General, Jefe de Distribución y Servicio, Conductor, Vendedor
Inicia: Primera accion	Facturacíon del pedido por parte de la empresa proveedora
Termina: Ultima accion	Generación del pedido a la empresa proveedora
Objetivo: Que pretende el proceso	Entregar los productos correctos, en el lugar adecuado y en el momento oportuno
Indicadores de gestión	Entregas perfectas, entregas a tiempo y entregas completas
Insumos **Datos de entrada:** Listados, informacion, tablas	Facturas del pedido solicitado a la empresa proveedora
Proveedor:	Proceso: Compras
Productos **Datos de salida:**	Orden de generación del pedido a la empresa proveedora
Clientes:	Proceso: Gestión de Inventarios
Recursos:	Gerente General , Jefe de Distribución y Servicio, Conductor, Vendedor Sistema de información, fax, teléfono, camión, vehiculos pequeños

Fuente: elaboración propia

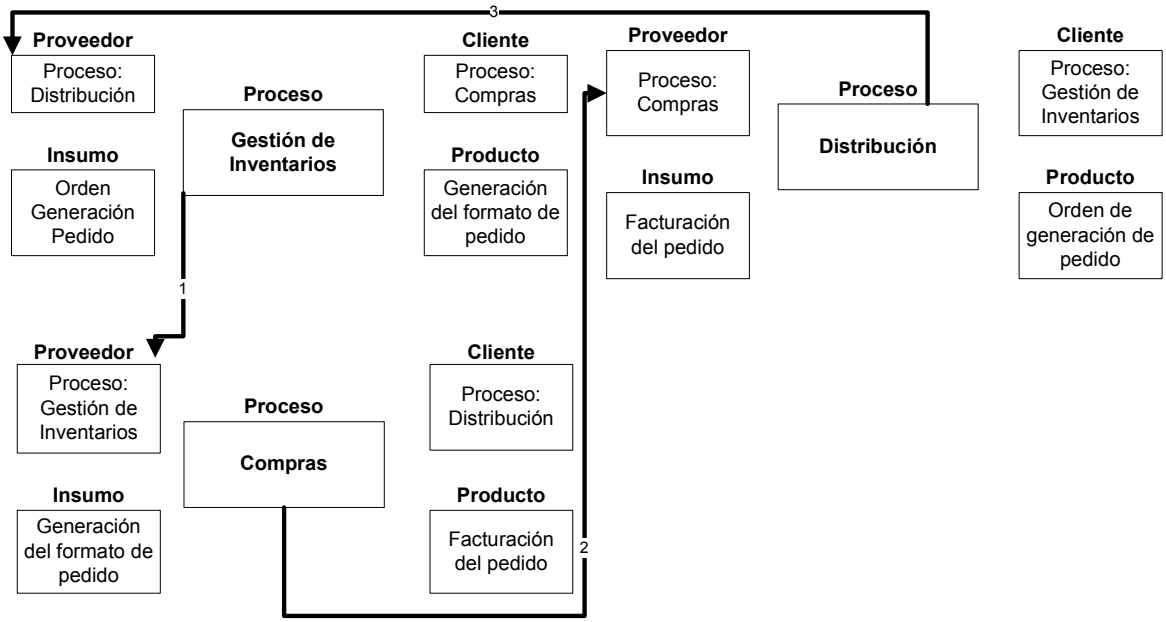
5.4 CONCLUSIÓN

Para finalizar en la figura 52 se muestra como fluye la información a través de los tres procesos mencionados anteriormente. De la figura se puede notar que el proceso *gestión de inventarios* es el proveedor del proceso *compras* (línea 1); el proceso *compras* es el proveedor del proceso de *distribución* (línea 2) y el proceso

de *distribución* es el proveedor del proceso *gestión de inventarios* (línea 3). Si se realiza el análisis de cara al cliente, el proceso de *compras* es el cliente del proceso *gestión de inventarios; este último* es el cliente del proceso *de distribución* el cual a su vez es el cliente del proceso de *compras.*

Lo expresado en la figura 52 confirma nuevamente los bucles de realimentación de información explicados en el capitulo anterior que se presentan en estos procesos.

Figura 52. Realimentación de los procesos



Fuente: elaboración propia

6. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

- **Conclusiones**

  - ✓ El modelo planteado con Dinámica de Sistemas, para la cadena de distribución de la microempresa *Lácteos y Cárnicos "MERCARDY";* incorpora algunas de las características más importantes de la cadena de distribución. La combinación de su estructura en la modelación y simulación de su comportamiento dinámico, fue muy importante en el análisis de los escenarios propuestos.

  - ✓ El aplicativo de indicadores de gestión desarrollado para la cadena de distribución de la microempresa *Lácteos y Cárnicos "MERCARDY"* incorpora, en los procesos estratégicos de compras y abastecimiento, inventario, almacenamiento y bodegaje, transporte, servicio al cliente y costos, diferentes mecanismos para medir y controlar aspectos importantes de la cadena de distribución.

  - ✓ Los aplicativos para el modelamiento con dinámica de sistemas y para el manejo de indicadores de gestión en la cadena de distribución, realizados en Microsoft Excel, están diseñados para que su funcionamiento sea de fácil comprensión por lo tanto pueden ser utilizados por usuarios expertos o no en el tema; permiten reducir tiempo y dinero a la hora de realizar cálculos; proporcionan una visión integral del desempeño de cada uno de los procesos dentro de la cadena de distribución y debido a que están desarrollados bajo Microsoft Excel, el usuario no incurre en costos adicionales asociados con la licencia de funcionamiento de Microsoft, por lo tanto sería útil para aquellas microempresas que cuentan con pocos recursos para invertir en sistemas de información reconocidos.

  - ✓ Los aplicativos desarrollados pueden ser utilizados para analizar diversos escenarios y responder a preguntas sobre el funcionamiento de la cadena de distribución en el mediano y largo plazo. El modelo de indicadores y el modelamiento con dinámica de sistemas de la cadena de distribución, pueden resultar útiles para las personas encargadas de tomar decisiones en cadenas de distribución similares.

  - ✓ De acuerdo con los artículos y documentos consultados, tanto de indicadores como de modelamiento con dinámica de sistemas, se observo que, debido a la actual dinámica y competitividad del entorno empresarial y del importante ahorro en costos que se obtiene con las mejoras en las cadenas de distribución, es beneficioso contar con un modelo de simulación para explorar y evaluar diversas políticas de mejora en la cadena de distribución antes de su aplicación.

- ✓ La herramienta informática desarrollada en Microsoft Excel para el modelamiento de la cadena de distribución incorpora dos indicadores que fueron programados bajo el mismo concepto que se desarrolla en la aplicación de indicadores de gestión. El usuario solo tendrá que indicar un intervalo meta de control el cual está definido como un límite inferior de control y superior de control; definidos estos datos el sistema se encarga de realizar los cálculos del valor del indicador y basado en los datos suministrados para el intervalo meta de control agrupa los valores del indicador en cinco segmentos resaltados con colores diferentes; los valores del indicador resaltados con color rojo indicarían que son inferiores al límite inferior de control, los resaltados con color verde indicarían que se encuentra entre los límites de control, los resaltados con color naranja indicarían que se encuentran próximos o iguales al límite inferior de control, los resaltados con color amarillo indicarían que se encuentran próximos o iguales al límite superior de control y los resaltados con color rojo claro indicarían que se encuentran por encima del límite superior de control.

- **Trabajo futuro**

  - ✓ Incorporar al modelamiento con dinámica de sistemas de la cadena de distribución, todos los indicadores de gestión propuestos para su medición y control proceso a proceso. De esta manera al realizar la simulación y el análisis de escenarios se podrían plantear estrategias más detalladas debido a que en cada período simulado se está midiendo y controlando la cadena según los limites de control para cada indicador definido por el analista.

  - ✓ Incorporar en la gestión de procesos en la cadena de distribución formatos de caracterización de procesos según el ciclo PHVA y proponer mejoras en los procesos, soportadas en las siete herramientas de la calidad.

7. REFERENCIAS

Agudelo, L. F., & Escobar, J. (2007). *GESTIÓN POR PROCESOS.* Medellín: LOS AUTORES.

Akkermans, H., & Dellaert, N. (2005). THE DISCOVERY OF INDUSTRIAL DYNAMICS: THE CONTRIBUTION OF SYSTEM DYNAMICS TO SUPPLY CHAIN MANAGEMENT IN A DYNAMIC AND FRAGMENTED WORLD. *SYSTEM DYNAMICS REVIEW* .

Anderson Jr, E. G., Morrice, D. J., & Lundeen, G. (2005). THE "PHYSICS" OF CAPACITY AND BACKLOG MANAGEMENT IN SERVICE AND CUSTOM MANUFACTURING SUPPLY CHAINS. *SYSTEM DYNAMICS REVIEW* .

Aracil, J., & Gordillo, F. (1997). *DINÁMICA DE SISTEMAS.* Madrid (España): ALIANZA.

Arshinder, Kanda, A., & Deshmukh, S. (2008). SUPPLY CHAIN COORDINATION: PERSPECTIVES, EMPIRICAL STUDIES AND RESEARCH DIRECTIONS. *INT. J. PRODUCTION ECONOMICS* .

Ashayeri, J., & Lemmes, L. (2006). ECONOMIC VALUE ADDED OF SUPPLY CHAIN DEMAND PLANNING: A SYSTEM DYNAMICS SIMULATION. *ROBOTICS AND COMPUTER-INTEGRATED MANUFACTURING* .

Birdseye Weil, H. (2007). APPLICATION OF SYSTEM DYNAMICS TO CORPORATE STRATEGY: AN EVOLUTION OF ISSUES AND FRAMEWORKS. *SYSTEM DYNAMICS REVIEW* .

Brian, H., & Xie, N. (2008). UNDESRSTANDING SUPPLY CHAIN DYNAMICS: A CHAOS PERSPECTIVE. *EUROPEAN JOURNAL OF OPERATIONAL RESEARCH* .

Caddy, I. N., & Helou, M. M. (2007). SUPPLY CHAINS AND THEIR MANAGEMENT: APPLICATION OF GENERAL SYSTEMS THEORY. *JOURNAL OF RETAILING AND CONSUMER SERVICES* .

Calderón, J. L., & Lario, F. (2007). SIMULACIÓN DE CADENAS DE SUMINISTRO: NUEVAS APLICACIONES Y ÁREAS DE DESARROLLO. *INFORMACIÓN TECNOLÓGICA* .

Celik, N., Lee, S., Vasudevan, K., & Son, Y.-J. (2010). DDDAS-BASED MULTI-FIDELITY SIMULATION FRAMEWORK FOR SUPPLY CHAIN SYSTEMS. *IIE TRANSACTIONS* .

Chan, F., & Chan, H. (2005). SIMULATION MODELING FOR COMPARATIVE EVALUATION OF SUPPLY CHAIN MANAGEMENT STRATEGIES. *INTERNATIONAL JOURNAL FO ADVANCED MANUFACTURING TECHNOLOGY* .

Chopra, S., & Meindl, P. (2008). *ADMINISTRACIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO.* México: PEARSON EDUCIÓN.

Croson, R., & Donohue, K. (2005). UPSTREAM VERSUS DOWNSTREAM INFORMATION AND ITS IMPACT ON THE BULLWHIP EFFECT. *SYSTEM DYNAMICS REVIEW* .

Cubillos Benavides, M., Méndez Jiménez, A., & Rojas Valdés, E. M. (2009). GUÍA, DISEÑO, MANEJO, INTERPRETACIÓN Y SEGUIMIENTO DE INDICADORES DE GESTIÓN. *DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE LA FUNCIÓN PUBLICA* , 48.

DANE. (s.f.). *DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADISTICA*. Recuperado el 10 de 02 de 2011, de www.dane.gov.co

Der Heijden, K. V. (1998). *ESCENARIOS.* México, D.F.: PANORAMA.

Domínguez Giraldo, G. (2005). *INDICADORES DE GESTIÓN Y RESULTADOS.* Bogotá: BIBLIOTECA JURIDICA DIKE.

Escalante, C. (1999). *SERIE APRENDER A INVESTIGAR.* BOGOTA: ICFES.

Fan, C.-Y., Fan, P.-S., & Chang, P.-C. (2010). A SYSTEM DYNAMICS MODELING APPROACH FOR A MILITARY WEAPON MAINTENANCE SUPPLY SYSTEM. *INT. J. PRODUCTION ECONOMICS* .

Fiala, P. (2005). INFORMATION SHARING IN SUPPLY CHAINS. *THE INTERNATIONAL JOURNAL OF MANAGEMENT SCIENCE* .

Forrester, J. W. (1961). *DINÁMICA INDUSTRIAL.* Buenos Aires (Argentina): INMOBILIARIA.

Gary, M. S., Kunc, M., Morecroft, J. D., & Rockart, S. F. (2008). SYSTEM DYNAMICS AND STRATEGY. *SYSTEM DYNAMICS REVIEW* .

Georgiadis, P., Vlachos, D., & Iakovou, E. (2005). A SYSTEM DYNAMICS MODELING FRAMEWORK FOR THE STRATEGIC SUPPLY CHAIN MANAGEMENT OF FOOD CHAINS. *JOURNAL OF FOOD ENGINEERING* .

Goncalves, P. (2009). BEHAVIOR MODES, PATHWAYS AND ORERALL TRAJECTORIES: EIGENVECTOR AND EIGENVALUE ANALYSIS OF DYNAMIC SYSTEMS. *SYSTEM DYNAMICS REVIEW* .

Goncalves, P., Hines, J., & Sterman, J. (2005). THE IMPACT OF ENDOGENOUS DEMAND ON PUSH-PULL PRODUCTION SYSTEMS. *SYSTEM DYNAMICS REVIEW* .

Harrington, H. J. (1993). *MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS DE LA EMPRESA.* Bogota: McGRAW-HILL INTERAMERICANA, S.A.

Huang, H.-F., Chou, Y.-C., & Chang, S. (2009). A DYNAMIC SYSTEM FOR PROACTIVE CONTROL OF DYNAMIC EVENTS IN FULL-LOAD STATES OF MANUFACTURING CHAINS. *INTERNATIONAL JOURNAL OF PRODUCTION RESEARCH* .

Huang, X.-Y., Yan, N.-N., & Guo, H.-F. (2007). AN H CONTROL METHOD OF THE BULLWHIP EFFECT FOR A CLASS OF SUPPLY CHAIN SYSTEM. *INTERNATIONAL JOURNAL OF PRODUCTION RESEARCH* .

Hung, W., Samsatli, N., & Shah, N. (2006). OBJECT-ORIENTED DYNAMIC SUPPLY-CHAIN MODELLING INCORPORATED WITH PRODUCTION SCHEDULING . *EUROPEAN JOURNAL OF OPERATIONAL RESEARCH* .

Jadermanna, R., Ruiz, L., & Langa, W. (2008). SPATIAL TEMPERATURE PROFILING BY SEMIPASSIVE RFID LOGGERS FOR PERISHABLE FOOD TRANSPORTATION. *COMPUTERS AND ELECTRONICS IN AGRICULTURE* .

Jol, S., Kassianenko, A., Wszol, K., & Oggel, J. (2006). THE COLD CHAIN, ONE LINK IN CANADA'S FOOD SAFETY INITIATIVES. *FOOD CONTROL* .

Kamath, N. B., & Roy, R. (2006). CAPACITY AUGMENTATION OF A SUPPLY CHAIN FOR A SHORT LIFECYCLE PRODUCT: A SYSTEM DYNAMICS FRAMEWORK. *EUROPEAN JOURNAL OF OPERATIONAL RESEARCH* .

Krajewski, L. J., & Ritzman, L. P. (2000). *ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES.* México: PEARSON EDUCACIÓN.

Kuo, J.-C., & Chen, M.-C. (2009). DEVELOPING AND ADVANCED MULTI-TEMPERATURE JOINT DISTRIBUTION SYSTEM FOR THE FOOD COLD CHAIN. *FOOD CONTROL* .

Lalwani, C., Disney, S., & Naim, M. (2006). ON ASSESSING THE SENSITIVITY TO UNCERTAINTY IN DISTRIBUTION NETWORK DESIGN. *INTERNATIONAL JOURNAL OF PHYSICAL DISTRIBUTION AND LOGISTICS MANAGEMENT* .

Lim, S. (2006). A SIMULATION APPROACH FOR PRODUCTION-DISTRIBUTION PLANNING WITH CONSIDERATION GIVEN TO REPLENISHMENT POLICES. *INT. J. OF ADVANCED MANUFACTURING TECHNOLOGY* .

Liu, B. (2006). SUPPLY CHAIN COORDINATION WITH COMBINED CONTRACT FOR A SHORT- LIFE-CYCLE PRODUCT. *IEEE TRANSACTIONS ON SYSTEMS* .

Minegishi, S., & Thiel, D. (2000). SYSTEM DYNAMICS MODELING AND SIMULATION OF A PARTICULAR FOOD SUPPLY CHAIN. *SIMULATION PRACTICE AND THEORY* .

Mora Garcia, L. A. (2008). *INDICADORES DE LA GESTIÓN LOGÍSTICA.* Bogota: ECOE.

Nair, A., & Closs, D. (2006). AN EXAMINATION OF THE IMPACT OF COORDINATING SUPPLY CHAIN POLICES AND PRICE MARKDOWNS ON SHORT LIFECYCLE PRODUCT RETAIL PERFORMANCE. *INTERNATIONAL JOURNAL OF PRODUCTION ECONOMICS* .

Ovca, A., & Jevsnik, M. (2008). MAINTAININING A COLD CHAIN FROM PURCHASE TO THE HOME AND AT HOME CONSUMER OPINIONS. *FOOD CONTROL* .

Ozbayrak, M., Papadopoulou, T. C., & Akgun, M. (2007). SYSTEMN DYNAMICS MODELLING OF A MANUFACTURING SUPPLY CHAIN SYSTEM. *SIMULATION MODELLING PRACTICE AND THEORY* .

Pacheco, J. C., Castañeda, W., & Caicedo, C. H. (2002). *INDICADORES INTEGRALES DE GESTIÓN.* Bogota: McGRAW-HILL INTERAMERICANA, S.A.

Pathumnakula, S., Piewthongngamb, K., & Khamjanc, S. (2009). INTEGRATING A SHRIMP-GROWTH FUNCTION, FARMING SKILLS INFORMATION, AND A SUPPLY ALLOCATION ALGORITHM TO MANAGE THE SHRIMP SUPPLY CHAIN. *COMPUTERS AND ELECTRONICS IN AGRICULTURE* .

Perea, E., Grossmann, I., Ydstie, E., & Tahmassebi, T. (2000). DYNAMIC MODELING AND CLASSICAL CONTROL THEORY FOR SUPPLY CHAIN MANAGEMENT. *COMPUTERS & CHEMICAL ENGINEERING* .

Pérez, J. (2009). *GESTIÓN POR PROCESOS.* Madrid: ESIC.

Persson, F., & Araldi, M. (2007). THE DEVELOPMENT OF A DYNAMIC SUPPLY CHAIN ANALYSIS TOOL-INTEGRATION OF SCOR AND DISCRETE EVENT SIMULATION . *INT. J. PRODUCTION ECONOMICS* .

Pierreval, H., Bruniaux, R., & Caux, C. (2007). A CONTINUOUS SIMULATION APPROACH FOR SUPPLY CHAIN IN THE AUTOMOTIVE INDUSTRY. *SIMULATION MODELLING PRACTICE AND THEORY* .

Rediersa, H., Claesa, M., Peetersa, L., & Willemsa, K. A. (2008). EVALUATION OF THE COLD CHAIN OF FRESH-CUT ENDIVE FROM FARMER TO PLATE. *POSTHARVEST BIOLOGY AND TECHNOLOGY* .

Roure, J., Moñino, M., & Rodriguez, M. (1997). *LA GESTIÓN ESTRATEGICA DE LOS PROCESOS.* BARCELONA: CANON EDITORIAL, S.L.

Sarimveis, H., Patrinos, P., Tarantilis, C. D., & Kiranoudis, C. T. (2007). DYNAMIC MODELING AND CONTROL OF SUPPLY CHAIN SYSTEMS: A REVIEW. *COMPUTERS & OPERATIONS RESEARCH* .

Serna Gómez, H. (2006). *ÍNDICES DE GESTIÓN.* Bogota: PANAMERICANA LTDA.

Sharman, G. (1984). THE REDISCOVERY OF LOGISTICS . *HARVARD BUSINESS REVIEW* .

Shukla, K., Tiwari, M., Wan, H.-D., & Shankar, R. (2009). OPTIMIZATION OF THE SUPPLY CHAIN NETWORK: SIMULATION, TAGUCHI, AND PSYCHOCLONAL ALGORITHM EMBEDDED APPROACH. *INDUSTRIAL ENGINEERING* .

Stefanovic, D., Stefanovic, N., & Radenkovic, B. (2009). SUPPLY NETWORK MODELLING AND SIMULATION METHODOLOGY. *SIMULATION MODELLING PRACTICE AND THEORY* .

Sterman, J. (2000). *BUSINESS DYNAMICS: SYSTEMS THINKING AND MODELING FOR A COMPLEX WORLD.* UNITED STATES OF AMERICA: MC GRAW HILL.

Sterman, J. (1989). MODELING MANAGEMENT BEHAVIOR: MISPERCEPTIONS OF FEEDBACK IN A DYNAMIC DECISION MAKING EXPERIMENT. *MANAGEMENT SCIENCE* .

Ulieru, M., & Cobzaru, M. (2005). BUILDING HOLONIC SUPPLY CHAIN MANAGEMENT SYSTEMS: AN E-LOGISTICS APLICATION FOR THE TELEPHONE MANUFACTURING INDUSTRY. *IEEE TRANSACTIONS ON INDUSTRIAL INFORMATICS* .

Verbic, M. (2006). DISCUSSING THE PARAMETERS OF PRESERVATION OF PERISHABLE GOODS IN A COLD LOGISTIC CHAIN MODEL. *APPLIED ECONOMICS* .

Villegas, F. A., & Smithz, N. R. (2006). SUPPLY CHAIN DYNAMICS: ANALYSIS OF INVENTORY VS ORDER OSCILLATIONS TRADE-OFF. *INT. J. OF PRODUCTION RESEARCH* .

Vlachos, D., Georgiadis, P., & Iakovou, E. (2007). A SYSTEM DYNAMICS MODEL FOR DYNAMIC CAPACITY PLANNING OF REMANUFACTURING IN CLOSED-LOOP SUPPLY CHAINS. *COMPUTERS & OPERATIONS RESEARCH* .

Yourdon, E. (1993). *ANALISIS ESTRUCTURADO MODERNO.* MEXICO: PRENTICE HALL.

Zhang, C. (2006). SHARING SHIPMENT QUANTITY INFORMATION IN THE SUPPLY CAHIN. *OMEGA* .