

**MODELO DE SIMULACION CON DINAMICA DE SISTEMAS PARA EL  
SISTEMA PRODUCTIVO DE LA FABRICA CALZADO BRIOSO Y BLESSING**

**ANDERSSON FABIAN JAIMES GUALDRON**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO MECÁNICAS  
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES  
BUCARAMANGA**

**2016**

**MODELO DE SIMULACION CON DINAMICA DE SISTEMAS PARA EL  
SISTEMA PRODUCTIVO DE LA FABRICA CALZADO BRIOSO Y BLESSING**

**PRESENTADO POR:**

**ANDERSSON FABIAN JAIMES GUALDRON**

**Trabajo de grado para optar el título de:**

**INGENIERO INDUSTRIAL**

**DIRECTOR**

**Ph. D. HENRY LAMOS DIAZ**

**Ph.D. EN FÍSICA-MATEMÁTICA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**

**FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO MECÁNICAS**

**ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES**

**BUCARAMANGA**

**2016**

## TABLA DE CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	16
<b>1. GENERALIDADES DEL PROYECTO</b> .....	20
1.1 OBJETIVOS.....	21
1.1.1 Objetivo General.....	21
1.1.2 Objetivos Específicos.....	21
1.2 JUSTIFICACION.....	22
1.3 ALCANCE .....	24
<b>2. DESCRIPCION ORGANIZACIONAL</b> .....	25
2.1 MARCO HISTORICO DEL SECTOR .....	25
2.2 SITUACION ACTUAL DE LA EMPRESA.....	26
2.2.1 Razón Social de la empresa .....	26
2.2.2 Localización.....	27
2.2.3 Representante Legal:.....	27
2.2.4 Objeto Social de la empresa .....	27
2.2.5 Misión.....	27
2.2.6 Visión .....	27
2.2.7 Valores Organizacionales .....	27
2.2.8 Estructura Organizativa.....	28
2.2.9 Mercado que atiende .....	28
2.2.10 Competencia Local .....	28
2.2.11 Estructura Organizacional de la Empresa.....	29
2.2.12 Recurso Humano .....	30
2.2.13 Maquinaria y equipo utilizado .....	30
2.2.14 Proveedores.....	30
2.2.15 Portafolio de productos .....	31
2.2.16 Canales de distribución.....	32
2.2.17 Mapa de procesos de la empresa.....	32

2.2.18 Política de Ventas .....	32
2.2.19 Política de Compras:.....	33
2.2.20 Política de servicios: .....	34
<b>3. MARCO TEORICO .....</b>	<b>35</b>
3.1 MARCO DE ANTECEDENTES.....	35
3.2 DINAMICA DE SISTEMAS .....	38
3.2.1 Elementos de los modelos en Dinámica de Sistemas .....	38
3.2.2 Variables.....	39
3.2.3 Componentes .....	39
3.2.4 Parámetros .....	39
3.2.5 Relaciones Funcionales.....	39
3.2.6 Retardos .....	39
3.2.7 Diagrama de Causalidad .....	40
3.2.8 Bucles de realimentación.....	41
3.2.8.1 Bucles de realimentación positiva.....	41
3.2.8.2 Bucles de realimentación negativa .....	42
3.2.9 Diagramas de Forrester .....	42
3.3 Metodología de la Dinámica de Sistemas.....	42
3.3.1 Fases para el desarrollo del modelo en dinámica de sistemas.....	43
3.3.1.1 Fase de identificación del problema y análisis del comportamiento ...	43
3.3.1.2 Fase de Modelado cualitativo, o causal, del sistema .....	43
3.3.1.3 Fase de modelado Cuantitativo .....	43
3.3.1.4 Fase de Evaluación y análisis del modelo .....	44
3.3.2 SIMULACION Y ANALISIS DE SENSIBILIDAD DEL MODELO .....	44
3.3.2.1 Pruebas a la estructura del modelo .....	45
3.4 GESTION DE ALMACENAMIENTO .....	47
3.4.1 Recepción de materiales .....	47
3.5 GESTION DE INVENTARIOS.....	48
3.5.1 Costos de inventario: .....	49

3.5.3 Propósito de los inventarios.....	50
3.5.4 Sistemas De Entradas Y Salidas .....	51
<b>4. ANALISIS DE PROCESOS .....</b>	<b>52</b>
4.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO.....	52
4.1.1 Diagrama de flujo del proceso productivo.....	56
4.2 DESCRIPCION DE LOS PROCESOS QUE ABORDARA EL TRABAJO DE GRADO.....	57
4.2.1 Gestión de inventarios-situación actual .....	57
4.2.2 Gestión de almacenamiento- situación actual .....	59
<b>5. METODOLOGIA DE LA DINAMICA DE SISTEMAS .....</b>	<b>61</b>
5.1 FASE DE IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA Y ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO: .....	62
5.1.1 Definición del problema .....	62
5.1.2 Elementos Que Representan El Modelo Del Sistema Productivo De Calzado Brioso .....	63
5.2 FASE DE MODELADO CUALITATIVO, O CAUSAL, DEL SISTEMA .....	69
5.3 FASE DE MODELADO CUANTITATIVO .....	75
5.4 FASE DE EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DEL MODELO.....	80
5.4.1 Pruebas a la verificación de la estructura .....	80
5.4.2 Análisis del comportamiento del modelo.....	81
5.4.2.1 Análisis del comportamiento de las variables más influyentes en el modelo y discusión de resultados.....	82
5.4.2.2 Análisis del comportamiento suministros vs. Pedidos a proveedor ....	85
5.4.2.3 Variación de los parámetros del modelo y análisis de su comportamiento .....	88
<b>6. IMPLEMENTACIÓN DE PROPUESTAS DE MEJORA .....</b>	<b>101</b>
6.1 CLASIFICACIÓN ABC DE LA MATERIA PRIMA EN BODEGA .....	101
6.1.1 Mejora propuesta .....	101
6.1.2 Problema que se pretende atender .....	101
6.1.3 Objetivo de la propuesta .....	102
6.1.4 Desarrollo de la mejora.....	102

6.2 PROPUESTA DE POLITICAS PARA LA MEJORA EN EL PROCESO DE GESTION DE ALMACENAMIENTO .....	111
6.2.1 Mejora Propuesta .....	111
6.2.2 Problema que se pretende atender .....	111
6.2.3 Objetivo de la propuesta .....	111
6.2.4 Justificación .....	112
6.2.5 Descripción de la propuesta de mejora.....	113
6.2.5.1 Políticas para el almacenamiento de materiales.....	113
6.2.5.2 Políticas para el despacho de materiales a clientes internos.....	114
6.3 SISTEMA DE CONTROL DE ENTRADAS Y SALIDAS.....	115
6.3.1 Mejora propuesta .....	115
6.3.2 Problema que se pretende atender .....	115
6.3.3 Objetivo de la propuesta .....	115
6.3.4 Descripción de la propuesta de mejora.....	115
6.3.5 Metodología para la implementación del sistema de control de inventario: .....	116
<b>7. CONCLUSIONES.....</b>	<b>119</b>
<b>8. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>121</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>122</b>

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Generalidades del proyecto .....	20
Figura 2. Descripción Organizacional .....	25
Figura 3. Estructura organizacional de la empresa.....	29
Figura 4. Muestra portafolio de productos Calzado Brioso y Blessing .....	31
Figura 5. Portafolio de muestras .....	32
Figura 6. Comportamiento de las ventas en pares del semestre .....	33
Figura 7. Principales clientes de Calzado Brioso y Blessing.....	34
Figura 8. Marco Teórico .....	35
Figura 9. Análisis de procesos .....	52
Figura 10. Diagrama de flujo del proceso productivo .....	56
Figura 11. Diagrama de flujo de procesos .....	59
Figura 12. Material en el sueño de la bodega y defectos en las pieles.....	60
Figura 13. Metodología de la dinamica de sistemas. ....	61
Figura 14. Diagrama causal del modelo .....	70
Figura 15. Bucle de pedidos en tránsito.....	71
Figura 16. Bucle de suministros de inventario .....	72
Figura 17. Bucle de drenaje de inventario .....	73
Figura 18. Bucle aumento pedido en tránsito .....	74
Figura 19. Bucle de faltantes .....	74
Figura 20. Diagrama de Forrester del modelo .....	75
Figura 21. Inventario vs Solicitudes del Cliente .....	82
Figura 22. Comportamiento de la variable Suministros y Pedidos a proveedor.....	87
Figura 23. Comportamiento de la variable suministros y pedidos a proveedor con reducción del 18,5% en el tiempo en corregir existencias. ....	88
Figura 24. Inventario de seguridad versus solicitudes del cliente con factor de seguridad 1,039 (nivel de servicio= 85%) .....	92

Figura 25. Análisis inventario de seguridad versus solicitudes del cliente con factor de seguridad 2,367 (nivel de servicio 99%) .....	92
Figura 26. . Inventario versus solicitudes del cliente con tiempo en corregir existencias de 2,87 días y nivel de servicio del 85% .....	93
Figura 27. Inventario versus solicitudes del cliente con tiempo en corregir existencias de 2,87 días y nivel de servicio del 90% .....	93
Figura 28. Inventario versus solicitudes del cliente con tiempo en corregir existencias de 2,87 días y nivel de servicio del 97% .....	94
Figura 29. Inventario versus solicitudes del cliente con tiempo en corregir existencias de 2,87 días y nivel de servicio del 95% .....	94
Figura 30. Inventario versus solicitudes del cliente con tiempo en corregir existencias de 2,87 días y nivel de servicio del 99% .....	94
Figura 31. Solicitudes del cliente con aumento del 20%: (98-874) pares/día y 1,039 (N.S= 85%) .....	96
Figura 32. Solicitudes del cliente con aumento del 20%: (98-874) pares/día y 1,3 (N.S= 90%) .....	96
Figura 33. Solicitudes del cliente con aumento del 20%: (98-874) pares/día y 1,65 (N.S= 95%) .....	97
Figura 34. Solicitudes del cliente con aumento del 20%: (98-874) pares/día y 1,90(N.S= 97%) .....	97
Figura 35. Solicitudes del cliente con aumento del 20%: (98-874) pares/día y 2,67 (N.S= 99%) .....	98
Figura 36. Implementación de propuesta de mejora.....	101
Figura 37. Cueros en el suelo .....	103
Figura 38. Cueros arrumados sin clasificación .....	103
Figura 39. Sobrantes de cuero.....	103
Figura 40. Suelas arrumadas en desorden y sin clasificación. ....	103
Figura 41. Suela Ref. Pamela (suela de línea) arrumadas con riesgo a caerse ..	103
Figura 42. Cueros tipo A organizados y clasificados .....	105
Figura 43. Suela tipo A Pamela reorganizada y clasificada .....	106

Figura 44. Cueros tipo B .....	107
Figura 45. Suelas tipo B.....	108
Figura 46. Cueros tipo C .....	109
Figura 47. Cueros presentan problemas de calidad .....	112
Figura 48. Diagrama de actividades en la gestión de almacenamiento .....	114
Figura 49. Capacitación del bodeguero acerca del sistema de control de inventario .....	117

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Maquinaria y equipo.....	30
Tabla 2. Proveedores de suministros.....	30
Tabla 3. Ventas en unidades del segundo semestre de 2015 .....	33
Tabla 4. Nivel de servicio deseado con factor de seguridad Z.....	50
Tabla 5. Cantidad de cuero utilizada por tipo de producto.....	65
Tabla 6. Tabla Valores nivel de servicio y factor de seguridad Z.....	69
Tabla 7. Comparación datos de las variables Inventario y solicitudes del cliente..	83
Tabla 8. Comparación datos de las variables Inventario, Inventario de seguridad, pedidos a proveedor, Pedido en tránsito, y Faltantes Acumulado .....	84
Tabla 9. Comparación de datos de las pedidos a proveedor, variables suministros y faltantes acumulado. ....	86
Tabla 10. Valores en el tiempo de las variables suministros, pedidos a proveedor y faltantes acumulado.....	89
Tabla 11. Valores en el tiempo de la variable suministros, pedidos a proveedor y faltantes acumulado con incremento del parámetro tiempo en corregir las existencias del 20%. ....	90
Tabla 12. Tabla valores nivel de servicio y factor de seguridad Z.....	91
Tabla 13. Análisis valores en el tiempo: Inventario, inventario de seguridad, suministros, solicitudes del cliente, pedido a proveedor y faltantes acumulado.....	99
Tabla 14. Referencias cueros tipo A.....	104
Tabla 15. Referencias suelas tipo A .....	105
Tabla 16. Referencias de cueros tipo B .....	106
Tabla 17. Referencias de suela tipo B .....	107
Tabla 18. Referencias Cueros tipo C .....	108
Tabla 19. Referencias suelas tipo C .....	110

## LISTA DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
ANEXO A. Contenido Organizacional.....	124
ANEXO B. Inventarios de cuero a 30 de Abril de 2016.....	127
ANEXO C. Inventarios Suelas a 30 de Abril de 2016 .....	129
ANEXO D. Tabla tiempo en corregir existencias inicial .....	132
ANEXO E. Tabla valores mejora de Tiempo en corregir las existencias .....	133
ANEXO F. Formato implementación para el registro de entradas de cuero .....	134
ANEXO G. Formato implementación para el registro de salidas de cuero de cueros .....	134
ANEXO H. Formato de Implementación para el registro de entradas de suela ..	134
ANEXO I. Formato de Implementación para el registro de salidas de suela .....	134
ANEXO J. Sistema de control de inventarios.....	134
ANEXO K. Hoja de ingreso de datos al sistema de control de inventarios .....	134
ANEXO L. Hoja Reporte de Stock del sistema de control de inventarios .....	134

## RESUMEN

**TITULO: “MODELO DE SIMULACION CON DINAMICA DE SISTEMAS PARA EL SISTEMA PRODUCTIVO DE LA FABRICA CALZADO BRIOSO AND BLESSING”.\***

**AUTOR: JAIMES GUALDRON, Andersson Fabian\*\***

**PALABRAS CLAVES:** Simulación, Plan de mejoramiento, dinámica de sistemas, tiempos, modelo, capacidad, proceso

Los modelos de simulación con dinámica de sistemas son útiles en el estudio de sistemas inestables, dado que, ofrecen la posibilidad de estudiar el comportamiento y las consecuencias de las múltiples interacciones de los elementos de un sistema a través del tiempo. De esta manera los usuarios tienden a emplearlos como herramientas que apoyan la toma de decisiones, con el interés de reflexionar las reacciones a sus acciones.

El presente trabajo tiene como finalidad el mejoramiento del sistema productivo de la empresa Calzado Brioso And Blessing, a través del modelado y simulación con Dinámica de sistemas. Los procesos analizados en este proyecto son Gestión de Inventarios, planeación de requerimiento de materiales y gestión de almacenamiento; esto permite concluir que se beneficiaran las condiciones laborales y financieras de la compañía.

Se construye un modelo mediante el uso del software PowerSim<sup>1</sup> estudio, el modelo permite simular la gestión de abastecimiento de manera que se logre la sinergia en todas las actividades e inventarios para cumplir con la demanda. En la fase final, mediante una serie de pruebas se evaluó la validez y calidad del modelo. Se determinó las causas estructurales que provocan las respuestas del sistema, lo que permite diseñar e implementar propuestas de mejora en la empresa. Este modelo proporciona a las empresas que trabajan en la producción de bienes una herramienta útil para la toma de decisiones, ya que permite visualizar el comportamiento de un sistema productivo desde varias perspectivas y consideraciones.

---

\*Trabajo de Grado

\*\*Facultad de Físico-Mecánicas. Escuela Ingeniería Industrial. Director: Henry Lamos Díaz, Ph.D. en Física-matemática.

<sup>1</sup> Powersim Software License Number: PSSTUDIO-103066-L45AD Product Key: NPIU7-GJBAE-CXTUN-J9WHO-75V21

## ABSTRACT

**TITLE:** MODEL OF SIMULATION WITH SYSTEM DYNAMICS FOR THE PRODUCTIVE SYSTEM OF THE CALZADO BRIOSO AND BLESSYN FACTORY.\*

**AUTHOR:** ANDERSSON FABIAN JAIMES GUALDRON\*\*

**Keywords:** Simulation, Plan of improvement, system dynamics, times, model, capacity, process

The simulation models with dynamic systems are useful in the study of unstable systems, since they offer the possibility of studying the behavior and the consequences of the multiple interactions of the elements of a system over time. These way users tend to use them as tools that support decision-making, with the interest to reflect the reactions to your actions.

This work aims to improve the productive system of the company Footwear Brioso and Blessing, through modeling and simulation System Dynamics processes are analyzed in this project Inventory Management and storage management; this leads to the conclusion that benefited labor and financial conditions of the company.

The model is constructed using the software PowerSim study; the model can simulate supply management so that synergy is achieved in all activities and inventories to meet demand. In the final phase, by a series of tests the validity and quality of the model was evaluated. The structural causes of system responses was determined, allowing design and implement proposals for improvement in the company.

This model provides companies working in the production of goods a useful tool for decision making, and to visualize the behavior of a production system from several perspectives and considerations.

---

\* Bachelor Thesis

\*\* Facultad de Físico-Mecánicas. Escuela Ingeniería Industrial. Director: Henry Lamos Díaz, Ph.D. en Física-matemática.

## INTRODUCCION

La necesidad de dar respuestas a una realidad cambiante y dinámica en la que los modelos tradicionales no han dado una respuesta satisfactoria o suficiente, genera un espacio para que la Dinámica de Sistemas proponga una aproximación diferente a la del paradigma dominante en la que los problemas se entienden como estados predecibles, estables, ordenados, lineales y controlables.

El mundo en que vivimos cada vez se vuelve más complejo y por ello es difícil comprender el comportamiento de los sistemas, surgiendo así la necesidad de crear nuevas herramientas y metodologías que permitan comprender e intervenir los sistemas complejos de una manera eficaz. Es frecuente encontrar empresas que quieren implantar políticas y reformas sin ni siquiera conocer y haber evaluado el impacto positivo o negativo a la que estas podrían conducir, es por ello que en el diseño de políticas y planificación se requiere de instrumentos que permitan estudiar alternativas para el proceso de toma de decisiones, que permitan tomar las decisiones después de conocer y analizar la información recogida del sistema en base a un modelado del sistema. Una metodología actualmente utilizada es la Dinámica de sistemas; creada a mediados de los años 1950 por el profesor Jay Forrester a raíz de un trabajo suyo para General Electric donde observo que en las empresas se producían fenómenos de realimentación que podían ser causa de oscilaciones. De esta forma, ideó la dinámica industrial, una metodología que permitía construir modelos cibernéticos de los procesos industriales, con la posibilidad de simular su evolución temporal con la ayuda del ordenador. Los modelos de la dinámica de sistemas han permitido desarrollar investigaciones con un alto nivel interdisciplinario en diversas áreas como la Economía, política, salud, Agroindustria, ambiental, biología, educación, jurídica y transporte.

El presente trabajo usa la metodología de la dinámica de sistemas para entender el comportamiento del sistema productivo de Calzado Briosos and Blessing; a través de un modelo construido con ayuda del software POWERSIM con el objeto de explicar el comportamiento del sistema en razón a su estructura y políticas de

orientación, servir como instrumento para estudiar cambios estructurales y/o políticos de la organización y ayudar a comprender la complejidad del sistema; analizando las fluctuaciones presentadas en el sistema, los ciclos de realimentación, elementos, flujos de información y de material en el sistema. Por tanto, el modelo debe ser sometido a pruebas con el fin de poder garantizar los objetivos antes mencionados y así estimar comportamientos futuros que den soporte para la toma de decisiones.

## TABLA DE CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS

OBJETIVO	CUMPLIMIENTO
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar un diagnóstico general del proceso productivo de la fábrica calzado Brioso y Blessing con el fin de obtener información suficiente para determinar el estado actual de la empresa.</li> </ul>	<p>Ver numeral 2.2 página 21</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudiar el estado del arte, analizar diferentes modelos existentes y efectuar una revisión bibliográfica acerca de conceptos teóricos de la dinámica de sistemas.</li> </ul>	<p>Ver numeral 3 página 30</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar elementos que intervienen en el proceso productivo y las interrelaciones existentes entre los mismos con la finalidad de detectar bucles o ciclos de realimentación.</li> </ul>	<p>Ver numeral 5.1.2 página 58</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construir el diagrama causal entre los elementos que se consideran que interactúan.</li> </ul>	<p>Ver numeral 5.2 página 64</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar los factores cuantificables que componen los elementos en el sistema productivo.</li> </ul>	<p>Ver numeral 5.3 página 70</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelar con Dinámica de sistemas y a través del software PowerSim, el sistema productivo de la fábrica Calzado Brioso de modo que permita comprender y realizar experimentos sobre el comportamiento de los inventarios.</li> </ul>	<p>Ver numeral 5.3 página 70</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar las simulaciones que se precisen, analizar las respuestas del sistema y elaborar conclusiones de la investigación.</li> </ul>	<p>Ver numeral 5.4 página 74</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar aspectos críticos encontrados en el diagnóstico inicial para diseñar propuestas de mejora y comprender las causas estructurales que provocan el comportamiento del sistema.</li> </ul>	<p>Ver numeral 6 página 97</p>

## 1. GENERALIDADES DEL PROYECTO

A continuación se expone las generalidades del proyecto, por las cuales se dio inicio a la realización del siguiente trabajo.

Figura 1. Generalidades del proyecto



## **1.1 OBJETIVOS**

### **1.1.1 Objetivo General**

Construir un modelo de simulación con dinámica de sistemas para el sistema productivo de la empresa calzado Briosos and Blessing que apoye el proceso de toma de decisiones.

### **1.1.2 Objetivos Específicos**

- Realizar un diagnóstico general del proceso productivo de la fábrica calzado Briosos y Blessing con el fin de obtener información suficiente para determinar el estado actual de la empresa.
- Estudiar el estado del arte, analizar diferentes modelos existentes y efectuar una revisión bibliográfica acerca de conceptos teóricos de la dinámica de sistemas.
- Identificar elementos que intervienen en el proceso productivo y las interrelaciones existentes entre los mismos con la finalidad de detectar bucles o ciclos de realimentación.
- Construir el diagrama causal entre los elementos que se consideran que interactúan.
- Identificar los factores cuantificables que componen los elementos en el sistema productivo.
- Modelar con Dinámica de sistemas y a través del software PowerSim, el sistema productivo de la fábrica Calzado Briosos de modo que permita comprender y realizar experimentos sobre el comportamiento de los inventarios.
- Realizar las simulaciones que se precisen, analizar las respuestas del sistema y elaborar conclusiones de la investigación.
- Identificar aspectos críticos encontrados en el diagnóstico inicial para diseñar propuestas de mejora y comprender las causas estructurales que provocan el comportamiento del sistema.

## 1.2 JUSTIFICACION

La necesidad de tomar decisiones asociadas a sistemas complejos de carácter organizacional con múltiples efectos de realimentación, que incluyen respuestas no lineales, y demoras estructurales que retrasan el impacto a las medidas adoptadas, requiere la utilización efectiva de herramientas cuantitativas. Los métodos y modelos de dinámica de sistemas desarrollados por Forrester, Senge y Sterman, entre otros, son adecuados para tratar este tipo de problemas, ya que permiten representar y evaluar la complejidad dinámica de este tipo de sistemas con el fin de diseñar políticas, planear cambios estructurales en sistemas y procesos y acelerar el aprendizaje organizacional. La simulación en la dinámica de sistemas permite realizar experimentos sobre un modelo en lugar de hacerlo con un sistema real; es decir permite observar los efectos que la adopción de una nueva política o de una nueva forma organizativa tendrá sobre el sistema real.

Algunas de las ventajas que esta metodología ofrece frente a la experimentación sobre el sistema real son las siguientes:

- Su bajo costo, puesto que únicamente se requiere invertir en la elaboración del modelo mientras que la adopción de cualquier medida en el sistema real implicaría la inversión de fuertes sumas.
- La simulación mediante un modelo supone un ahorro de tiempo, puesto que, una vez elaborado el modelo, la simulación de una posible política o situación se efectúa en un momento. Por el contrario, la adopción de decisiones en el sistema real requiere mayor inversión en tiempo para su discusión y puesta en práctica y sus efectos se manifestarán en el largo plazo.
- La eliminación del riesgo de adopción de políticas inadecuadas. Las repercusiones de la adopción de una política inadecuada afectarán a todo el sistema y sus efectos negativos perdurarán en el largo plazo.

La aplicación de esta herramienta permite una mejor comprensión del sistema objeto de análisis y del problema de partida al permitir la obtención de una visión

global del mismo, facilitando el planteamiento de medidas alternativas que eliminaran las fluctuaciones y permiten la consecución del equilibrio en los procesos analizados. Por lo tanto, todas estas ventajas antes mencionadas conllevan a la fábrica a ser más competitiva y productiva ante la gran cantidad de competencia existente en el sector del calzado en Bucaramanga.

Calzado Briosos and Blessing presenta problemas en su sistema productivo, tales como: altos niveles de producto en proceso, paros en la producción, desperdicio de material en sus procesos, desorden en los diferentes puestos de trabajo, procesos no estandarizados, entre otros. Considerando los inconvenientes que se han presentado debido al rápido crecimiento de la empresa, el aumento del volumen de ventas y la incapacidad que en ocasiones se tiene para poder atenderlas, ya sea por falta de tiempo, recursos o de control por parte de sus directivos, se ha visto la necesidad de realizar un estudio a su proceso productivo, con el objeto de diseñar un plan de mejoramiento que brinde el soporte necesario para corregir las situaciones que han ocasionado pérdidas importantes a la organización, brindando soporte para la toma de decisiones estratégicas u operativas con base en la aplicación de la dinámica de sistemas como metodología de simulación.

Por consiguiente, es allí donde nace la realización de este proyecto, el cual aportará una valiosa aplicación de la metodología como lo es en una fábrica de calzado; en el área de producción, que será importante para diversos estudiosos y analistas del tema dinámica de sistemas, ya que existen pocos trabajos relacionados con respecto a la dinámica de sistemas en este campo de producción.

El trabajo se llevará a cabo con el apoyo de la gerencia y todos los operarios de la empresa, con el fin dar soporte a la toma de decisiones, y de esta manera poder ayudar a la empresa a cumplir uno de sus mayores objetivos que es mejorar cada día hasta expandirse hacia nuevos mercados tanto nacionales como internacionales.

### **1.3 ALCANCE**

El alcance del presente proyecto comprende el análisis, modelado y validación del sistema productivo de la empresa, para posteriormente implementar acciones de mejora. Las etapas que tendrán lugar durante su desarrollo se describen a continuación:

Durante la primera etapa se analizará el proceso productivo mediante un diagnóstico de la situación actual de Calzado Bioso, de manera que permita conocer la empresa e identificar las variables más influyentes en el sistema y sus relaciones entre sí. Finalmente se van identificando progresivamente los distintos elementos que forman parte del sistema y sus respectivas relaciones; llegando al diagrama causal.

La segunda etapa tiene como objetivo final obtener un modelo cuantitativo del sistema para ser simulado en un ordenador, para ello se debe traducir el diagrama causal a un diagrama de Forrester que es un paso intermedio para la obtención de las ecuaciones matemáticas que definen el comportamiento del sistema.

La tercera etapa consta de comprobar el modelo, mediante una serie de pruebas y análisis para evaluar su validez y calidad. Así como también realizar un análisis de sensibilidad del modelo para identificar los parámetros que provocan variaciones apreciables en los resultados. Finalmente realizar estimaciones cuidadosas de dichos parámetros y a una mayor atención en la construcción de hipótesis para escenarios posibles.

La cuarta y última etapa consta de la realización e implementación de un plan de mejora, principalmente en las áreas de inventarios. El proyecto se dará por terminado cuando se realice la retroalimentación del proceso llevado a cabo y se den tanto las conclusiones como las recomendaciones del mismo.

## 2. DESCRIPCION ORGANIZACIONAL

A continuación se realiza una descripción organizacional, en donde se exponen aspectos fundamentales de la empresa que fueron base para la elaboración de este trabajo.

**Figura 2. Descripción Organizacional**



### 2.1 MARCO HISTORICO DEL SECTOR

“El sector del calzado en Colombia, se encuentra conformado por las empresas que fabrican, importan, comercializan y exportan, los diferentes tipos de calzado, entre los que se destaca el calzado deportivo, con una participación cercana al

40% del total de la producción nacional, seguido por botas, botas para dama, calzado casual para hombre y dama, zapatillas sintéticas y calzado para niño”<sup>3</sup>

La producción de calzado en Bucaramanga es una actividad de importancia para la economía local con efectos considerables en variables económicas y sociales como el crecimiento económico, el empleo y la calidad de vida de muchas personas en la región. Sin embargo, este sector se ha visto afectado en los últimos años por diferentes situaciones como la creciente explosión comercial, la pérdida de mercados tradicionales como el venezolano y ecuatoriano, la competencia con los bajos precios del mercado chino importado a Colombia, y la disminución del consumo global consecuencia de la última crisis económica mundial.

Los países asiáticos concentran la mayor producción de calzado, estos cuentan con un gran volumen de participación en las exportaciones mundiales. Dentro de estos países se destaca China como principal productor, actualmente este país representa más del 50% de la participación en el mercado mundial de calzado y es considerado como el mayor exportador (produce 9.500 millones de pares/año y exporta 7 mil millones)<sup>2</sup> además registro el crecimiento más espectacular en esta industria, desplazando de la escena a naciones que en su momento fueron grandes productoras como Italia, cuya producción se ha reducido a 400 millones de pares/año.

## **2.2 SITUACION ACTUAL DE LA EMPRESA**

### **2.2.1 Razón Social de la empresa**

La razón social de la empresa es “Calzado Bioso” con NIT 37747570-8, registrada ante la cámara de comercio como una empresa de tipo persona natural.

---

<sup>2</sup> “WILLS, María Emma. Revista Colombia Internacional, Universidad de los Andes, edición 61, página 122.

### **2.2.2 Localización**

La Empresa Calzado Briosos and Blessing se encuentra ubicada en la ciudad de Bucaramanga(Santander), en la calle 20 Nª18-22, Barrio Alarcón.

### **2.2.3 Representante Legal:**

Omaira Jaimes Espíndola

### **2.2.4 Objeto Social de la empresa**

Calzado Briosos and Blessing es una empresa Santandereana, comprometida con la calidad y el confort; generando valor agregado en tecnología e innovación con las últimas tendencias de la moda en fabricación de calzado para dama y caballero en cuero.

### **2.2.5 Misión**

*“Somos una empresa dedicada, a fabricar calzado de cuero con confort, innovación, suavidad y calidad en sus productos para cubrir la necesidad de los pies a toda familia a nivel nacional e internacional a través de almacenes de cadenas, distribuidores, mayoristas, boutiques y almacenamiento en general”.*

### **2.2.6 Visión**

*“Calzado Blessing el año 2015 será una de las empresas líderes en el confort y calidad en todas las líneas, fortaleciendo cada una de ellas, a través de tecnología de punta y formación de nuestro recurso humano, permitiendo incrementar la oferta de nuestros servicios en las mejores vitrinas a nivel nacional e internacional”.*

### **2.2.7 Valores Organizacionales**

- Liderazgo
- Honestidad
- Responsabilidad
- Integridad
- Compromiso

### **2.2.8 Estructura Organizativa**

Calzado Briosos and Blessing no posee un organigrama que describa la estructura organizativa de la empresa, el autor con ayuda del tutor propone una estructura jerárquica (Ver Anexo 1)

### **2.2.9 Mercado que atiende**

La empresa opera a nivel nacional y regional, su mayor mercado está distribuido en la costa atlántica, Valledupar, Barranquilla, Magangué; también existe un mercado en otras ciudades como Cali, Bucaramanga, Bogotá, Medellín, etc. Sus principales clientes son cadenas de almacenes, Calzado Bucaramanga, San Andresito, entre otros. Calzado Briosos and Blessing además de su sede principal, hacen uso de talleres de producción satélite con el fin de satisfacer la demanda, donde se maneja la marca Briosos and Blessing.

Calzado Briosos and Blessing también busca incursionar en mercados internacionales como objetivo a mediano plazo.

### **2.2.10 Competencia Local**

Entre los principales competidores se encuentran fábricas ubicadas en la ciudad de Bucaramanga que fabrican zapato en cuero en las mismas líneas producidas por la empresa calzado Briosos and Blessing. Algunas de estas son:

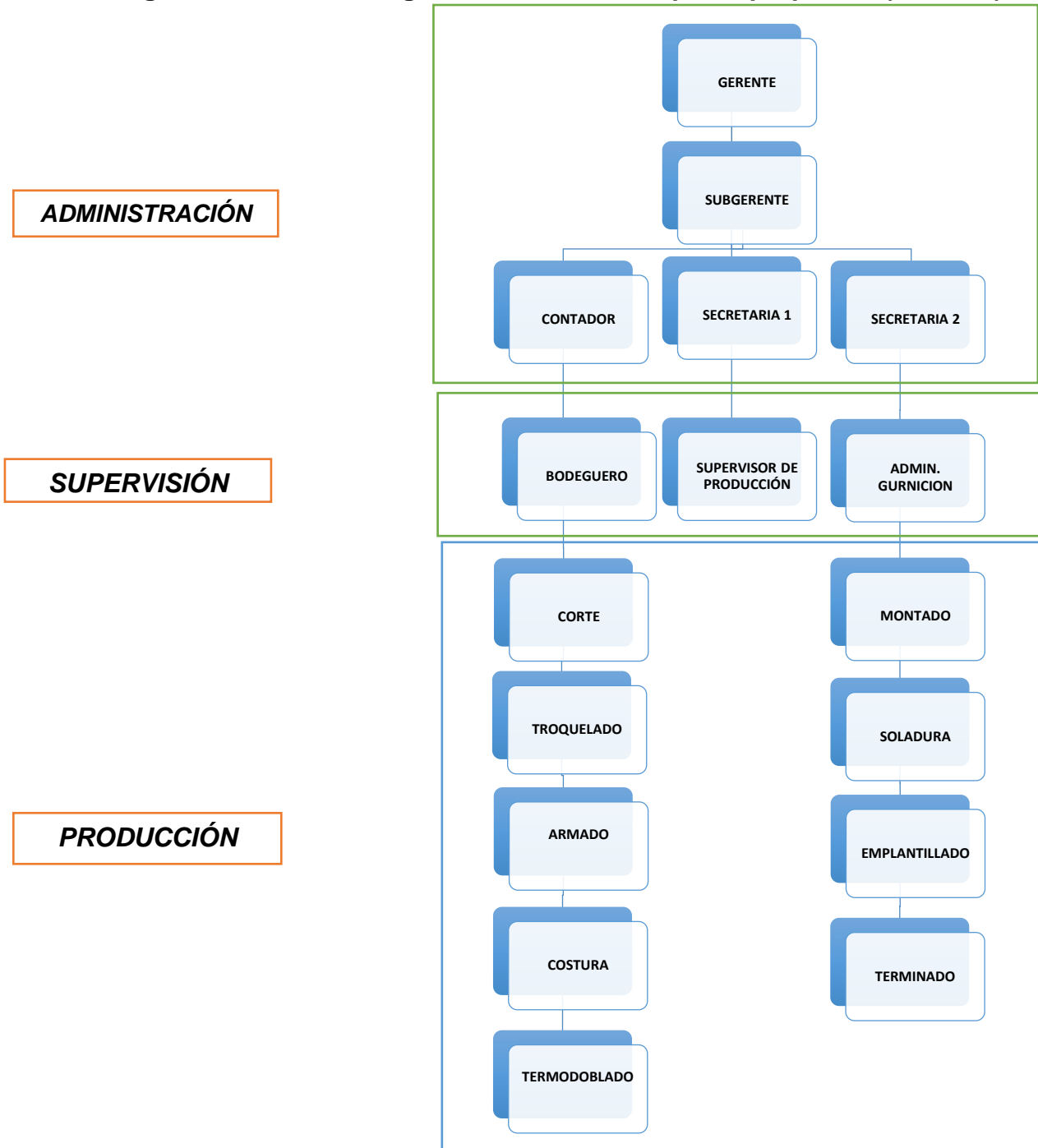
- Calzado Confort
- Calzado Anaconda
- Calzado Ariston Sport
- Calzado Bye

En el sector del calzado se encuentran empresas de competencia fuerte, que toman como estrategia vender el calzado a un menor precio, utilizando materiales más económicos, que se traducen algunas veces en menor calidad; convirtiéndose esto en una amenaza, ya que los clientes algunas veces miran solamente el factor económico. Algunas empresas de la competencia toman

fotografías de los diseños y los empiezan a producir, con materia prima más económica, ofreciendo al cliente un precio muy reducido y baja calidad.

### 2.2.11 Estructura Organizacional de la Empresa

Figura 3. Estructura organizacional de la empresa propuesta (Anexo 1)



### 2.2.12 Recurso Humano

En este momento se dispone de 6 cargos administrativos, 34 operarios de forma directa y 5 personas de forma indirecta para un total de 45 personas. (Ver anexo 1)

### 2.2.13 Maquinaria y equipo utilizado

Para el proceso de fabricación del calzado la empresa utiliza las máquinas y equipos nombrados a continuación:

**Tabla 1. Maquinaria y equipo**

EQUIPO	CANTIDAD
Troquelador Manual	1
Troquelador eléctrico marca ATOM 5108	1
Termodobladora	1
Máquina remachadora	1
Devastadora eléctrica marca Neve ref. GL 12 AC	2
Guarnecedora eléctrica marca Singer	4
Terminadora AUTOMATA	1
Pegadora AUTOMATA	1
Máquina de coser marca SIRUBA	5
Selladora	1
Pulidora de suela eléctrica	2

### 2.2.14 Proveedores

**Tabla 2. Proveedores de suministros**

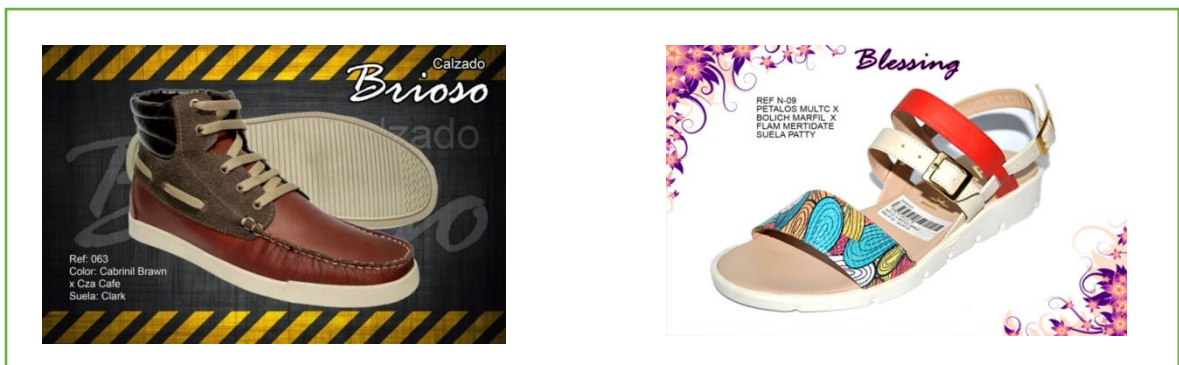
MATERIAL	PROVEEDORES
SUELA	Grupo Nova Colvex Procalzado

CUEROS	La casa del cuero Caprielly Top-cueros Jairo Toloza
PEGANTES	Pegantes Pegaso Pegaucho
OTROS MATERIALES	Flaminio Mil herrajes S.A Peletería Alfa Herrajes S.G

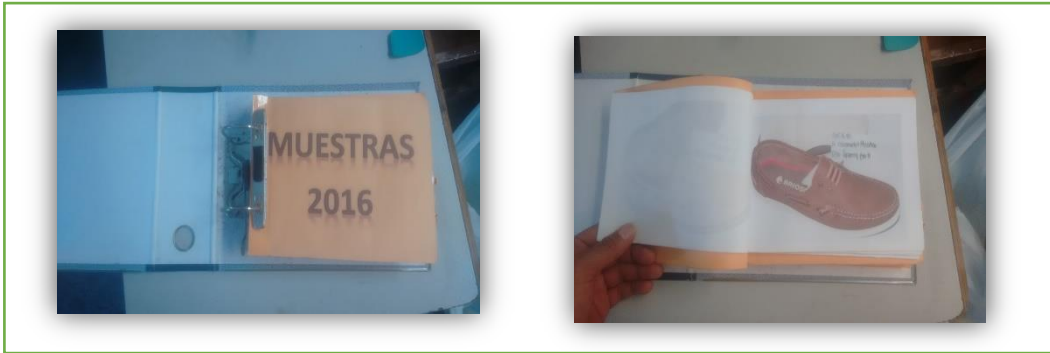
### 2.2.15 Portafolio de productos

Calzado Brioso and Blessing maneja dos colecciones al año: una en febrero y la otra en junio. Que comprenden Sandalia para dama, sandalia para caballero, Apache, Tubulares, y Sport. Los productos son fabricados bajo pedido, permitiendo al cliente personalizar su zapato con algunas modificaciones en los diseños. El calzado se realiza en materiales cómodos y diseños novedosos que van con la tendencia de la moda, actualmente se maneja un catálogo de más de 600 referencias.

**Figura 4. Muestra portafolio de productos Calzado Brioso y Blessing**



**Figura 5. Portafolio de muestras**



### **2.2.16 Canales de distribución**

La empresa Calzado Brioso and Blessing hace llegar sus productos al cliente final través de dos canales:

Canal de distribución directo: fabricante- cliente final

- Canal de distribución indirecto: fabricante-Mayorista-minorista-cliente final

### **2.2.17 Mapa de procesos de la empresa**

La empresa no cuenta con un mapa de procesos establecido. Por lo cual, se realizó el mapa de procesos en base a información obtenida de los procesos misionales, estratégicos y de apoyo de calzado Brioso and Blessing. (Ver Anexo 1).

### **2.2.18 Política de Ventas**

La empresa Calzado Brioso and Blessing realiza sus ventas 80% a crédito y 20% de contado; ofreciendo créditos a sus clientes de 30, 45, 60 y 70 días para su respectivo pago. Los clientes más representativos de la empresa son cadenas de almacenes distribuidas a nivel nacional, los cuales exigen en la negociación dichos plazos de pago y también se pacta la forma de entrega de los pedidos; como lo es: entregas parciales o pedido completo.

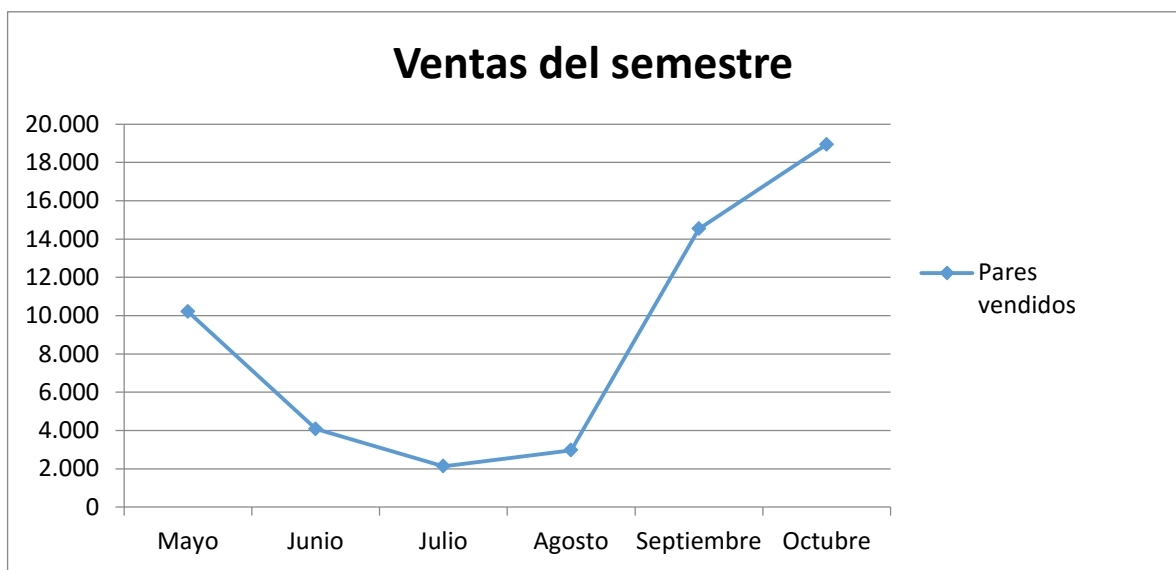
Las ventas y compras en pesos de la empresa Calzado Brioso and Blessing se catalogó por el gerente como información confidencial, por lo tanto, sólo se tuvo acceso a la cantidad de ventas en pares. La siguiente tabla muestra la cantidad de

pares vendidos en el segundo semestre de 2015 según historiales de ventas suministrados por la empresa.

**Tabla 3. Ventas en unidades del segundo semestre de 2015**

Unidad	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
Pares	10.213	4.083	2.135	2.970	14.530	18.938

**Figura 6. Comportamiento de las ventas en pares del semestre**



### 2.2.19 Política de Compras:

La empresa realiza sus compras de materia prima e insumos, de la siguiente manera: 60% a crédito y 40% de contado. Los cueros y suelas son comprados a crédito debido al gran presupuesto que esto demanda y también por políticas de algunos proveedores ya establecidas. Los demás materiales como pegantes, disolventes, hebillas, hilos, etc. se compran de contado a medida que se disminuya el inventario y lo requiera el proceso productivo. En el proceso de

compras no se realiza un control exhaustivo, trayendo como consecuencia la compra de materiales innecesarios, generando más gastos, retrasando la producción y ocasionando obsolescencia.

#### **2.2.20 Política de servicios:**

Calzado Brioso and Blessing tiene una política de servicios enfocada especialmente a clientes con almacenes grandes (cadenas de almacenes) distribuidos a nivel nacional. Para ofrecer los productos a estos clientes se realizan muestras que la gerencia comercial lleva a dichos almacenes y ellos deciden la toma de la oferta o no, si la respuesta es positiva se realiza la orden de pedido, se establecen los precios, el tiempo y la forma de entrega.

Por otro lado, Calzado Brioso and Blessing vende también productos a clientes minoristas ubicados en Bucaramanga y su área metropolitana; utilizando una política de servicios similar a la realizada con las cadenas de almacenes con la opción de personalizar el diseño del zapato a gusto propio del cliente.

Las cadenas de almacenes más significativas en ventas para la empresa son: Bata, Vélez, Spring Step, Calzado Bucaramanga.

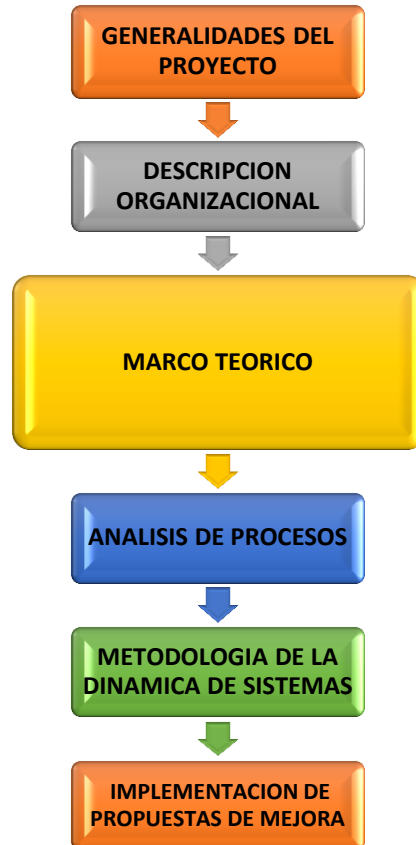
**Figura 7. Principales clientes de Calzado Brioso y Blessing.**



### 3. MARCO TEORICO

En este capítulo se enuncian las bases teóricas utilizadas para la realización del proyecto.

**Figura 8. Marco Teórico**



#### 3.1 MARCO DE ANTECEDENTES

Natalia Martínez Rojas<sup>3</sup> desarrollo un trabajo denominado “Modelo de simulación con dinámica de sistemas para el aprendizaje de la cadena productiva del cacao” cuyo trabajo muestra un modelo para la cadena productiva del cacao, con el enfoque del pensamiento sistemático y el modelado y simulación con dinámica de

---

<sup>3</sup> MARTINEZ ROJAS Natalia: Modelo de simulación con dinámica de sistemas para el aprendizaje de la cadena productiva del cacao. Bucaramanga, 2012,164 h. Trabajo de grado (Ingeniero de sistemas). Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas.

sistemas, con el objetivo de facilitar el aprendizaje de las cadenas productivas con ayuda de la interfaz software realizada, que resulta ser de gran importancia al servir de apoyo a docentes, estudiantes del sector agroindustrial, asesores y productores del cacao en general en la comprensión de los sistemas, brindando conocimientos en tópicos interés a la comunidad, permitiendo el mejoramiento en cada una de las etapas que se llevan a cabo.

Por otro lado Santamaría Pabón Oscar Enrique, Andrade Sosa Hugo Hernando Méndez Forero Andrés Eduardo<sup>4</sup> en su trabajo “Herramienta de software para el estudio de fenómenos ambientales, mediante el modelado y simulación con dinámica de sistemas” pretende apoyar el aprendizaje a los estudiosos del tema ambiental o a cualquier persona con espíritu investigador con el desarrollo de la herramienta de software; aplicando el pensamiento sistémico para estudiar y desarrollar modelos de fenómenos ambientales; Todo esto mediante el aprendizaje de la dinámica de sistemas como guía para servir y abonar el camino para futuras aplicaciones de la dinámica de sistemas en el tema ambiental.

Isaac Huertas Forero, Mario Ramón Verástegui, Lorena Castro Ariza, y Laura Catalina Morales Parra<sup>5</sup> en su trabajo de investigación: Modelo De Dinámica De Sistemas Para El Proceso De Producción De La Mandarina Esta investigación se realizó en Colombia para examinar el proceso productivo de la mandarina y la rentabilidad que su producción, comercialización y distribución genera para la zona de Cundinamarca. Se realizó el modelo de simulación con base en la metodología de dinámica de sistemas para la cadena productiva de la mandarina,

---

<sup>4</sup> SANTAMARIA PABÓN Oscar Enrique, ANDRADE SOSA Hugo Hernando, MENDEZ FORERO Andrés Eduardo: Herramienta de software para el estudio de fenómenos ambientales, mediante el Modelado y simulación con dinámica de sistemas. Bucaramanga, 2012. Trabajo de grado (ingeniero de sistemas). Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas.

<sup>5</sup> HUERTAS FORERO Isaac, VERÁSTEGUI Mario Ramón, MORALES PARRA Laura Catalina, CASTRO ARIZA Lorena. Modelo de dinámica de sistemas para el proceso de producción de la mandarina. Memorias del 9 Encuentro Colombiano de Dinámica de Sistemas: Sociedad Colombiana de Dinámica de Sistemas. Universidad del Rosario. Bogotá – Colombia. 2011.

estableciendo la utilidad que representa cultivar 15 hectáreas de producto. El artículo presenta una aproximación del problema al trabajo de grado que se está realizando ya que se está trabajando en el área de producción, donde se analiza el comportamiento de variables como utilidad y rentabilidad, también analizadas en el problema de investigación de la fábrica calzado Bioso en el cual se desarrolla un modelo donde se pueden efectuar cambios a conveniencia sobre cualquiera de las variables que afecten la producción, como lo es en el caso de la mandarina, permite visualizar a futuro las posibilidades de pérdidas o ganancias para los agricultores de la zona.

Montoya Moreno Carlos Andrés<sup>6</sup> en su trabajo de grado “Modelamiento, con dinámica de sistemas, de una cadena de distribución de alimentos refrigerados” aborda el tema de la gestión en las cadenas de suministro y la definición y justificación de la metodología de simulación con dinámica de sistemas en la cadena de suministro, donde incorpora un aplicativo de indicadores de gestión desarrollado para la cadena de distribución en los procesos estratégicos de compras y abastecimiento, inventario, almacenamiento y bodegaje, transporte, servicio al cliente y costos.

En relación con lo anterior se puede concluir y afirmar que la aplicación de la metodología de la dinámica de sistemas resulta útil para comprender y analizar variedad de sistemas complejos presentados en diversas áreas de estudio, como lo son en este caso : Modelo de simulación con dinámica de sistemas para el aprendizaje de la cadena productiva del cacao, estudio de fenómenos ambientales, El Proceso De Producción De La Mandarina y cadena de distribución de alimentos refrigerados; que en relación con el proyecto a realizar sobre modelado del sistema productivo de la fábrica calzado bioso and Blessing sirven de apoyo y constituyen un punto de partida para el desarrollo del presente trabajo de grado, brindando una visión más amplia en la aplicación de la

---

<sup>6</sup> MONTROYA MORENO Carlos Andrés: Modelamiento, con dinámica de sistemas, de una cadena de distribución de alimentos refrigerados. Medellín, 2011. Trabajo de grado (Magister en Ingeniería Administrativa). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Minas.

metodología, permitiendo analizar como es el comportamiento de algunas variables pertenecientes a cada modelo, habiendo así una similitud en las variables y algunos elementos al tratarse de áreas de interés similares con el trabajo de investigación a realizar: modelo de simulación con dinámica de sistemas para el sistema productivo la fábrica calzado Brioso and Blessing.

### **3.2 DINAMICA DE SISTEMAS**

La Dinámica de Sistemas es una metodología para el estudio y manejo de sistemas de realimentación complejos. El uso del software permite realizar simulaciones bajo diferentes tipos de escenarios, lo que ofrece la posibilidad de estudiar el comportamiento y las consecuencias de las múltiples interacciones de los elementos de un sistema a través del tiempo. La dinámica de sistemas es útil para el estudio de fenómenos sociales ya que en ellos están implicados una gran cantidad de elementos e interrelaciones en los que la presencia de no linealidades determina el comportamiento y dificultan una solución analítica. Además, los efectos de las políticas y acciones ejercidas sobre estos sistemas se manifiestan en horizontes temporales diferentes y dilatados. Este hecho dificulta la construcción de laboratorios de experimentación donde se puedan probar diferentes políticas y observar sus consecuencias sobre el sistema. Por tanto, los modelos de simulación dinámica permiten estudiar cómo las políticas, decisiones, estructura y retrasos influyen en el crecimiento y la estabilidad de un sistema. Actualmente su ámbito de aplicación abarca la planificación y diseño de políticas corporativas, la gestión y las políticas públicas, los modelos biológicos y médicos, el área de la energía y el medio ambiente, el desarrollo de la teoría en ciencias naturales y sociales, la toma decisiones y la dinámica no lineal compleja.

#### **3.2.1 Elementos de los modelos en Dinámica de Sistemas**

La formulación de un modelo matemático consiste en la descripción del sistema mediante relaciones matemáticas y lógicas. Los modelos contienen componentes, variables, parámetros y relaciones funcionales. A continuación, se muestra de manera específica, el significado que ellos tienen en la dinámica de sistemas:

### **3.2.2 Variables**

Existen diversos tipos de variables según el papel que jueguen dentro del sistema y la clase de información que proporcionen, estas son:

- Variables de estado: representan los niveles acumulados o estados en que se encuentra el sistema
- Variables exógenas: pueden tener el carácter de proyecciones o tablas para uso del sistema.
- Variables endógenas: pueden ser tasas o variables auxiliares. Las primeras son reflejo del estado del sistema y las políticas trazadas.
- Variables auxiliares representan pasos intermedios previos a la formación de las tasas.

### **3.2.3 Componentes**

Los componentes contienen diferentes procesos, entre ellos la toma de decisiones. Por ejemplo, una corporación puede estar compuesta por las unidades de ensamble, acabados, mercadeo y pedidos.

### **3.2.4 Parámetros**

Son constantes del modelo, y son la base para el análisis de sensibilidad del modelo variando los posibles valores.

### **3.2.5 Relaciones Funcionales**

Son relaciones entre variables y parámetros. Por ejemplo, para establecer la tasa de producción, se obtiene la diferencia entre la meta y lo almacenado y se divide por un parámetro que refleje aspectos asociados con los tiempos de producción y de entrega.

### **3.2.6 Retardos**

Un retardo no es más que el tiempo que transcurre entre una causa y sus efectos; en los modelos sistémicos se manejan como procesos cuya salida se retrasa en alguna manera con respecto a la entrada. Los retardos son inherentes a la mayoría de los sistemas y pueden tener una influencia notable en el

comportamiento de un sistema. La dinámica de sistemas acepta la existencia de los retardos y en el proceso de modelado y simulación se distingue entre relaciones de influencia que se producen forma más o menos instantánea y relaciones de influencia que tardan un cierto tiempo en manifestarse. Un retardo no es más que el tiempo que transcurre entre una causa y sus efectos y en los modelos sistémicos se manejan como procesos cuya salida se retrasa en alguna manera con respecto a la entrada.

La existencia de retrasos en las relaciones causa-efecto entre variables constituye un aspecto clave en la dinámica de sistemas e implica que los efectos de las decisiones o políticas adoptadas se ponen de manifiesto tras un periodo de tiempo, no de forma inmediata, sino en el largo plazo. Los retrasos, son producidos por demoras en la transferencia de materiales (niveles) o información (tasas) y suelen ser tratados en términos de niveles o tasas de la variación afectada.

### **3.2.7 Diagrama de Causalidad**

El diagrama causal es un grafo dirigido que representa la relación entre los diferentes elementos del sistema considerados. Permite ilustrar, mediante el uso de esquemas de causa y efecto, los cambios ocasionados en una variable como consecuencia de las variaciones producidas en otra. Este diagrama traduce las conclusiones de la documentación del estudio del fenómeno con expertos en hipótesis estructurales, a través de las cuales se construye el modelo. Es importante mencionar que una relación causal existe cuando una variable X incide sobre una variable Y.

Un diagrama causal se compone de los siguientes elementos:

- Las variables
- Las relaciones causales entre las variables

- La polaridad de la relación causal (Cuando X aumenta y aumenta la polaridad es positiva, y cuando pasa lo contrario esta es negativa)

Los diagramas causales con una herramienta útil, ya que en primer lugar permiten identificar rápidamente las hipótesis sobre las causas de las dinámicas. Además, captan el modelo mental de los elementos y por último, permiten comunicar las retroalimentaciones importantes que el modelador considera son las responsables del problema.

### **3.2.8 Bucles de realimentación**

Los bucles de realimentación representan el proceso dinámico que se traslada por una cadena de causas y efectos a través de un conjunto de variables que acaban volviendo a la causa original. Propiamente, un bucle de realimentación es el grupo de variables interconectadas por relaciones causales o de influencia positiva o negativa, que forman un camino cerrado que comienza en una variable inicial y que acabe en la misma variable.

Existen dos tipos de bucles de realimentación, los bucles de realimentación positiva, y los bucles de realimentación negativa.

#### **3.2.8.1 Bucles de realimentación positiva**

Son aquellos bucles en los que la variación de un elemento se propaga a lo largo del bucle de manera que acentúa dicha variación inicial. Esa variación primera puede ser tanto un incremento como una disminución de un valor determinado. Este tipo de bucle genera un comportamiento de crecimiento o de decrecimiento del sistema que lo aleja del punto del equilibrio. En bucle de realimentación positiva todas las influencias son positivas (o si las hubiese negativas, tendrían que compensarse por pares). Representa un proceso en el que un estado determina una acción, que a su vez refuerza este estado, y así indefinidamente, también es conocido como “bola de nieve”.

En el proceso de crecimiento de una población, el estado es una población y la acción su crecimiento. Cuanto mayor sea la población, mayor es su crecimiento, por lo que a su vez mayor es la población, y así indefinidamente.

#### **3.2.8.2 Bucles de realimentación negativa**

El bucle de realimentación negativa, son la base de cualquier sistema de control o regulación, tanto natural como artificial. Tiende a busca un equilibrio y son aquellos en los que una variación de un elemento se transmite a lo largo del bucle de manera que se genere un efecto que contrarresta la variación inicial.

Su estructura básica correspondiente es la de realimentación, ya que las decisiones se toman a partir de la información sobre los resultados de las acciones previamente adoptadas. Como estas acciones son a su vez el resultado de decisiones anteriores se tiene así una cadena circular sin fin.

#### **3.2.9 Diagramas de Forrester**

El diagrama de Forrester es el diagrama característico de la dinámica de sistemas. Aparecieron en el mismo comienzo de la dinámica de sistemas y es una traducción del diagrama causal a una terminología que permite la escritura de ecuaciones en el ordenador para así poder validar el modelo, observar la evolución temporal de las variables y hacer análisis de sensibilidad. El diagrama de Forrester permite simular el comportamiento dinámico del fenómeno en estudio, al describir trayectorias temporales de todas las variables consideradas.

### **3.3 Metodología de la Dinámica de Sistemas**

Los modelos de dinámica de sistemas son construidos con el objeto de cumplir con dos propósitos principales: En primer lugar, explicar el comportamiento de los sistemas en razón a su estructura y políticas de orientación; en segundo lugar, servir como instrumento para estudiar cambios estructurales y/o políticos de la organización. Por tanto, el modelo debe ser sometido a pruebas con el fin de poder garantizar los objetivos antes mencionados.

### **3.3.1 Fases para el desarrollo del modelo en dinámica de sistemas**

En el desarrollo de un modelo con dinámica de sistemas se observan cuatro fases: identificación del problema y análisis del comportamiento, Modelado cualitativo o diagrama causal, Modelado cuantitativo o diagrama de Forrester, y por último la fase de evaluación y análisis del modelo.

#### **3.3.1.1 Fase de identificación del problema y análisis del comportamiento**

El primer paso para construir un modelo es especificar claramente el problema y familiarizarse con él, se comienza con recopilar información y enumerar todas las variables que consideramos adecuadas para el sistema. Después de haber comprendido el fenómeno a modelar, se definen los aspectos a tratar, es decir, se definen los alcances del modelo. Finalmente, se van identificando progresivamente los distintos elementos que forman parte del sistema al igual, que sus relaciones, llegando así al diagrama causal.

#### **3.3.1.2 Fase de Modelado cualitativo, o causal, del sistema**

El resultado de esta fase es el establecimiento del diagrama causal, el cual debe mostrar las relaciones básicas en forma de bucles de realimentación junto con los potenciales retardos. Esta segunda fase implica definir las influencias que se producen entre los elementos que integran el sistema, además se necesita saber de qué dependen las otras variables en las que se quiere influir. Es decir, hay que entender cómo funcionan unidas las relaciones causales entre las variables del sistema. En esta fase se debe proceder a asignar valores a los parámetros que intervienen en el modelo. No obstante, debe tenerse claro las limitaciones de su alcance y, cuando sea el caso, debe planearse su revisión en la medida que se cuente con datos nuevos.

#### **3.3.1.3 Fase de modelado Cuantitativo**

En esta fase se hace claridad a que el diagrama causal no es suficiente para apreciar el comportamiento del sistema donde se entiende que el comportamiento es la manera en que las variables del modelo varían a lo largo del tiempo. Por

tanto, es necesario incluir información sobre el tiempo y las magnitudes de las variables.

El objetivo final de esta fase es obtener un modelo cuantitativo del sistema para ser simulado en un ordenador, para ello se debe traducir el diagrama causal a un diagrama de Forrester que es un paso intermedio para la obtención de las ecuaciones matemáticas que definen el comportamiento del sistema. Durante este proceso se amplía y especifica la información aportada por el diagrama causal caracterizando las diferentes variables y magnitudes, estableciendo el horizonte temporal, la frecuencia de simulación y especificando la naturaleza y alcance de los retardos.

#### **3.3.1.4 Fase de Evaluación y análisis del modelo**

Una vez finalizada las fases anteriores se procede a comprobar el modelo, mediante una serie de pruebas y análisis para evaluar su validez y calidad. Se debe estudiar el modelo considerando dos aspectos principales: el análisis de estructuras de realimentación y el análisis de sensibilidad.

En el análisis de las estructuras de realimentación se determina como las variaciones en los bucles del modelo conducen a diferencias en los resultados obtenidos, permitiendo establecer las relaciones entre las variables que mejor aproximan el comportamiento del sistema. Por otro lado, el análisis de sensibilidad del modelo determina, cuales son los parámetros que provocan variaciones apreciables en los resultados. Esto conduce a realizar estimaciones cuidadosas de dichos parámetros y a una mayor atención en la construcción de hipótesis para escenarios posibles.

#### **3.3.2 SIMULACION Y ANALISIS DE SENSIBILIDAD DEL MODELO**

El análisis de sensibilidad consiste en un estudio sistemático de cómo afectan a las conclusiones de un modelo las posibles variaciones en los valores de los parámetros y en las relaciones funcionales que incluye. La forma más simple de realizar el análisis consiste en modificar los valores numéricos de cada uno de sus

parámetros. Para ello se incrementa el valor del parámetro cuya sensibilidad se quiere estudiar en un cierto porcentaje y se analiza en qué medida esta variación afecta a las conclusiones del modelo.<sup>7</sup>

### **3.3.2.1 Pruebas a la estructura del modelo**

La metodología utilizada en este tipo de modelos está orientada fundamentalmente al entendimiento de la estructura interna del modelo y en la posibilidad de intervención sobre el sistema real mediante decisiones políticas y el control de parámetros que permitan generar un comportamiento de referencia o un comportamiento esperado bajo determinadas condiciones. Dentro de las pruebas más comunes de evaluación de la estructura del modelo se encuentran:

- **Prueba de los parámetros del modelo**

En esta prueba se observa de donde proceden los datos que poseen los parámetros del modelo, los cuales se pueden obtener desde cualquier fuente, dependiendo de ello la confiabilidad del modelo que se afecta significativamente.

- **Análisis de consistencia dimensional**

Esta prueba consiste en la verificación y ajuste de unidades en cada variable y ecuación introducida para evitar inconsistencias en el paso de información entre los mismos.

- **Pruebas al comportamiento del modelo**

En un modelo de dinámica de sistemas se produce una integración de tipo cualitativo con información de tipo cuantitativo. Esta mezcla tan dispar puede producir problemas. EL hecho que se asigne un valor concreto a un parámetro, o una forma funcional determinada a la expresión que relación dos variables, conlleva a preguntarse qué sucedería si el valor de ese parámetro o de esa función fuesen otros, aunque esos valores sean próximos a aquel que hemos

---

<sup>7</sup> ARACIL, Javier (1983): Introducción a la dinámica de sistemas. Madrid: Alianza.

adoptado. El análisis de sensibilidad pretende precisamente abordar este problema.

El análisis de sensibilidad aporta un instrumento para alcanzar una menor comprensión sobre cuáles son los puntos de actuación en los que se puede producir efectos más considerables.

➤ **Análisis de sensibilidad del modelo**

El análisis de sensibilidad consiste en un estudio sistemático de cómo afectan a las conclusiones de un modelo las posibles variaciones en los valores de los parámetros y en las relaciones funcionales que incluye. La forma más simple de realizar el análisis consiste en modificar los valores numéricos de cada uno de sus parámetros. Para ello se incrementa el valor del parámetro cuya sensibilidad se quiere estudiar en un cierto porcentaje y se analiza en qué medida esta variación afecta a las conclusiones del modelo. Realizándolo de forma sistemática para todos los parámetros, con incrementos y decrementos previamente establecidos, se puede tener una evaluación de los efectos de esas modificaciones sobre las conclusiones del modelo. Diremos que el modelo es insensible a las variaciones de los parámetros, si variaciones razonables de ellos no afectan sensiblemente a las conclusiones que se extraen del mismo.

El análisis de sensibilidad de un modelo constituye uno de los elementos esenciales para evaluación. Nos permite dar respuesta a dos tipos de cuestiones: por una parte, en qué medida el modelo es insensible a variaciones en su estructura y, por tanto resulta robusto; y, por otra, cuales son los puntos de máxima sensibilidad del modelo que sugieren cuales son las actuaciones sobre el proceso real que serán más efectivas.

En esta etapa, se estudia la dependencia de las conclusiones con relación a posibles variaciones de los valores de los parámetros, se ensayan por medio de simulaciones, las hipótesis sobre las cuales se ha construido el modelo y su

consistencia, así mismo, se estudia el comportamiento del modelo ante distintas políticas alternativas y se elaboran recomendaciones.

Este proceso no es lineal, sino que algunos pasos se repiten varias veces.

### **3.4 GESTION DE ALMACENAMIENTO**

El proceso de gestión de almacenamiento consiste en la ubicación de los productos recibidos en el lugar correspondiente, de acuerdo con las políticas de almacenamiento existentes. Con el fin de ser eficientes en el proceso de despacho de materiales a clientes internos, se asignan los puestos de almacenaje más próximos en la entrada y a la altura del bodeguero en la estantería a los materiales de mayor rotación, para los otros materiales de media y baja rotación parte superior y baja de la estantería.

Si la demanda fuese conocida, los materiales se podrían suministrar instantáneamente para satisfacer la demanda, el almacenamiento no sería necesario, ya que no se mantendría ningún inventario. No obstante, pocas empresas, casi ninguna opera de esa manera, ya que en general la demanda no puede pronosticarse con exactitud. Es por ello que es necesario el almacenamiento en la gestión de inventarios. El almacenamiento se convierte en una conveniencia económica, más que en una necesidad.

#### **3.4.1 Recepción de materiales**

La recepción está relacionada con el control de ingreso de materiales a la bodega de almacenamiento. El encargado de bodega debe recibir las materias primas adquiridas por la empresa y una serie de actividades como:

- Verificar si se trata de materiales solicitados en un pedido
- Verificar si la cantidad recibida corresponde a la pedida
- Verificar si los materiales cumplen las especificaciones.

### 3.5 GESTION DE INVENTARIOS

La función de la gestión de inventarios nace de la importancia que tienen las existencias para la empresa y, la necesidad de administrarlas y controlarlas. Su objetivo es mantener un nivel de inventario que permita, un máximo servicio al cliente y un mínimo costo para la empresa

“Los inventarios son las existencias de cualquier artículo o recurso utilizado en una organización. Un sistema de inventario es la serie de políticas y controles que monitorean los niveles de inventario y determinan los niveles que se deben mantener, el momento en que las existencias se deben reponer y el tamaño que deben tener los pedidos”.<sup>8</sup>

Generalmente en la mayoría de las empresas, los inventarios representan una inversión relativamente alta y producen efectos importantes sobre todas las funciones principales de la empresa, es por esto que realizar una efectiva gestión de estos es de vital importancia para optimizar el proceso productivo y así ser más competitivos cada día.

Es significativamente alto el costo requerido para mantener un inventario, Seetharama Narasimhan<sup>9</sup> sugiere que, si se desea obtener un nivel económico favorable para la organización, con una reducción de costos, así como una mayor protección con las incertidumbres de la demanda, no es necesario preocuparse mucho por el control de la inversión de los inventarios, debido a que aumentarían el valor agregado del producto en cuestión y así mismo corroborarían a incrementar las ineficiencias en el sistema productivo.

Un buen sistema de inventarios, está basado en una serie de normas y reglas encaminadas a supervisar los niveles de inventario, estableciendo los niveles de

---

<sup>8</sup> CHASE Richard, AQUILANO Nicholas, JACOBS Robert. Administración de Producción y Operaciones. Mc Graw Hill Pág. 580-582

<sup>9</sup> NARASIMHAN, Seetharama L., McLEAVEY Dennis W., BILLINGTON, Peter J. Planeación de la producción y control de inventarios, 2°. Ed. Prentice Hall Hispanoamericana, S.A. 1996. Pág. 109.

inventario a mantener, como además ayudan a determinar el tamaño de los pedidos que se debe realizar.

“Una **política de inventario** contesta las dos siguientes preguntas:<sup>10</sup>

1. ¿Cuánto Pedir?
2. ¿Cuándo Pedir?

La respuesta de estas preguntas se basa en minimizar el siguiente modelo de costo:

#### **Costo total**

**Del inventario = (Costo de compra) + (costo de preparación) + (costo de almacenamiento) + (costo de faltante)**

#### **3.5.1 Costos de inventario:**

El **Costo de compra** se basa en el precio por unidad del artículo. Puede ser constante, o puede ofrecerse por descuentos.

El **Costo de almacenamiento representa** el costo de mantener una existencia de inventario. Comprende el interés sobre el capital y el costo almacenamiento, mantenimiento y manejo.

El **Costo de preparación** representa el costo fijo incurrido cuando se coloca un pedido. Es independiente de la cantidad pedida.

El **Costo de faltantes** es la penalización en que se incurre cuando se acaban las existencias. Incluye la pérdida potencial de ingresos y el costo, más subjetivo, de pérdida de la buena voluntad del cliente.”

---

<sup>10</sup> TAHA HAMDY A. Investigación de Operaciones. Alfaomega. 5 Ed. 1995.

### 3.5.2 Nivel de servicio y agotados

El nivel de servicio representa la probabilidad esperada de no llegar a una situación de falta de existencias. Este porcentaje es necesario para calcular las existencias de seguridad y es medido como el cumplimiento en fecha y unidades de acuerdo al compromiso del cliente. Todos los procesos llevados a cabo en Calzado Bioso y Blessing están orientados día a día a cumplir las solicitudes del cliente, es por ello que a través del indicador (número de pedidos/total de pedidos) se debe monitorear constantemente en el proceso debido a la alta exigencia de los clientes en el procesos de venta, los altos costos a no cumplir con las solicitudes del cliente y la competencia existente.

En la siguiente tabla se presentan los valores de nivel de servicio deseado en relación con el factor de seguridad Z, lo que influye en el modelo para determinar el valor del inventario de seguridad.

**Tabla 4. Nivel de servicio deseado con factor de seguridad Z**

N.S	Z
85.00 %	Z1= 1,039
90.00 %	Z2=1,300
95.00 %	Z3=1,650
97.00 %	Z4=1,900
99.00 %	Z5=2,370

### 3.5.3 Propósito de los inventarios

Existen numerosas razones por las cuales se debería llevar un respectivo control en los inventarios y que en consecuencia presenta diversas ventajas para que la empresa sea más competitiva:

- **Ajustarse a las Fluctuaciones de la demanda:** pocas veces es posible saber con exactitud la demanda real que se va a tener, es por ello que se

debe crear cierto seguro (stock de seguridad), para soportar el incremento de la demanda y por consiguiente se pueda suplir esta nueva producción.

- **Permitir Flexibilidad al programar la producción:** al tener disponibilidad de todas las materias primas que se necesitan se adquiere una ventaja importante al planear la producción, ya que se podrá llevar un flujo continuo de producto en proceso.
- **Inestabilidad del suministro:** el inventario protege de la falta de confiabilidad de los proveedores o cuando un artículo escasea y es difícil asegurar una provisión constante.
- **Protección de precios:** la compra de inventario en momentos apropiados ayuda a evitar el impacto de la inflación de los costos.
- **Tiempos de entregas:** se debe conocer con exactitud los tiempos de entrega que manejan los proveedores para realizar una óptima planeación y programación de la producción, teniendo en cuenta cualquier contingencia que pueda pasar entre estos.

#### **3.5.4 Sistemas De Entradas Y Salidas**

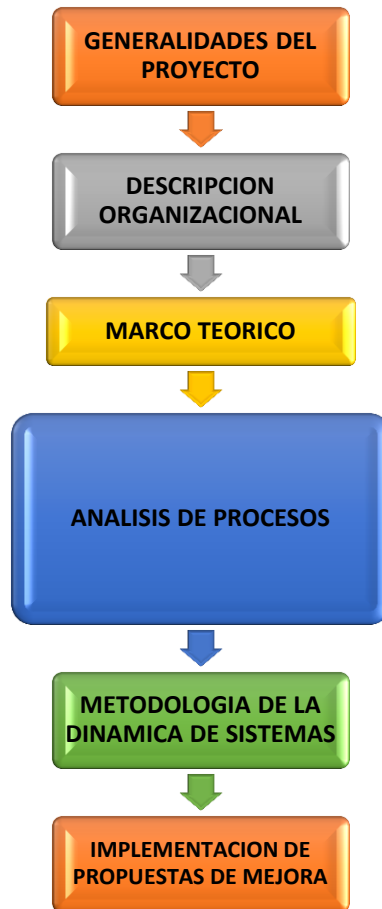
Para una buena contabilización y control de los inventarios, el desarrollo de un sistema técnico para tal actividad hace que exista una confianza en el manejo de los datos suministrados, esto conlleva, además, que la herramienta usada para el control de inventario debe ser de fácil manejo e interpretación por los responsables, ya que tal información debe mostrar el real comportamiento de los productos inventariados en bodega.

Existen en el mercado diferentes tipos de sistemas de control de inventarios, pero como cada organización sabe que datos y de qué manera debe gestionarse tales controles, será mejor obtener un sistema adecuado y desarrollando según el volumen y las actividades realizadas en las bodegas, con éste control se puede obtener un mejor desarrollo en el sistema que a través del tiempo permite tener los análisis e indicadores en la administración de almacenamiento.

## 4. ANALISIS DE PROCESOS

En este capítulo se presenta la descripción del sistema productivo de calzado Briosso and Blessing, con el fin de identificar los principales problemas en el área de producción.

**Figura 9. Análisis de procesos**



### 4.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO

Con el objetivo de brindar una mejor comprensión del sistema productivo de calzado Briosso and Blessing, se realiza una descripción de cada uno de los

procesos que se tienen en la fabricación del calzado. La elaboración del calzado sigue un orden lógico que es preciso determinar previamente. En Briosso and Blessing la fabricación de calzado consta de los siguientes procesos:

**DISEÑO:** Se plasman ideas de nuevos modelos de calzado en bocetos, definiendo sus características físicas, colores y detalles en cada estilo; así como también los materiales a utilizar dependiendo de las últimas tendencias de la moda.

**PATRONAJE:** Se realiza un dibujo en dos dimensiones del diseño, que se adopte a la perfección a una forma tridimensional. Para su creación el patronista utiliza hormas de diferentes alturas hasta encontrar la que se adapte al diseño o se crea una nueva. Se realizan varios prototipos y se prueban hasta definir el patrón perfecto.

**MODELADO:** Una vez aprobado el diseño y a partir de los moldes hechos, el modelista realiza la respectiva escala al patrón la cual debe ser entregada al cortador. Finalmente se crea una muestra del producto; esta muestra queda a disposición de la gerencia.

**ESCALADO:** Si el modelo es aprobado, se realiza escalado en el pantógrafo que consiste en obtener los moldes en lata en todas las tallas que se va a fabricar el zapato.

**CORTE:** Con ayuda de los moldes metálicos, se cortan materiales como cueros, plantillas, forros en los tamaños y formas según lo exija el vale de producción. Este proceso inicia cuando el bodeguero le entrega el material al operario de corte necesario para cumplir con su tarea diaria y según los vales de producción, luego el operario busca la moldura correspondiente a la referencia indicada, ordena las piezas de acuerdo a los números de la serie requeridos. En seguida, ubica los moldes sobre el cuero y empieza a cortar usando una cuchilla. Una vez la tarea está completa el operario empaca todos los cortes y forros en una bolsa para enviar el material al siguiente proceso.

Las órdenes de producción entregadas a los operarios contienen información acerca de: cliente, referencia, número de pares totales y por talla, descripción de los materiales, color y clase de forro. Además de los datos anteriores, contienen 9 desprendibles que corresponden a cada uno de los procesos y que son tomados por cada operario una vez terminada su labor, para realizar el pago de nómina los viernes de cada semana, en algunos casos cada 15 días.

**DESBASTE:** Este proceso consiste en pasar uno a uno los cortes de cuero por la maquina desbastadora para disminuir su calibre. El tipo de desbaste depende del tipo de pieza y se realiza para dejar el material más fácil de maniobrar y manipular, de tal forma que facilite el proceso de armado. Al terminar la tarea cada operario empaca las piezas en a bolsa y transporta hacia el administrador de guarnición para seguidamente ser alistados para el siguiente proceso.

**GUARNICIÓN:** En este proceso intervienen dos subprocesos llamados armado y costura. En el proceso de armado se ensamblan las piezas de la mejor manera posible, haciendo dobleces y usando pegantes, hiladillo y demás refuerzos de tal forma que no vayan a ocurrir desgarres en los cortes que ocasionen paros en la producción y pérdidas de material. El proceso de costura se realiza en una máquina de costura de poste, aquí se unen las piezas armadas y forradas previamente utilizando hilos de diferente calibres y colores.

Una vez armados los cortes, el operario procede a recortar los sobrantes del forro, de hilo y a limpiar las piezas. Por último se empacan los cortes armados junto con la orden de producción nuevamente en la bolsa y se entregan a la persona encargada.

**MONTADO:** Este proceso inicia con el recibo de la tarea ya engrudada; el ayudante de montaje recoge la tarea y se dirige a buscar las hormas adecuadas para el modelo de calzado, estas deben ser unidas a plantillas por medio de tachuelas. Según las especificaciones del vale de producción empieza la operación la cual tiene como función principal que el corte guarnecido tome la

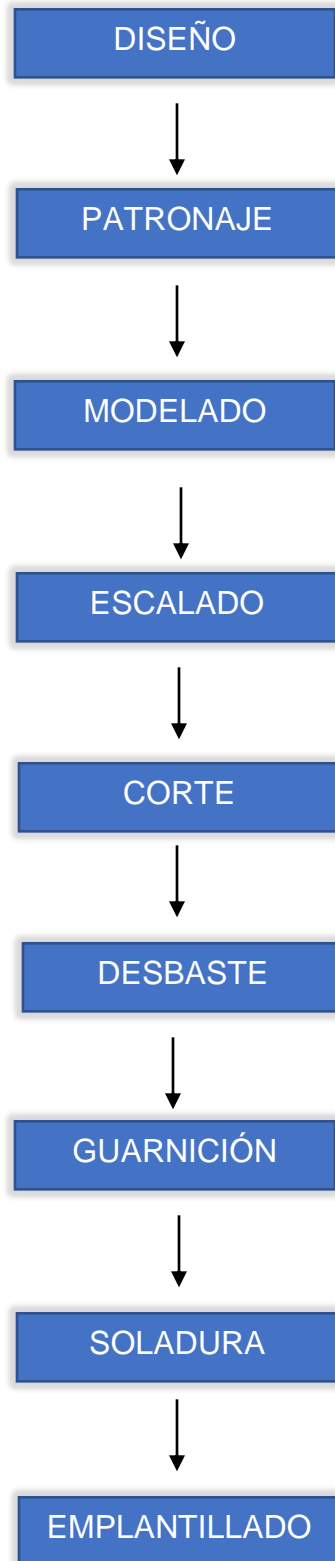
forma de la horma, que es una similitud al pie humano. Se pega la puntera y contrafuerte al zapato para darle mayor resistencia, el corte ya guarnecido se coloca encima de la horma, se clavan puntillas para sostenerlo y se recorta con cuchilla el par, para así quitar las partes del material que sobren. Finalmente se espera un tiempo hasta que el pegante seque y se pase a terminado.

**TERMINADO:** Este proceso se encarga de colocar la suela al zapato ya montado. Para esto el operario mide la suela y marca por el orillo del zapato con una mina indicando hasta donde llega la suela. Con ayuda de la maquina terminadora, se raspa el orillo antes marcado. Luego se aplica pegante blanco y se coloca suela, para asegurar el pegue con ayuda del horno y de la maquina pegadora se ajusta. Después de un tiempo de secado se retira la horma del zapato y se pasa para emplantillado.

**EMPLANTILLADO:** Este proceso consta de revisar el calzado, embellecerlo y empacarlo con el fin de asegurar la calidad del producto; se revisa que el zapato cumpla con los requisitos del cliente y que se encuentre en perfectas condiciones.

#### 4.1.1 Diagrama de flujo del proceso productivo

Figura 10. Diagrama de flujo del proceso productivo



## **4.2 DESCRIPCION DE LOS PROCESOS QUE ABORDARA EL TRABAJO DE GRADO**

Por medio del diagnóstico de la situación actual se procedió a observar por un tiempo el desarrollo normal de las actividades diarias de la empresa. Posteriormente, una vez se conoce con mayor propiedad el funcionamiento interno de Calzado Bioso se concluye que en base a los problemas detectados y descritos a continuación, los procesos que se tendrán en cuenta para el desarrollo de este trabajo de grado son: Gestión de inventarios, Planeación de requerimiento de materiales y Gestión de almacenamiento. Actualmente, Calzado Bioso desarrolla dichos procesos de la siguiente manera:

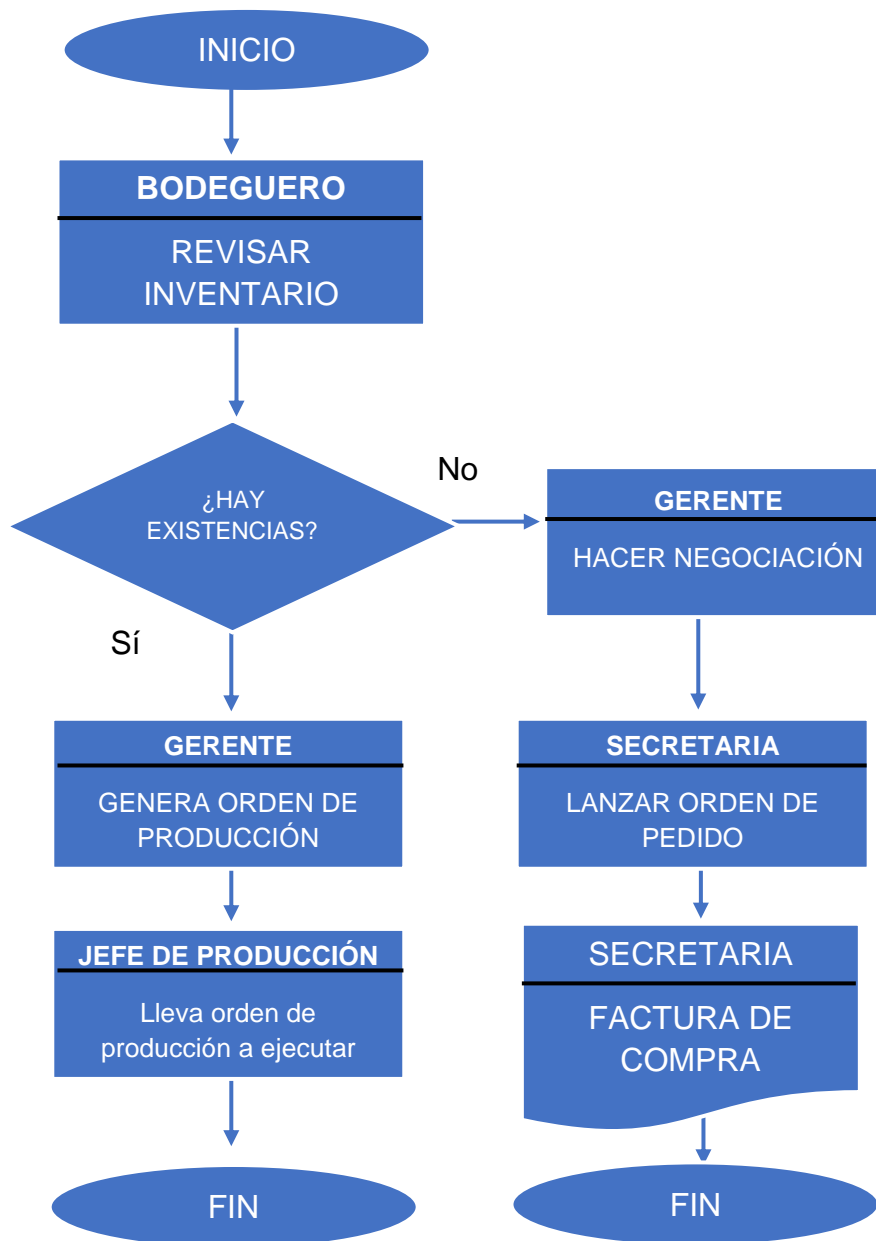
### **4.2.1 Gestión de inventarios-situación actual**

Para el manejo y control de los inventarios en la empresa, no se lleva ningún control de entradas y salidas que garantice la existencia suficiente y el suministro a tiempo del material necesario para la producción. Así como tampoco un sistema que controle el rendimiento del material, lo cual hace que no se conozca en tiempo real el porcentaje de agotamiento de las existencias en bodega, evitando tener políticas eficientes en la política de inventarios que informen que materiales son utilizados, desperdiciados, subutilizados, obsoletos o extraviados. Como no se lleva un adecuado control a los materiales que entran y salen a la bodega, algunas veces estos son entregados incompletos por los proveedores, o incluso se pueden presentar materiales extraviados; perjudicando de esta manera a la empresa haciéndola tener pérdidas de dinero al pagar un precio y recibir menos material del pactado. Existe incertidumbre en el tiempo de revisión de las existencias el cual, se hace presente cuando hay desconocimiento de las cantidades reales de inventario, Normalmente en el instante en que el gestor de compras solicita el informe de la cantidad de existencias de materia prima de alguna referencia para determinar las órdenes de pedido a proveedores, el bodeguero realiza un conteo manual del inventario solicitado; lo cual origina demora en el proceso.

Existen dos bodegas de materia prima en la empresa, y ninguna cuenta con una clasificación ABC de los inventarios, así como tampoco con una política óptima de gestión de inventarios. En consecuencia, de esto, actualmente no se tiene un inventario estimado de todos los materiales e insumos, ni se cuenta con un proceso estandarizado para llevar un control de las existencias en las bodegas. Cada vez que se requiere conocer la cantidad de existencias, se lleva a cabo un conteo manual realizado por el bodeguero ocasionando pérdidas de tiempo productivo. Además, es de decir que no existe un formato de registro de control para la recepción y entrega de materiales.

La bodega de materia prima de calzado para dama es manejada por todos los operarios, la persona que necesita algún material, lo toma de allí sin ningún tipo de control, por tanto, no se sabe cuánto hay, ni cuánto debe haber en la bodega, causando de esta manera despilfarros y pérdidas de materiales. Cuando el material llega a la empresa se revisa y se coloca en la bodega sin ubicación definida, inclusive en el piso por falta de espacio disponible y los operarios que lo necesitan lo toman. Algunas veces para aprovechar promociones que ofrecen los proveedores, se compran cantidades excesivas de material, sin tener la certeza de que posteriormente va a ser utilizado en su totalidad.

**Figura 11. Diagrama de flujo de procesos**



#### **4.2.2 Gestión de almacenamiento- situación actual**

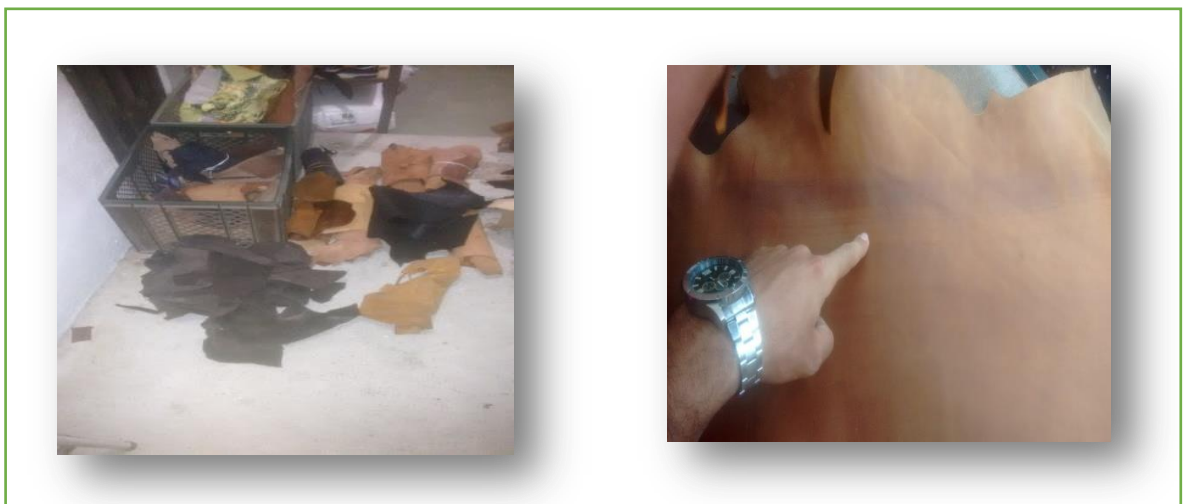
El proceso de almacenamiento de las materias primas e insumos no se encuentra estandarizado y presenta falencias en la ejecución de sus actividades, presentándose fallas en las cantidades recibidas con respecto a las cantidades que indica el proveedor en la respectiva factura, problemas de calidad

presentados en el material que se ingresa, desorden e inexactitud en el registro de la materia prima recibida.

El proceso inicia con la llegada del pedido del proveedor a la empresa con las órdenes de compra realizadas anteriormente, pocas veces se realiza la verificación, cuando se realiza es mediante un conteo manual de la cantidad según las especificaciones de las facturas de compra, prestando poca atención a la calidad de los materiales. Luego se procede a ubicar los materiales en las bodegas correspondientes; en el caso de los cueros, se observó que existían fallas en las cantidades recibidas con respecto a las cantidades que indicaba el proveedor en la respectiva factura, además se notó que en ocasiones algunos cueros llegaban con partes en mal estado, generando todo esto pérdidas de dinero para la empresa. Además es de decir que no existe control ni continuidad en el proceso.

Actualmente se cuenta con poco espacio disponible en las bodegas debido a la ineficiente distribución del espacio físico, y a la no determinación de las áreas para ciertos materiales principalmente cueros, obligando al bodeguero a tener que acomodar parte del material en el suelo de la bodega.

**Figura 12. Material en el sueño de la bodega y defectos en las pieles**



## 5. METODOLOGIA DE LA DINAMICA DE SISTEMAS

A continuación se presenta el desarrollo de la metodología de la dinámica de sistemas para el modelo de la empresa calzado Brioso y Blessing.

Figura 13. Metodología de la dinámica de sistemas.



### DESARROLLO DE LA METODOLOGIA DE LA DINAMICA DE SISTEMAS

La metodología de la dinámica de sistemas difiere de otras técnicas de modelado, ya que no está predeterminada por un tipo de modelo matemático previo, sino que se basa en un modelo mental que posee el analista sobre el problema. El modelo resultante, aunque al final se traduce en un conjunto de ecuaciones matemáticas

tiene su origen en un punto de vista; esto le da al modelo un componente heurístico. Cuando se crean modelos mentales no se pretende capturar un modelo de la realidad completa, porque dichos modelos sería tan complejos como la propia realidad. Lo que se quiere es recoger parte de la realidad de tal forma que proporcione una comprensión básica del sistema complejo. Las relaciones de causalidad siempre implican cierto grado de incertidumbre por lo tanto añadir más variables al modelo y por consiguiente más relaciones de causalidad, aumenta los detalles que el modelo necesita incorporar pero a costa de una mayor incertidumbre. En conclusión cuanto mayor sea el número de variables que estamos considerando mayor será la complejidad y la incertidumbre en torno a dichas variables. Es por ello que el presente modelo contiene las principales variables que tienen un impacto importante en el comportamiento del sistema.

El proceso de modelado se ha desarrollado en las siguientes fases:

## **5.1 FASE DE IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA Y ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO:**

### **5.1.1 Definición del problema**

La empresa calzado Brioso y Blessing presenta incertidumbre con respecto a la demanda futura, por lo que esta situación no le permite predecir y controlar la cantidad de inventario a mantener para atender la alta variabilidad del mercado. La situación problemática se encuentra en el crecimiento día a día del nivel de existencias de materiales, y la baja rotación de la mayoría de los materiales con que se cuenta en bodega, lo cual pone en riesgo el cumplimiento de las solicitudes en el tiempo acordado, o pone en desventaja a la empresa dada la alta competencia y exigencia de los clientes. De igual manera, en el sistema productivo de la fábrica calzado Brioso se presentan día a día retardos en el flujo de materiales e información que afectan el desempeño del sistema productivo, lo que ocasiona una ineficiencia en los procesos y la dificultad de responder eficientemente a todas las solicitudes del cliente; se hacen presentes retardos en

el modelo los cuales tienen un mayor efecto en los ciclos de realimentación y causan distorsión en el sistema.

El análisis incluye las principales demoras de tiempo en los flujos de información y de material como base para estudiar el comportamiento posible fluctuante o inestable que surge de las múltiples interacciones de los elementos del sistema a través del tiempo. Es por ello, que es importante el análisis de los distintos escenarios en los que se simularán las variables y parámetros que causan un gran impacto en el modelo, de manera que se logre entender la dinámica que deben tener los inventarios ante la variabilidad de la demanda.

Es así que se decide implementar un modelo de dinámica de sistemas que permita estudiar el impacto que surge de la interacción de estos elementos a través del tiempo, para mejorar la gestión de suministros enfocado en la demanda, de manera que se lleven a cabo nuevas estrategias responder de manera efectiva a los pedidos de los clientes, cuidando el nivel de servicio y así lograr una eficiente reposición de los materiales de acuerdo a la demanda, sin tener excesos de inventario.

Además es de decir que el modelo no está diseñado como una herramienta de estimación sino como una herramienta de ayuda de toma de decisiones. La metodología de la dinámica de sistemas no es una herramienta de predicción precisa, por lo que las salidas de un modelo de dinámica de sistemas no se pueden evaluar en cuanto a la calidad de su capacidad de predicción sino en el análisis de los comportamientos de realimentación del sistema.

### **5.1.2 Elementos Que Representan El Modelo Del Sistema Productivo De Calzado Brioso**

En esta sección se exponen los elementos que se tienen en cuenta en el modelo, describiendo lo que representa cada uno y además explicando cómo se obtuvieron sus datos de entrada para el modelo realizado. Las variables y parámetros

presentados a continuación se obtuvieron a partir del análisis de la situación actual, problema detectado y marcos teóricos estudiados.

### **Unidades utilizadas en el modelo de simulación**

**Pares:** Esta unidad representa pares de zapatos. En el caso de la variable de nivel inventario, se hace referencia a la materia prima necesaria para producir un par de zapatos.

**Día:** Representa la unidad de tiempo día. Un día de trabajo en la empresa equivale a 10,83 horas de tiempo disponible.

**Time step (tiempo de paso en la simulación)= 1 día**

### **VARIABLES DE NIVEL**

**Inventario:** Variable de nivel que expresa la acumulación de materia prima en bodega, y como tal de unidades disponibles para la demanda al comienzo de la simulación; en este caso cueros, y suelas. Este se disminuye con el consumo (tasa de salida: 'salidas de inventario') y se alimenta con la llegada de inventario del proveedor (flujo de entrada: 'suministros'). Se mide en *pares de zapato*. Por lo tanto al tratarse de bodegas de materia prima, un par de zapatos hace referencia en el modelo a poseer dentro en bodega el cuero y las suelas necesarias para fabricar un par de zapatos sin especificar su referencia.

El valor de entrada para el modelo referente al inventario inicial se estimó de la siguiente manera:

En el anexo 2 se describió la cantidad de existencias en bodega de cueros a 30 de Mayo de 2016 las cuales dieron un total de 77200 dm de cuero, asimismo se registró un total de 6276 pares de suelas en existencias (ver anexo 3). Los cuales sirvieron como base para el cálculo del inventario inicial, así como también los datos suministrados por el jefe de producción en cuanto a la cantidad gastada de

cuero por par de zapatos (tabla 5) se calculó el promedio de gasto por par obteniendo así un gasto de 17,83 dm por par de zapato, para finalmente realizar el cálculo estimado del inventario inicial en pares de zapatos de la siguiente manera:

$$\frac{77200 \text{ dm}}{17,83 \frac{\text{dm}}{\text{par de zapato}}} = 4328,97 = 4328 \text{ pares de zapatos.}$$

Esto equivale a decir que la materia prima existente es la necesaria para fabricar 4328 pares de zapatos.

Es de decir que el cálculo de requerimiento de cuero por par se realizó con valores promedio de entre las diferentes referencias fabricadas por calzado Bioso y Blessing.

**Tabla 5. Cantidad de cuero utilizada por tipo de producto.**

TIPO CALZADO	Consumo cuero por par de zapato (dm)
<b>SANDALIA</b>	
<i>Clásica</i>	15
<i>Sueca</i>	13
<i>Tres puntadas</i>	9
<b>APACHE</b>	24
<b>STROVER</b>	20
<b>BOTIN</b>	26

**Fuente: Calzado Bioso**

**FALTANTES ACUMULADO:** Se Define como la acumulación de pedidos no satisfechos. Esta variable disminuye con la '*reposición*' y se alimenta con el aumento de la variable '*faltantes*'. Su unidad de medida es << *pares* >>.

**PEDIDO EN TRANSITO:** Representa las unidades pedidas a proveedor que vienen en camino. El nivel aumenta con la variable '*orden de pedido*' y disminuye con la variable '*despacho*'. Unidad: <<pares>>.

### VARIABLES DE FLUJO

**Suministros:** Tasa de flujo de unidades que aumenta el nivel a la variable *inventario*. Representa la llegada de materia prima desde el proveedor y es determinada por los '*pedidos a proveedor*' y la demora '*tiempo en corregir existencias*'. Su unidad de medida es pares por día << *pares/día* >>

**Salidas de inventario:** Tasa de flujo de unidades que representa las salidas físicas de materia prima de bodega, cumple la función de regular el bucle de realimentación y disminuye el valor de la variable de nivel '*inventario*'. Está definida con las unidades mínimas entre '*inventario*' y ('*solicitudes del cliente*' + '*faltantes acumulado*') Se mide en pares al día. << *pares/día* >>

**Faltantes:** Tasa de flujo que representa la cantidad de pares al día que no se despacharon al cliente. Se define como la diferencia entre las variables '*solicitudes del cliente*' y '*salidas de inventario*'. Su unidad de medida es << *pares/día* >>.

**Reposición:** Representa la cantidad de unidades que se reponen al día con el fin de disminuir el valor de la variable de nivel '*Faltantes acumulado*'. Su unidad de medida es << *pares/día* >>.

**Orden de pedido:** Variable de flujo que representa la cantidad de unidades pedidas a proveedor, esta aumenta el nivel '*pedido en tránsito*'. Unidad: << *pares/día* >>.

**Despacho:** Variable de flujo que disminuye la variable '*pedidos en tránsito*', y se refiere a las llegadas de materia prima a la empresa. Unidad: << *pares/día* >>.

## VARIABLES AUXILIARES

**Solicitudes del cliente:** Representa la cantidad de pares solicitados por la demanda, en su estructura se define con la función RANDOM, que genera una serie de números aleatorios que se distribuyen de acuerdo con una distribución uniforme, con un valor mínimo y un valor máximo obtenidos a partir de datos históricos de demanda. Unidad: << *pares/día* >>.

**Inventario de Seguridad:** Representa la cantidad mínima de existencias que la empresa mantiene para cubrir necesidades en caso de que falle el aprovisionamiento. Esta calculado por las '*solicitudes del cliente*' multiplicado por el '*tiempo en corregir existencias*' y un factor de seguridad para proteger la variación. Unidad: << *pares* >>.

**Veces lote de pedido:** Variable auxiliar que represente las veces que se debe realizar el pedido determinado por los valores del 'inventario de seguridad' y el parámetro 'lote del pedido'. Unidad= adimensional.

**Pedidos a Proveedor:** Variable auxiliar que controla la política del inventario de seguridad establecida por la empresa. Está diseñada con la función IF, que revisa la condición: si el Inventario en el momento t es menor o igual al inventario de seguridad, lanzar orden de pedido determinado por el parámetro '*lote de pedido*' ; dado lo contrario la variable toma el valor de 0<<pares/día>>. La variable pedidos a proveedor está definida también por la variable binaria 'hay pedido en tránsito' que activa o desactiva el lanzamiento del pedido a proveedor de la siguiente manera: arroja el valor 0 cuando ya hay pedidos en tránsito y el valor 1 cuando no hay pedidos en tránsito. Unidad: << *pares/día* >>.

**Hay pedido en tránsito:** Esta variable se definió como binaria, su función es activar o desactivar el lanzamiento del pedido a proveedor a partir del valor de la variable de nivel 'pedido en tránsito'. Toma el valor 0 cuando ya hay pedidos en tránsito y el valor 1 cuando no hay pedidos en tránsito. Unidad: Adimensional

## PARÁMETROS

### **Tiempo en corregir existencias:**

Representa el tiempo de reposición de las existencias. En esta demora está incluido el lead time (constante que define el proveedor para la reposición de mercancía). Además del lead time, para que la mercancía sea finalmente almacenada en bodega se deben de realizar otras actividades como lo son la gestión de almacenamiento de la mercancía. *Unidad: <<día>> Valor inicial = 3.40 dias.* (Ver anexo 4)

La obtención de los valores de entrada de este parámetro se realizó por medio de la medición de tiempos por cronómetro, en donde se tomó una muestra con un tamaño de 10 observaciones (1 tiempo total por día, que contiene la sumatoria de los tiempos parciales en el transcurso del día). El cronómetro se ponía en marcha una vez llegaba la materia prima embalada a la empresa lista para ser arrumada, hasta que los materiales eran ingresados a bodega.

**Lote de pedido:** El lote de pedido es la materia prima establecida como cantidad mínima a pedir a proveedores de cueros y suelas de línea<sup>11</sup> cada vez que el inventario de seguridad sea menor o igual que el inventario en el momento t. *Unidad: << pares >>.* El gerente o el coordinador del centro de almacenamiento— por lo general define un nivel mínimo de inventario o stock de seguridad, donde siempre puede atender su demanda sin incurrir en faltantes.

---

<sup>11</sup> Materiales de línea: Cueros y suelas catalogados para la empresa como de mayor rotación. Son utilizados en la mayoría de sus productos y por lo tanto se debe mantener un stock de seguridad, supervisado mediante una revisión periódica.

Este nivel es establecido por la experiencia o por la intuición de trabajo con el mercado específico.

El valor de este parámetro se extrajo en base a políticas ya establecidas por la administración en la gestión de abastecimiento de cueros y suelas de línea, su *valor es de << 1000 pares >>*.

En este caso al ser la unidad de medida pares de zapato, no se refiere a producto terminado, sino a la materia prima necesaria para fabricar 1000 pares de zapatos; que por simplicidad en el modelo se define como pares.

**Factor de seguridad:**

Este parámetro es un valor que influye directamente en el inventario de seguridad con el fin de proteger a la empresa de cambios inesperados de demanda, depende del nivel de servicio que la empresa desee elegir. Es adimensional.

**Tabla 6. Tabla Valores nivel de servicio y factor de seguridad Z**

<b>N.S</b>	<b>Z</b>
<b>85.00 %</b>	Z1= ,039
<b>90.00 %</b>	Z2=1,300
<b>95.00 %</b>	Z3=1,650
<b>97.00 %</b>	Z4=1,900
<b>99.00 %</b>	Z5=2,370

El valor elegido de este parámetro según la empresa es un nivel de servicio del 85%, que requiere un factor de seguridad de Z=1,039

**5.2 FASE DE MODELADO CUALITATIVO, O CAUSAL, DEL SISTEMA**

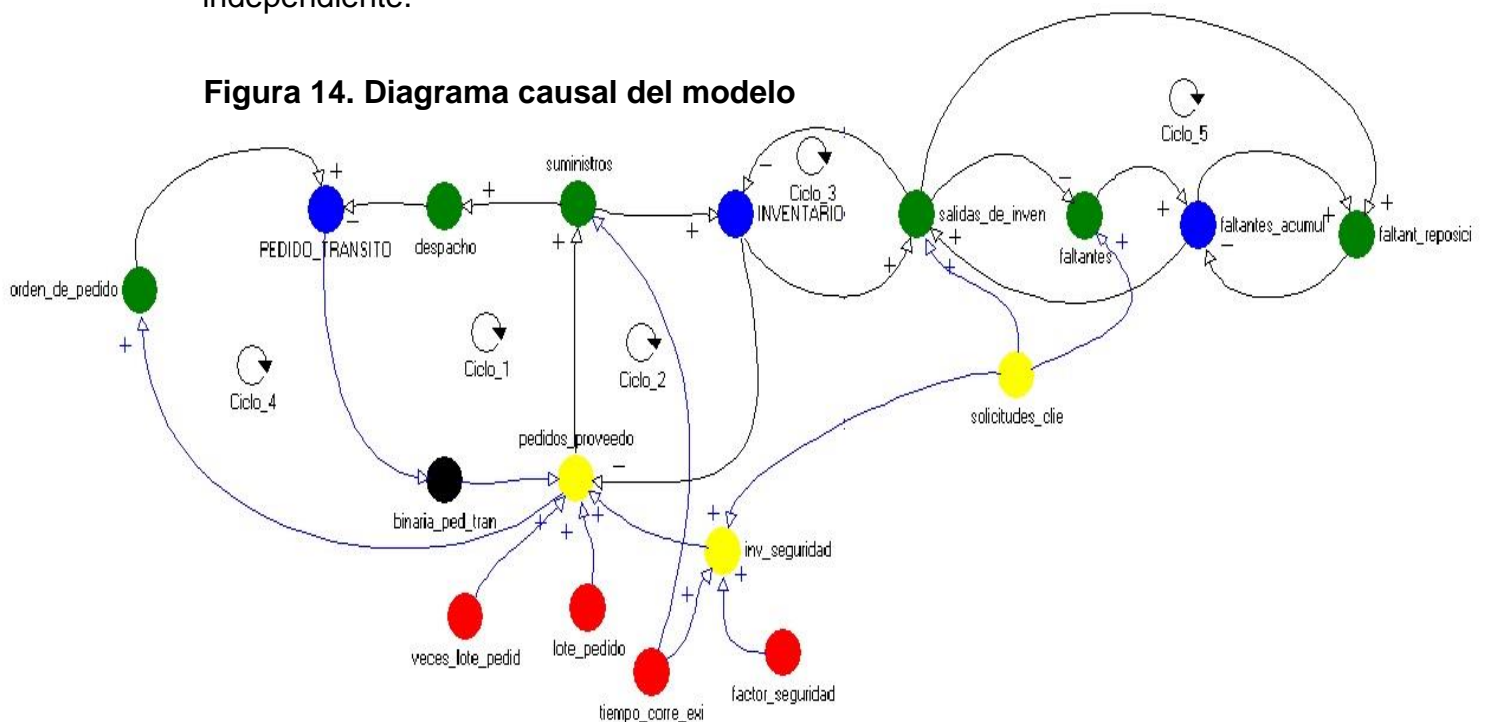
Los comportamientos más complejos surgen de las interrelaciones entre los componentes del sistema, no de la complejidad de estos, por lo tanto es de vital importancia realizar la representación gráfica de las relaciones entre las variable

del sistema, pues proporciona mayor conocimiento sobre las influencias entre ellas y en consecuencia una visión del comportamiento del sistema en conjunto.

Los diagramas causales presentan bucles de realimentación positivos<sup>12</sup> o negativos<sup>13</sup>; Bucles positivos tienden a reforzar o ampliar el efecto de las variables implicadas, por otro lado, bucles negativos controlan. Estos crean la complejidad dinámica del sistema. Se realizó el diagrama de influencias representando los principales elementos que juegan un papel primordial dentro del sistema, con el objeto de visualizar una mayor comprensión de las relaciones causa y efecto del sistema las relaciones entre ellos y su impacto, evidenciándose así los patrones de comportamiento y los parámetros claves a considerar para la prevención de eventos futuros.

A continuación se presenta el diagrama causal con sus bucles de realimentación en su totalidad del sistema; Posteriormente se irá explicando cada ciclo de manera independiente.

**Figura 14. Diagrama causal del modelo**



<sup>12</sup> Un bucle de realimentación es positivo si todas las relaciones de influencia son positivas o si contiene un número par de relaciones negativas.

<sup>13</sup> Un bucle de realimentación es negativo si contiene un número impar de relaciones de influencia negativas.

## BUCLES DEL MODELO

Bucle 1- Bucle de pedidos en tránsito

Bucle 2- Bucle de Suministros de inventario

Bucle 3- Bucle de drenaje de inventario

Bucle 4- Bucle aumento de pedido en tránsito

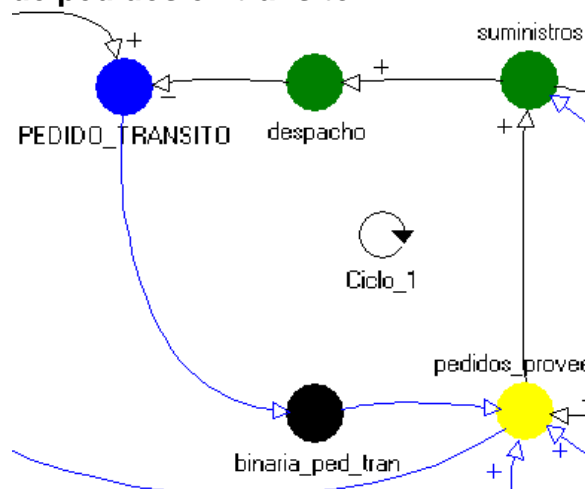
Bucle 5- Bucle faltantes

Según los bucles de realimentación presentes en la estructura del sistema y teniendo en cuenta para su interpretación las relaciones causales, se puede afirmar lo siguiente de los comportamientos: Los bucles 1, 2,3 y 5 son bucles de realimentación negativa que regulan y equilibran el sistema. Sin embargo, el bucle 4 es un de realimentación positiva, es decir que tiende a desestabilizar el comportamiento del sistema.

### ➤ El bucle 1: Bucle de pedidos en tránsito

En el siguiente bucle de realimentación negativa se hace presente la variable de nivel Pedido en tránsito, que es drenada por la tasa de salida despacho, la cual está en función directa de los suministros, es decir a medida que los suministros a inventario aumenten, se originara también un aumento en la tasa de salida despacho, lo que causa que disminuya en nivel de las unidades en tránsito.

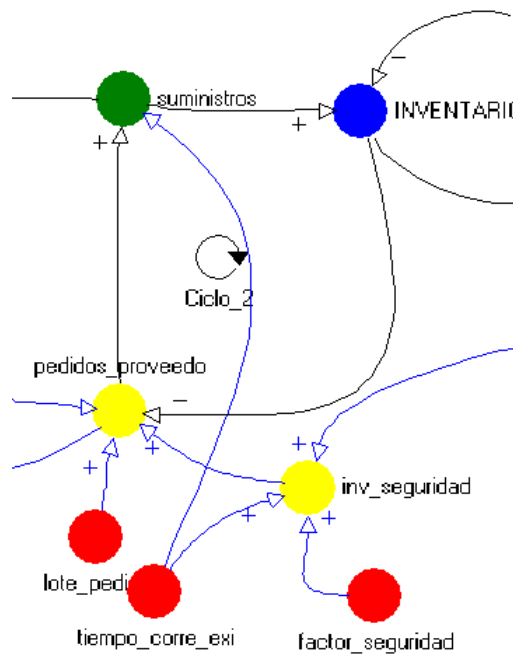
**Figura 15. Bucle de pedidos en tránsito**



➤ **El bucle 2: Bucle de suministros de inventario**

Es un ciclo de realimentación negativa, que aumenta el nivel del *Inventario* a medida que aumentan las entradas de materia prima a bodega modelada como la tasa de entrada *Suministros*. Esta es determinada por los pedidos a proveedor y una demora en la gestión de abastecimiento nombrada como: *tiempo en corregir existencias*; que representa el tiempo gastado desde que se realizan las órdenes de pedido a proveedores hasta que son almacenadas en bodega como suministros (lead time + tiempo gastado en el almacenamiento). Por otro lado, la variable *pedidos a proveedor* se encuentra en función del nivel *Inventario*, del valor del inventario de seguridad, del parámetro lote de pedido y a su vez de la variable binaria. Por lo tanto, si existe un aumento del valor del inventario de seguridad, o del lote de pedido así también aumentará la variable pedidos a proveedor, ocasionando también que la tasa de entrada suministros que alimenta la variable *Inventario* aumente.

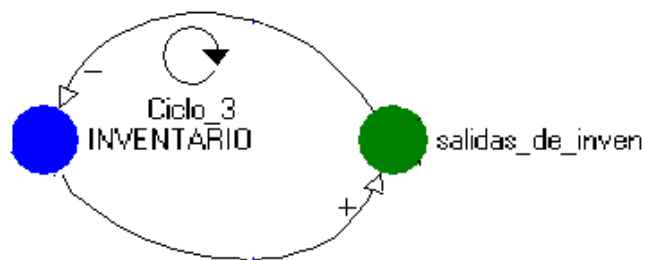
**Figura 16. Bucle de suministros de inventario**



➤ **Bucle 3: Bucle drenaje de inventario:**

En la figura 17 podemos ver un bucle de realimentación negativa, en donde un aumento de la tasa de flujo salidas de inventario se traduce en una disminución de la variable de nivel Inventario<sup>14</sup>, así mismo un aumento de los Inventarios se traduce en un aumento de las salidas de inventario; siendo este valor de la tasa de salida menor o igual al de la variable de nivel. Las salidas de inventario están en función de la variable exógena *solicitudes del cliente*<sup>15</sup>

**Figura 17. Bucle de drenaje de inventario**



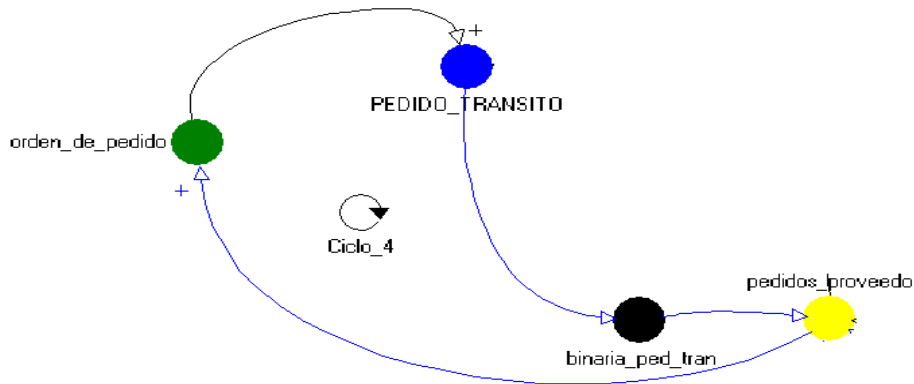
➤ **Bucle 4: Bucle aumento pedido en tránsito**

En el siguiente bucle se presenta el aumento de la variable de nivel 'pedido en tránsito' ocasionado por el aumento de la tasa de flujo de entrada orden de pedido que a su vez, es función directamente proporcional a la variable auxiliar pedidos a proveedores. La variable binaria como ya se explicó anteriormente revisa el valor del nivel 'pedidos en tránsito' en el momento  $t$ , para controlar la gestión de pedidos en el modelo dada por la variable 'pedidos a proveedores'.

<sup>14</sup> El valor inicial del nivel de Inventario se obtuvo de un conteo y clasificación de existencias realizado recientemente en bodega. Ver Anexo 2 y 3.

<sup>15</sup> El valor de las solicitudes del cliente fue determinado a través de datos históricos de ventas suministrados por la empresa. En el análisis cuantitativo se explica con más detalle las ecuaciones usadas para todas las variables.

**Figura 18. Bucle aumento pedido en tránsito**

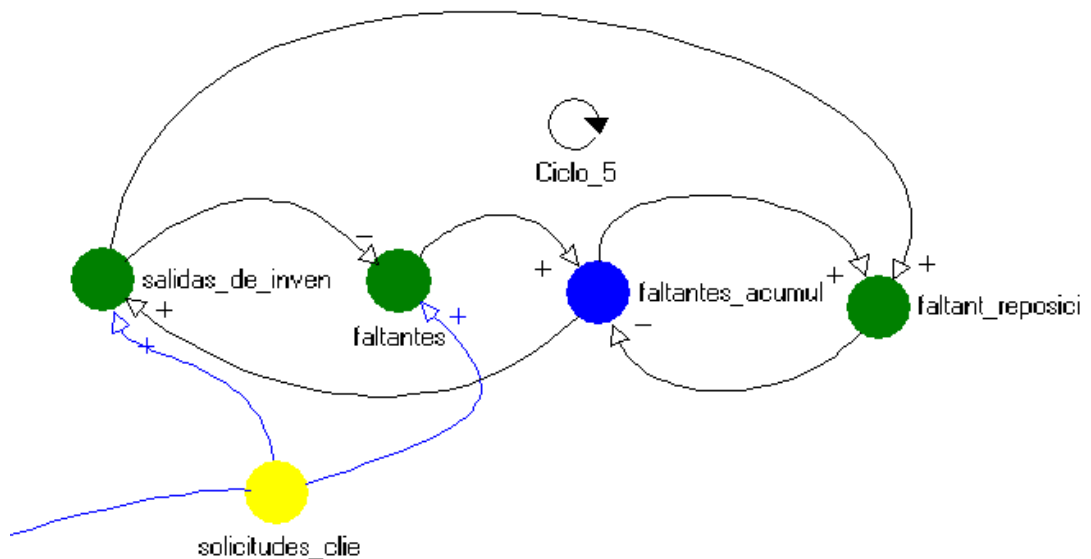


**Bucle 5. Bucle de Faltantes**

En el presente bucle se presentan tres variables de tasa (verdes). La variable 'salida de inventario' influye de manera inversa a la tasa de entrada 'faltantes', así como también las solicitudes del cliente afectan de manera directa esta variable, al estar definida como la diferencia entre las unidades demandas y las salidas reales. El hecho que la variable de tasa de entrada faltantes aumente conlleva a que el nivel faltantes acumulado también aumente, así mismo, la tasa de salida de este nivel 'faltantes reposición' disminuye su valor y por lo tanto las salidas de inventario aumentarían, debido a que esta toma el valor mínimo entre el nivel

**Figura 19. Bucle de faltantes**

inventario y la suma de las solicitudes del cliente más el valor del nivel faltantes acumulado en el momento t.





El valor del inventario inicial se obtuvo de un conteo de existencias realizado recientemente en la fábrica, mostrado en el anexo 2.

➤ **Salidas de Inventario**

*Salidas de Inventario = MIN(INVENTARIO \* 1 << 1/día*  
*>>, 'solicitudes del cliente' + 'Faltantes acumulado' \* 1 << 1/día >>)*

MIN (Input1, Input2 [, Input3,...])

Unidad= <<pares/día>>

La función 'MIN' en PowerSim compara variables de entrada y elige el menor valor de estas. En este caso los valores en comparación son los que toman la variable de nivel INVENTARIO y la suma de las variables ('solicitudes del cliente' + 'faltantes acumulado'). Por consiguiente, la función 'MIN' cumple una función de restricción que limita los valores que puede tomar la tasa de salida.

➤ **Solicitudes del cliente**

*Solicitudes del cliente = RANDOM(82 << pares/día >> ,728 << pares/día >>)*

Unidad= <<pares/día>>

Los límites de entrada de la variable fueron obtenidos de datos históricos de ventas en el segundo semestre de 2015 suministrados por la empresa, mostrados en el capítulo 2 (descripción organizacional).

La función RANDOM, genera una serie de números aleatorios que se distribuyen de acuerdo con una distribución uniforme, con un valor mínimo y un valor máximo obtenidos a partir de datos históricos de demanda.

➤ **Suministros**

*Suministros*

*= DELAYPPL('pedidos a proveedor',' tiempo en corregir existencias')*

DELAYPPL (Input, 'Delay Time')

Unidad= <<pares/día>>

En la función DELAYPPL, no pasa nada con la salida hasta que haya transcurrido el tiempo de retardo. En este punto, de entrada se reproduce exactamente. La función DELAYPPL puede ser visto como una cinta transportadora, donde los artículos se colocan en el transportador en un extremo y expulsados en el otro extremo después de un tiempo fijo.

➤ **Pedidos a Proveedor**

*Pedidos a proveedor*

$$= IF \left( INVENTARIO \leq ' inventario seguridad', ' lote de pedido' * ' veces lote de pedido', 0 \right. \\ \left. \ll \frac{pares}{día} \gg \right) * ' binaria pedido en tránsito'$$

IF (Condition, A, B)

Unidad= <<pares/día>>

La función IF evalúa una condición, si se evalúa como TRUE, la función toma el valor A (lote de pedido), de lo contrario toma el valor B (0 pares/día). Se puede utilizar IF para realizar pruebas condicionales en valores y fórmulas.

➤ **Inventario de seguridad**

*Inventario de seguridad*

$$= ^' solicitudes del cliente ^' * ^' factor seguridad ^' \\ * ^' tiempo en corregir existencias ^'$$

Unidad= <<pares>>

➤ **Factor de Seguridad**

$$Factor de seguridad = 1,039$$

Unidad= Adimensional

➤ **Lote de pedido**

$$lote de pedido = 1000 Pares/día$$

Unidad= <<pares/día>>

➤ **Veces lote de pedido**

Veces lote de pedido= ROUND ('inventario seguridad'/lote de pedido')

Unidad= Adimensional

La función ROUND en PowerSim aproxima el valor resultante de la función al entero más cercano.

➤ **PEDIDO EN TRANSITO**

*valor inicial = 0 << pares >>*

*Pedido en tránsito = ('orden de pedido' - 'despacho')*

Unidad= <<pares>>

➤ **Orden de pedido**

*Orden de pedido = 'pedidos a proveedor'*

Unidad= <<pares/día>>

➤ **Despacho**

*Despacho = suministros*

Unidad= <<pares/día>>

➤ **FALTANTES ACUMULADO**

*FALTANTES ACUMULADO = ('Faltantes' - 'Faltantes reposición')*

Unidad= <<pares>>

➤ **Faltantes**

*Faltantes = 'solicitudes del cliente' – 'salidas de inventario'*

Unidad= <<pares/día>>

➤ **Faltantes reposición**

*Faltantes reposición*

$$= \text{MIN} \left( 'FALTANTES ACUMULADO' * 1 \ll \frac{1}{\text{día}} \gg, 'salidas de inventario' \right)$$

Unidad= <<pares/día>>

La función 'MIN' en PowerSim compara variables de entrada y elige el menor valor de estas. En este caso los valores en comparación son los que toman la variable de nivel FALTANTES ACUMULADO y salidas de inventario. Por consiguiente, la función 'MIN' cumple una función de restricción que limita los valores que puede tomar la variable 'faltantes reposición'.

➤ **Tiempo en corregir existencias**

*Tiempo en corregir existencias = 3,4 día*

Unidad= <<día>>

➤ **Binaria pedido en tránsito**

*Binaria pedido en tránsito*

$$= \text{IF} ('PEDIDO EN TRÁNSITO' > 0 \ll \text{pares} \gg, 0, 1)$$

IF (Condition, A, B)

La función IF evalúa una condición, si se evalúa como TRUE, la función toma el valor A (0), de lo contrario toma el valor B (1). Se puede utilizar IF para realizar pruebas condicionales en valores y fórmulas

## **5.4 FASE DE EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DEL MODELO**

En los modelos de dinámica de sistemas se integra información de tipo cualitativo con información de tipo cuantitativo. Esta mezcla es siempre susceptible a imprecisiones, partiendo del hecho de asignar valores numéricos concretos a parámetros; esto conlleva al cuestionamiento de que sucedería si el valor de estos fuesen otros. Por lo tanto este análisis aporta un instrumento para alcanzar una mejor comprensión sobre cuáles son los puntos de máxima sensibilidad del modelo que sugieren cuales son las actuaciones sobre el proceso real que serán más efectivas y en consecuencia pueden producir efectos considerables. Así mismo, analizar cómo afecta en las conclusiones de un modelo las posibles variaciones en las variables más significativas para el modelo y también en los valores de los parámetros, teniendo en cuenta en las relaciones funcionales que incluye.

### **5.4.1 Pruebas a la verificación de la estructura**

Esta fase se realiza para asegurarse que las ecuaciones del modelo son dimensionalmente consistentes y que las variables y los parámetros están claramente especificados. Entre las pruebas de validación y evaluación de los modelos según lo planteado ya en el marco teórico se tienen las pruebas a la estructura y el comportamiento del modelo que se desarrollaran a continuación.

#### **➤ Evaluación de los parámetros**

En esta prueba se revisa la validez conceptual de cada parámetro, es decir que represente algo en el modelo y no sea una forma de corregir errores; para ello se observa de donde proceden los datos que poseen los parámetros del modelo. En el apartado 5.1.2 se describen todos los elementos utilizados en el modelo, explicando cómo se estimó su valor, unidad de medida, se incluye además su valor y la descripción.

#### **➤ Análisis de consistencia dimensional**

Esta prueba se verificó la consistencia en las unidades modeladas que corresponden a cada variable y las transformaciones realizadas en las distintas

funciones matemáticas incorporadas, para evitar inconsistencias en el paso de información entre los mismos.

#### **5.4.2 Análisis del comportamiento del modelo**

En este análisis se estudiarán las características del comportamiento del modelo, estudiando las respuestas de las principales variables a partir de escenarios de simulación que otorgan diferentes perspectivas en la administración de los inventarios.

La unidad de tiempo usada para la simulación representa un día, y se llevó a cabo para un periodo de seis meses (Enero-febrero-Marzo-Abril-mayo-Junio), bajo un escenario con un inventario inicial de 4328 pares, y con solicitudes del cliente usando la función RANDOM (82<<pares/da>>,728<<pares/da>>), para tomar un número aleatorio entre 82 y 728 pares/da.

El modelo está definido bajo los siguientes supuestos:

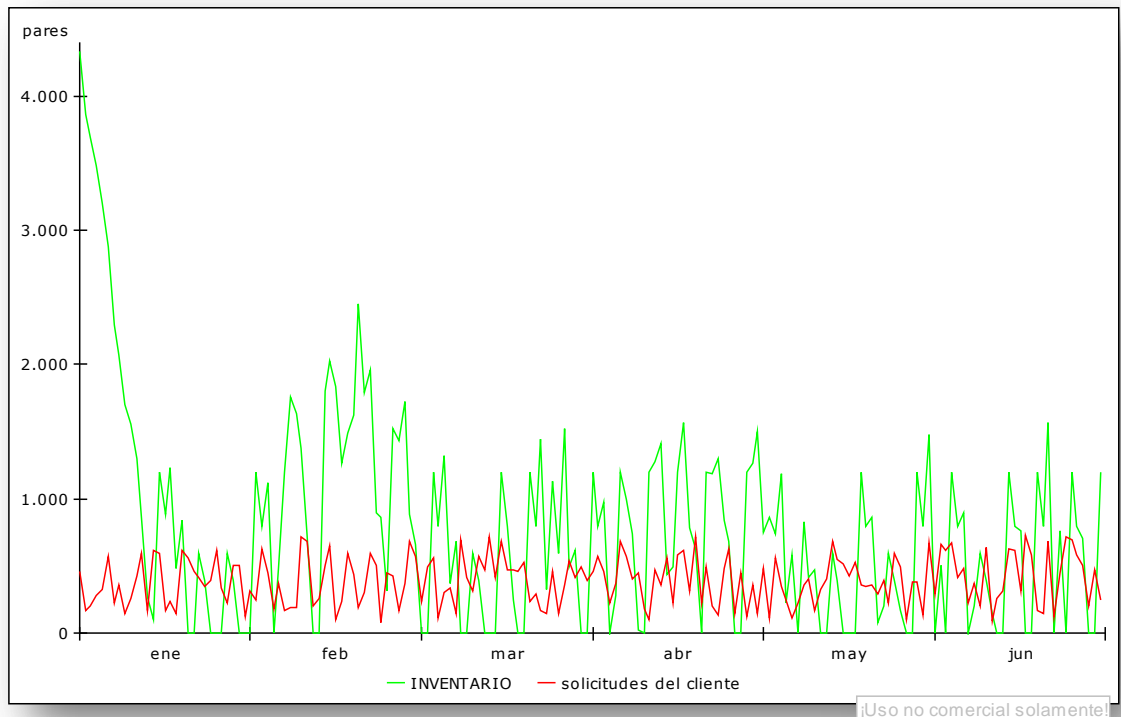
- El inventario inicial de materiales consta de una cantidad variada de referencias de cuero y suelas que han sobrado de pedidos anteriores y que tienen hoy baja probabilidad de ser usados, como se muestra en los anexos 2 y 3. La empresa tiene como política utilizar todo el inventario menos el inventario de seguridad, para cumplir pedidos del cliente, si es necesario. Esto con el fin de obtener más espacio disponible en bodega para almacenar nuevas materias primas de acuerdo a las nuevas colecciones que impactan en el mercado. Es por ello, que en el presente modelo se cuentan con 4328 pares disponibles en existencias, que se irán agotando al transcurrir el tiempo de simulación, sin tener en cuenta la referencia solicitada por el cliente; por efectos de simplicidad el modelo usa como dato de entrada para la variable solicitudes del cliente la cantidad de pares solicitados.
- El tiempo de paso en la simulación (time step) se define como un día, ya que al tratarse de un inventario de materiales cada día existen entradas de

material (proveedores, sobrantes de material, devoluciones) y salidas (clientes internos) en las bodegas para producción.

#### 5.4.2.1 Análisis del comportamiento de las variables más influyentes en el modelo y discusión de resultados

La figura 21 muestra la variación de las 'solicitudes del cliente' y el nivel de 'inventario' que se tiene para suplirlas.

**Figura 21. Inventario vs Solicitudes del Cliente**



**Tabla 7. Comparación datos de las variables Inventario y solicitudes del cliente**

(pares)			
Tiempo	INVENTARIO	solicitudes del cliente	inventario seguridad
01 de ene	4.328,00	467,72	1.652,28
02 de ene	3.860,28	168,96	596,87
03 de ene	3.691,32	210,39	743,22
04 de ene	3.480,93	280,86	992,15
05 de ene	3.200,07	324,87	1.147,62
06 de ene	2.875,21	576,29	2.035,81
07 de ene	2.298,91	229,84	811,92
08 de ene	2.069,08	360,26	1.272,65
09 de ene	1.708,82	150,23	530,72
10 de ene	1.558,59	259,59	917,01
11 de ene	1.299,00	433,83	1.532,54
12 de ene	865,17	590,87	2.087,30
13 de ene	274,30	174,81	617,55
14 de ene	99,49	613,52	2.167,31
15 de ene	1.200,00	594,23	2.099,17
16 de ene	891,74	176,02	621,82
17 de ene	1.229,75	235,63	832,37
18 de ene	480,09	153,89	543,64
19 de ene	840,23	619,51	2.188,47
20 de ene	0,00	563,18	1.989,50
21 de ene	0,00	466,26	1.647,12
22 de ene	600,00	415,15	1.466,55
23 de ene	400,00	352,13	1.243,92
24 de ene	0,00	397,85	1.405,45
25 de ene	0,00	617,83	2.182,56
26 de ene	0,00	341,28	1.205,61
27 de ene	600,00	231,02	816,10
28 de ene	400,00	506,25	1.788,37
29 de ene	0,00	507,72	1.793,58
30 de ene	0,00	122,41	432,42
01 de feb	0,00	311,57	1.100,66
02 de feb	1.200,00	249,81	882,49
03 de feb	800,00	632,78	2.235,37
04 de feb	1.117,40	446,22	1.576,31
05 de feb	0,00	184,75	652,64
06 de feb	486,44	370,05	1.307,25
07 de feb	1.200,00	169,03	597,10
08 de feb	1.762,61	190,65	673,51
09 de feb	1.640,32	189,86	670,72
10 de feb	1.382,09	723,46	2.555,69
11 de feb	727,00	688,29	2.431,46
12 de feb	0,00	209,21	739,05
13 de feb	0,00	255,34	902,01
14 de feb	1.800,00	507,62	1.793,22
15 de feb	2.027,83	654,30	2.311,39

Uso no comercial solamente

Revisando los datos generados por las variables y su comportamiento según la gráfica (figura 20) se puede observar que se presentan días donde el nivel de inventario llega a cero, o es menor que la cantidad demandada. Este suceso se presenta después de haberse agotado el inventario inicial; es decir, el 14 día de la simulación, existiendo la probabilidad de poner en peligro el cumplimiento de los pedidos realizados por el cliente.

El día 15 de febrero se presenta el pico máximo de unidades en inventario debido al incremento de la variable 'inventario de seguridad' que toma el valor de 2311, lo

**Tabla 8. Comparación datos de las variables Inventario, Inventario de seguridad, pedidos a proveedor, Pedido en tránsito, y Faltantes Acumulado**

(pares)						
Tiempo	INVENTARIO	inventario seguridad	pedidos a proveedor	PEDIDO EN TRÁNSITO	suministros	FALTANTES ACUMULADO
01 de ene	4.328,00	1.652,28	0,00	0,00	0,00	0,00
02 de ene	3.860,28	596,87	0,00	0,00	0,00	0,00
03 de ene	3.691,32	743,22	0,00	0,00	0,00	0,00
04 de ene	3.480,93	992,15	0,00	0,00	0,00	0,00
05 de ene	3.200,07	1.147,62	0,00	0,00	0,00	0,00
06 de ene	2.875,21	2.035,81	0,00	0,00	0,00	0,00
07 de ene	2.298,91	811,92	0,00	0,00	0,00	0,00
08 de ene	2.069,08	1.272,65	0,00	0,00	0,00	0,00
09 de ene	1.708,82	530,72	0,00	0,00	0,00	0,00
10 de ene	1.558,59	917,01	0,00	0,00	0,00	0,00
11 de ene	1.299,00	1.532,54	2.000,00	0,00	0,00	0,00
12 de ene	865,17	2.087,30	0,00	2.000,00	0,00	0,00
13 de ene	274,30	617,55	0,00	2.000,00	0,00	0,00
14 de ene	99,49	2.167,31	0,00	2.000,00	1.200,00	0,00
15 de ene	1.200,00	2.099,17	0,00	800,00	800,00	514,03
16 de ene	891,74	621,82	0,00	0,00	0,00	-514,03
17 de ene	1.229,75	832,37	0,00	0,00	0,00	514,03
18 de ene	480,09	543,64	1.000,00	0,00	0,00	-514,03
19 de ene	840,23	2.188,47	0,00	1.000,00	0,00	514,03
20 de ene	0,00	1.989,50	0,00	1.000,00	0,00	-220,72
21 de ene	0,00	1.647,12	0,00	1.000,00	600,00	563,18
22 de ene	600,00	1.466,55	0,00	400,00	400,00	1.029,45
23 de ene	400,00	1.243,92	1.000,00	0,00	0,00	244,59
24 de ene	0,00	1.405,45	0,00	1.000,00	0,00	-47,87
25 de ene	0,00	2.182,56	0,00	1.000,00	0,00	397,85
26 de ene	0,00	1.205,61	0,00	1.000,00	600,00	1.015,68
27 de ene	600,00	816,10	0,00	400,00	400,00	1.356,97
28 de ene	400,00	1.788,37	2.000,00	0,00	0,00	387,99
29 de ene	0,00	1.793,58	0,00	2.000,00	0,00	106,25
30 de ene	0,00	432,42	0,00	2.000,00	0,00	613,97
01 de feb	0,00	1.100,66	0,00	2.000,00	1.200,00	736,38
02 de feb	1.200,00	882,49	0,00	800,00	800,00	1.047,95
03 de feb	800,00	2.235,37	2.000,00	0,00	0,00	-950,19
04 de feb	1.117,40	1.576,31	0,00	2.000,00	0,00	950,19
05 de feb	0,00	652,64	0,00	2.000,00	0,00	-671,19
06 de feb	486,44	1.307,25	0,00	2.000,00	1.200,00	671,19
07 de feb	1.200,00	597,10	0,00	800,00	800,00	68,36
08 de feb	1.762,61	673,51	0,00	0,00	0,00	-68,36
09 de feb	1.640,32	670,72	0,00	0,00	0,00	68,36
10 de feb	1.382,09	2.555,69	3.000,00	0,00	0,00	-68,36
11 de feb	727,00	2.431,46	0,00	3.000,00	0,00	68,36
12 de feb	0,00	739,05	0,00	3.000,00	0,00	-38,70
13 de feb	0,00	902,01	0,00	3.000,00	1.800,00	209,21
14 de feb	1.800,00	1.793,22	0,00	1.200,00	1.200,00	464,55
15 de feb	2.027,83	2.311,39	2.000,00	0,00	0,00	-464,55

que aumenta en gran medida los suministros de inventario en bodega.

Revisando los datos obtenidos de las variables en la tabla 8 se puede observar un cálculo del inventario de seguridad con unidades suficientes para cubrir la demanda, pero un inventario en tránsito interrumpido, lo que puede poner en peligro el suministro continuo de materiales.

En los días en que el inventario de seguridad es mayor o igual al nivel de Inventario se realiza la orden de pedido a proveedor, como se puede observar en la tabla 8. Es en el día 11 de simulación (11 de enero) donde se realiza la primera orden de pedido por 2000 pares/día, para suplir las solicitudes. El efecto de la demora tiempo en corregir las existencias (valor= 3,4 días) se hace presente en la variable suministros y pedido en tránsito como se puede observar en la tabla 8, en donde el pedido realizado a proveedor el día 11 permanece en tránsito por 4 días, el tercer día del periodo en tránsito es suministrado el 60% de la orden, es decir 1200 pares. Finalmente el día 4 del periodo en tránsito se suministra el 40% del pedido, es decir 800 pares. Este suceso ocasiona faltantes, especialmente en los días en donde se encuentra el pedido en tránsito u otros días posteriores al suministro, dependiendo del valor aleatorio dado por la función random que define la variable 'solicitudes del cliente'. Por lo tanto, es ahí donde mayor es el riesgo de incumplimiento en los pedidos, que se podría desencadenar en una futura pérdida de clientes y por consecuencia disminución en las utilidades.

#### **5.4.2.2 Análisis del comportamiento suministros vs. Pedidos a proveedor**

En un sistema Just in Time donde el lead time del proveedor es cero, los pedidos se convierten en suministros de manera inmediata, sólo habría que contar el tiempo de almacenamiento de la mercancía. Es este caso del sistema productivo de la fábrica calzado Brioso y Blessing se presenta distorsión del valor de los pedidos a proveedor representado en la variable suministros, a causa del *tiempo en corregir las existencias* definido como una demora en el sistema que representa el lead time promedio de los proveedores más el tiempo promedio de

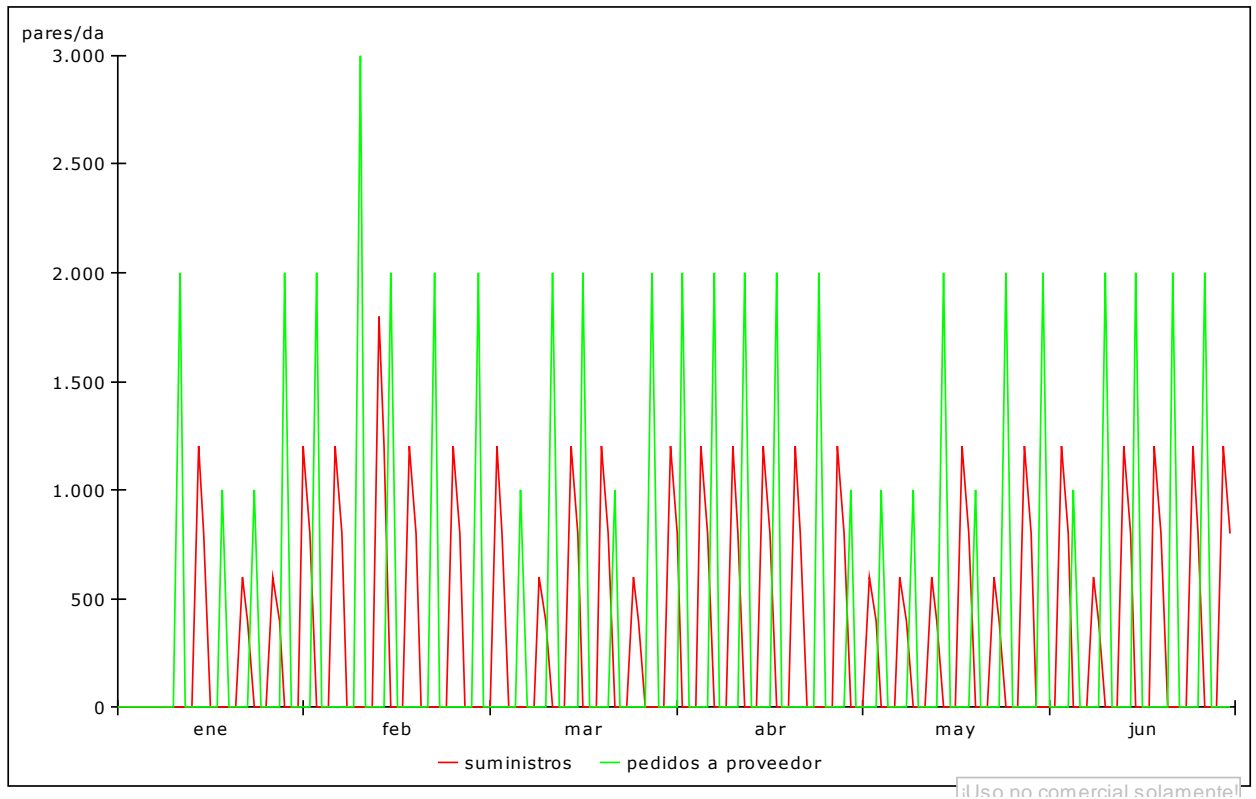
almacenamiento tomado por el bodeguero en realizar la actividad de  
almacen

**Tabla 9. Comparación de datos de las pedidos a proveedor, amiento.  
variables suministros y faltantes acumulado.**

<b>(pares/da)</b>			
Tiempo	pedidos a proveedor	suministros	FALTANTES ACUMULADO
01 de ene	0,00	0,00	0,00
02 de ene	0,00	0,00	0,00
03 de ene	0,00	0,00	0,00
04 de ene	0,00	0,00	0,00
05 de ene	0,00	0,00	0,00
06 de ene	0,00	0,00	0,00
07 de ene	2.000,00	0,00	0,00
08 de ene	0,00	0,00	0,00
09 de ene	0,00	0,00	0,00
10 de ene	0,00	1.200,00	153,90
11 de ene	0,00	800,00	385,22
12 de ene	2.000,00	0,00	-385,22
13 de ene	0,00	0,00	385,22
14 de ene	0,00	0,00	-385,22
15 de ene	0,00	1.200,00	385,22
16 de ene	0,00	800,00	414,36
17 de ene	2.000,00	0,00	-414,36
18 de ene	0,00	0,00	414,36
19 de ene	0,00	0,00	-414,36
20 de ene	0,00	1.200,00	414,36
21 de ene	0,00	800,00	-414,36
22 de ene	0,00	0,00	414,36
23 de ene	0,00	0,00	-414,36
24 de ene	2.000,00	0,00	414,36
25 de ene	0,00	0,00	-414,36
26 de ene	0,00	0,00	414,36
27 de ene	0,00	1.200,00	259,58
28 de ene	0,00	800,00	507,64
29 de ene	2.000,00	0,00	-507,64
30 de ene	0,00	0,00	507,64
01 de feb	0,00	0,00	-507,64
02 de feb	0,00	1.200,00	507,64
03 de feb	0,00	800,00	-167,91
04 de feb	2.000,00	0,00	167,91
05 de feb	0,00	0,00	-167,91
06 de feb	0,00	0,00	167,91
07 de feb	0,00	1.200,00	-50,90
08 de feb	0,00	800,00	697,94
09 de feb	1.000,00	0,00	-640,12
10 de feb	0,00	0,00	640,12
11 de feb	0,00	0,00	-640,12
12 de feb	0,00	600,00	640,12
13 de feb	0,00	400,00	296,19
14 de feb	2.000,00	0,00	-80,97
15 de feb	0,00	0,00	80,97

¡Uso no comercial solamente!

**Figura 22. Comportamiento de la variable Suministros y Pedidos a proveedor**

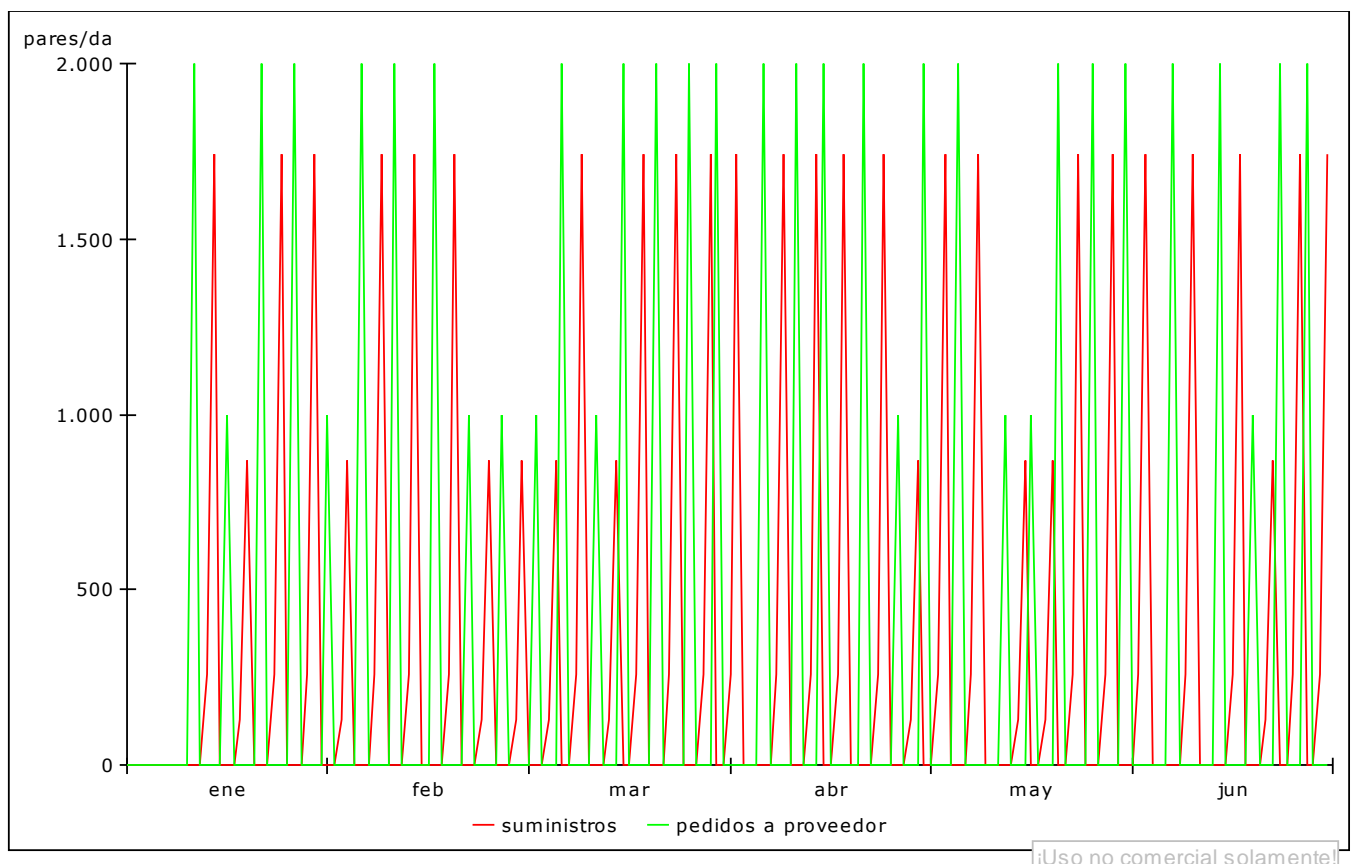


Según el análisis del comportamiento de los valores que toman las variables contempladas en la figura 22 y tabla 9, se puede decir que los pedidos a proveedor son suministrados a bodega en entregas graduales a partir del tercer día después de la realización del pedido, de la siguiente manera: 60% el tercer día, y 40% el cuarto día. Este suceso se debe al efecto de la demora tiempo en corregir las existencias (3,4 días), lo que ocasiona faltantes en ese lapso de tiempo. Además se puede observar que las unidades faltantes se hacen presente desde el décimo día de simulación. En la tabla se muestran valores para un periodo de 45 días ya que el comportamiento es similar en los demás meses y también debido a la gran extensión de la tabla para los 6 meses de simulación.

### 5.4.2.3 Variación de los parámetros del modelo y análisis de su comportamiento

Ahora se plantea un escenario en el que se disminuye el parámetro 'tiempo en corregir las existencias' en un 18,5%, es decir de 3,40 días a 2,87 días; gracias a la reducción del tiempo lograda con la implementación de las mejoras del proyecto en la gestión de almacenamiento, (Ver anexo 5). Se analiza el comportamiento de las variables suministros, pedidos a proveedor y faltantes acumulado.

**Figura 23. Comportamiento de la variable suministros y pedidos a proveedor con reducción del 18,5% en el tiempo en corregir existencias.**



**Tabla 10. Valores en el tiempo de las variables suministros, pedidos a proveedor y faltantes acumulado.**

<b>(pares/da)</b>			
Tiempo	suministros	pedidos a proveedor	FALTANTES ACUMULADO
01 de Ene.	0,00	0,00	0,00
02 de Ene.	0,00	0,00	0,00
03 de Ene.	0,00	0,00	0,00
04 de Ene.	0,00	0,00	0,00
05 de Ene.	0,00	0,00	0,00
06 de Ene.	0,00	2.000,00	0,00
07 de Ene.	0,00	0,00	0,00
08 de Ene.	260,00	0,00	0,00
09 de Ene.	1.740,00	0,00	0,00
10 de Ene.	0,00	0,00	0,00
11 de Ene.	0,00	2.000,00	0,00
12 de Ene.	0,00	0,00	0,00
13 de Ene.	260,00	0,00	0,00
14 de Ene.	1.740,00	0,00	312,45
15 de Ene.	0,00	0,00	6,53
16 de Ene.	0,00	0,00	-6,53
17 de Ene.	0,00	0,00	6,53
18 de Ene.	0,00	0,00	-6,53
19 de Ene.	0,00	1.000,00	6,53
20 de Ene.	0,00	0,00	-6,53
21 de Ene.	130,00	0,00	177,75
22 de Ene.	870,00	0,00	348,32
23 de Ene.	0,00	1.000,00	767,78
24 de Ene.	0,00	0,00	-380,77
25 de Ene.	130,00	0,00	560,39
26 de Ene.	870,00	0,00	693,43
27 de Ene.	0,00	1.000,00	736,16
28 de Ene.	0,00	0,00	-369,19
29 de Ene.	130,00	0,00	369,19
30 de Ene.	870,00	0,00	530,49
01 de Feb.	0,00	0,00	457,38
02 de Feb.	0,00	1.000,00	-457,38
03 de Feb.	0,00	0,00	457,38
04 de Feb.	130,00	0,00	-163,40
05 de Feb.	870,00	0,00	163,40
06 de Feb.	0,00	2.000,00	290,56
07 de Feb.	0,00	0,00	-285,15
08 de Feb.	260,00	0,00	452,29
09 de Feb.	1.740,00	0,00	1.045,09
10 de Feb.	0,00	2.000,00	841,03
11 de Feb.	0,00	0,00	-841,03
12 de Feb.	260,00	0,00	841,03
13 de Feb.	1.740,00	0,00	-597,50
14 de Feb.	0,00	0,00	597,50
15 de Feb.	0,00	0,00	-597,50
16 de Feb.	0,00	0,00	597,50
17 de Feb.	0,00	2.000,00	-597,50
18 de Feb.	0,00	0,00	597,50

En la tabla 10 se evidencia que a causa de la disminución del tiempo en corregir las existencias gracias a la realización de políticas más eficientes en las actividades de almacenamiento, las órdenes de pedido se convierten en suministros a inventario de manera más eficiente y con menos distorsión en sus valores, en comparación con las condiciones iniciales. Además, es de decir que a

partir del segundo día de haber lanzado la orden de pedido se está suministrando el 13% del pedido en tránsito, el tercer día el 87%. Al tercer día después de haber lanzado la orden de pedido ya la mercancía se ha suministrado a bodega. Por lo tanto se puede concluir que a medida que aumente el tiempo en corregir las existencias, aumentará el tiempo en el que existirá pedido en tránsito y por lo mismo y tanto el riesgo de poner en peligro el cumplimiento de los pedidos del cliente. Finalmente, otro efecto que se observa es que las unidades faltantes se presentan inicialmente 4 días después en comparación con los valores iniciales, es decir a partir del día 14 de la simulación.

- **Escenario de análisis con aumento del tiempo en corregir las existencias en un 20%, es decir pasa de su valor inicial 3,40 días a 4,08 días**

**Tabla 11. Valores en el tiempo de la variable suministros, pedidos a proveedor y faltantes acumulado con incremento del parámetro tiempo en corregir las existencias del 20%.**

(pares/da)			
Tiempo	suministros	pedidos a proveedor	FALTANTES ACUMULADO
01 de Ene.	0,00	0,00	0,00
02 de Ene.	0,00	0,00	0,00
03 de Ene.	0,00	0,00	0,00
04 de Ene.	0,00	0,00	0,00
05 de Ene.	0,00	0,00	0,00
06 de Ene.	0,00	0,00	0,00
07 de Ene.	0,00	0,00	0,00
08 de Ene.	0,00	3.000,00	0,00
09 de Ene.	0,00	0,00	0,00
10 de Ene.	0,00	0,00	0,00
11 de Ene.	0,00	0,00	0,00
12 de Ene.	2.760,00	0,00	0,00
13 de Ene.	240,00	0,00	194,60
14 de Ene.	0,00	3.000,00	-194,60
15 de Ene.	0,00	0,00	194,60
16 de Ene.	0,00	0,00	-194,60
17 de Ene.	0,00	0,00	194,60
18 de Ene.	2.760,00	0,00	-194,60
19 de Ene.	240,00	0,00	194,60
20 de Ene.	0,00	0,00	-194,60
21 de Ene.	0,00	0,00	194,60
22 de Ene.	0,00	0,00	-194,60
23 de Ene.	0,00	3.000,00	194,60
24 de Ene.	0,00	0,00	-194,60
25 de Ene.	0,00	0,00	194,60
26 de Ene.	0,00	0,00	-194,60
27 de Ene.	2.760,00	0,00	233,10
28 de Ene.	240,00	0,00	836,04
29 de Ene.	0,00	0,00	-836,04
30 de Ene.	0,00	0,00	836,04
01 de Feb.	0,00	0,00	-836,04
02 de Feb.	0,00	2.000,00	836,04
03 de Feb.	0,00	0,00	-836,04
04 de Feb.	0,00	0,00	836,04
05 de Feb.	0,00	0,00	-249,79
06 de Feb.	1.840,00	0,00	830,74
07 de Feb.	160,00	0,00	1.321,42
08 de Feb.	0,00	3.000,00	-1.321,42
09 de Feb.	0,00	0,00	1.321,42
10 de Feb.	0,00	0,00	-55,41
11 de Feb.	0,00	0,00	463,42
12 de Feb.	2.760,00	0,00	698,73
13 de Feb.	240,00	0,00	1.225,66
14 de Feb.	0,00	2.000,00	-1.225,66
15 de Feb.	0,00	0,00	1.225,66

En la tabla 11. Se evidencia que a causa del aumento del 20% del tiempo en corregir las existencias, las órdenes de pedido se están convirtiendo en suministros a inventario 4 días después de realizar la orden. Como el pedido en tránsito dura mayor tiempo el riesgo de poner en peligro el cumplimiento de los pedidos del cliente es mayor. Se presentan las primeras unidades faltantes el día 13 de la simulación.

- **Análisis del comportamiento de la variable Inventario de seguridad versus solicitudes del cliente con variación del parámetro factor de seguridad.**

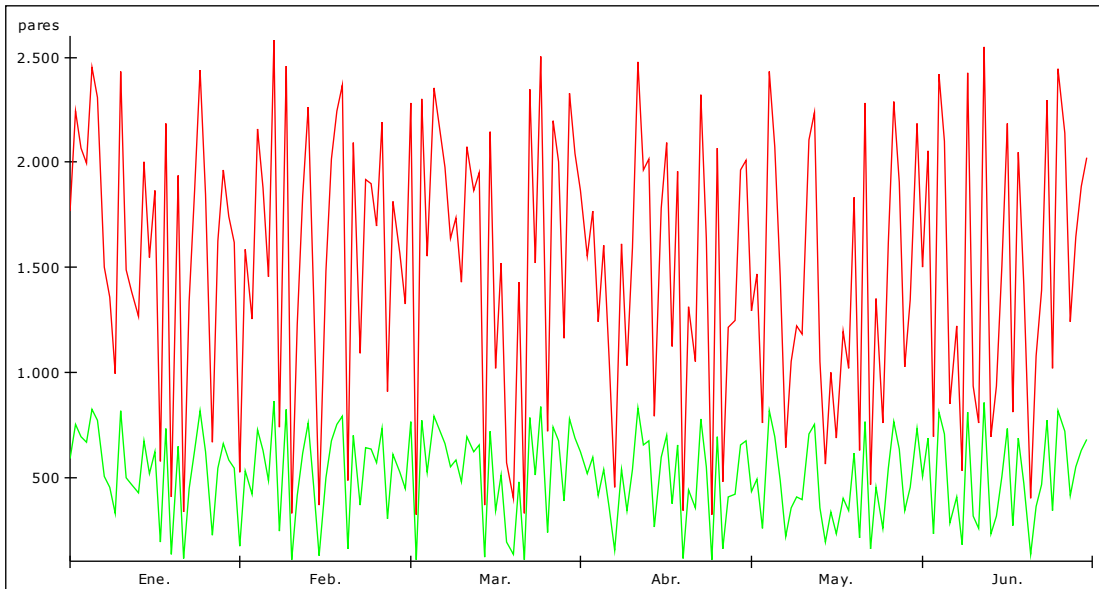
**Tabla 12. Tabla valores nivel de servicio y factor de seguridad Z**

N.S	Z
85.00 %	Z1= 1,039
90.00 %	Z2=1,300
95.00 %	Z3=1,650
97.00 %	Z4=1,900
99.00 %	Z5=2,370

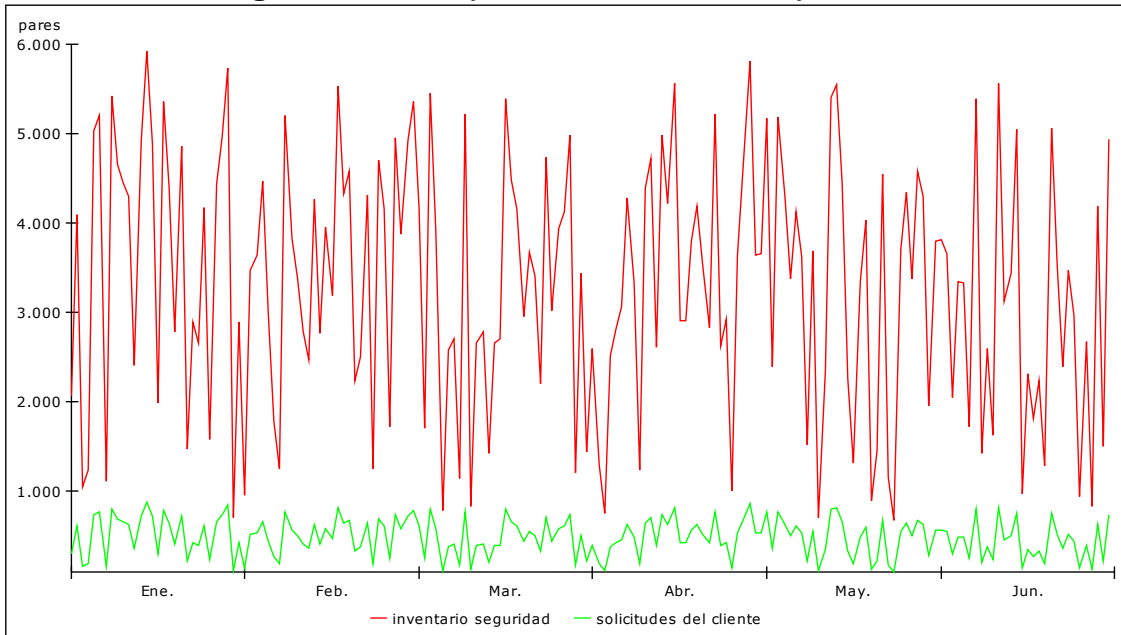
Calzado Brioso y Blessing con fin de protegerse contra los cambios en las ventas esperadas o demoras en la producción o en el abasto de los materiales mantiene un inventario de seguridad, que en este modelo está determinado por el producto de los siguientes tres factores (solicitudes del cliente\*tiempo en corregir existencias\* Factor de seguridad). En este escenario planteado se estudia el comportamiento y sensibilidad de factores de los cuales depende su valor, en búsqueda que el inventario de seguridad sea lo más similar posible a las solicitudes del cliente, para así no tener que almacenar mayores cantidades de materiales en existencias, poder ofrecer menores tiempos de respuesta al cliente, y en consecuencia de ello obtener una mejor negociación basados en un criterio gana-gana.

A continuación se simulan dos escenarios tomando dos niveles de servicio diferentes en lo que respecta al parámetro **factor de seguridad** (85% y 99%).

**Figura 24. Inventario de seguridad versus solicitudes del cliente con factor de seguridad 1,039 (nivel de servicio= 85%)**



**Figura 25. Análisis inventario de seguridad versus solicitudes del cliente con factor de seguridad 2,367 (nivel de servicio 99%)**

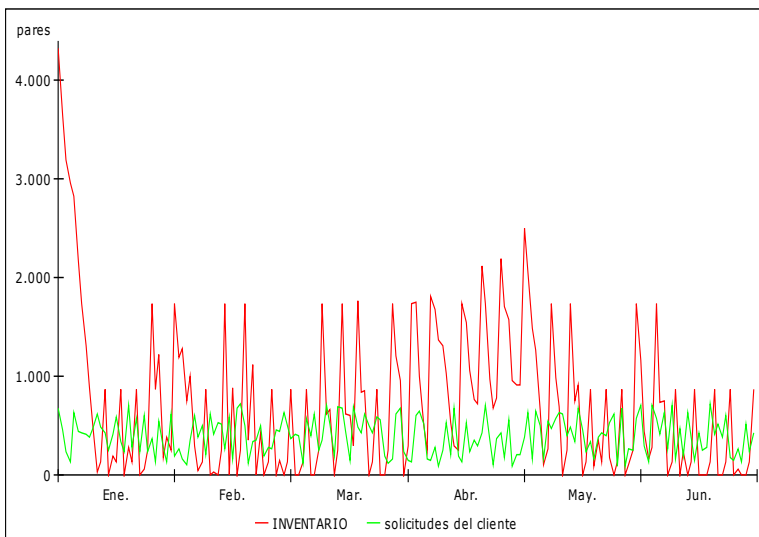


En búsqueda que los valores del inventario de seguridad sean lo más similares posibles a las solicitudes del cliente lo más conveniente para las condiciones del sistema productivo de la fábrica calzado Brioso y Blessing es mantener un nivel de servicio bajo, en lo posible del 85%; ya que si se decide aumentar el valor del nivel de servicio habrá mayor dispersión de los valores evidenciado en las gráficas, y por lo tanto mayor acumulación de existencias. Lo que no favorece a la compañía debido a su poco espacio disponible en bodega con el que se cuenta ahora.

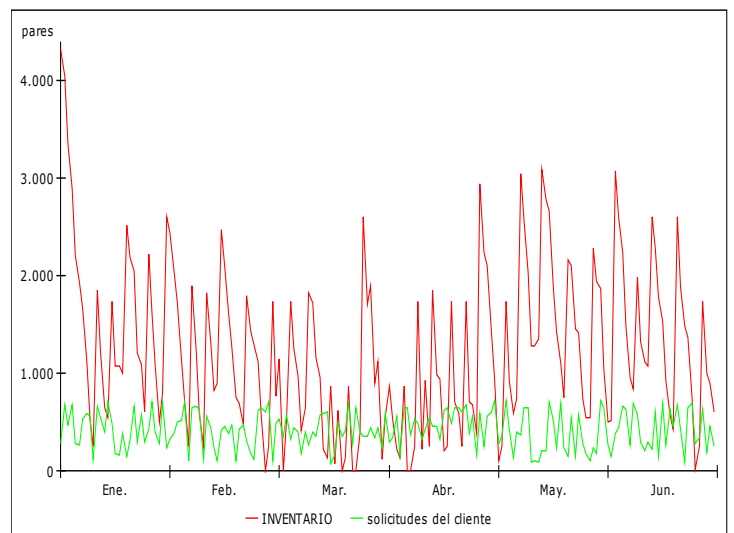
- **Análisis Inventario vs solicitudes del cliente variando los parámetros tiempo corregir las existencias y factor de seguridad**

Ahora se plantea un escenario manteniendo el valor de las solicitudes del cliente: RANDOM (82<<pares/da>>,728<<pares/da>>), pero con una disminución del tiempo en corregir las existencias a 2,87 días y variación del factor de seguridad, con el fin de validar los niveles de inventario y la protección que se tiene frente a una demanda variable. Se evalúa para los valores mostrados en la tabla x

**Figura 26. . Inventario versus solicitudes del cliente con tiempo en corregir existencias de 2,87 días y nivel de servicio del 85%**

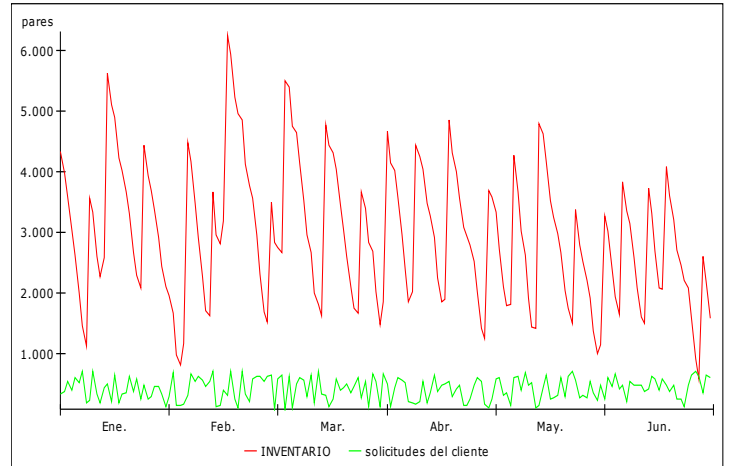
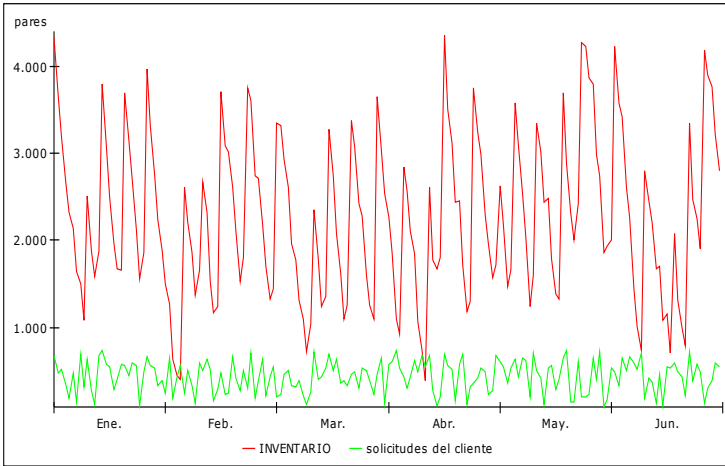


**Figura 27. Inventario versus solicitudes del cliente con tiempo en corregir existencias de 2,87 días y nivel de servicio del 90%**

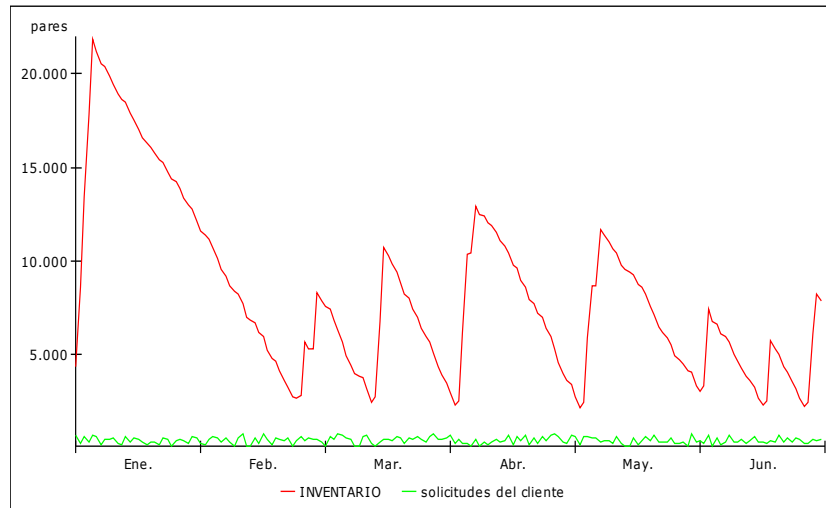


**Figura 30. Inventario versus solicitudes del cliente con tiempo en corregir existencias de 2,87 días y nivel de servicio del 95%**

**Figura 29. Inventario versus solicitudes del cliente con tiempo en corregir existencias de 2,87 días y nivel de servicio del 97%**



**Figura 28. Inventario versus solicitudes del cliente con tiempo en corregir existencias de 2,87 días y nivel de servicio del 99%**



En las gráficas anteriores se puede observar primeramente que el inventario inicial (4328 pares) se agota aproximadamente el día 11 de la simulación para todos los escenarios menos  $Z=2.370$ , y que a mayor nivel de servicio deseado, mayor cantidad de existencias se deben almacenar, debido a que se debe tener mayor inventario de seguridad. Es claro que a mayor nivel de servicio se tiene menos probabilidad de incumplir a los pedidos del cliente, pero se genera un costo mayor de almacenamiento y además se corre el riesgo de existir obsolescencia de materiales. Por otra parte, para profundizar más en el tema, se podría analizar la comparación entre el costo de la venta perdida (faltantes) y el costo de mantener inventarios ante un nivel de servicio dado; pero el modelo dentro de sus límites no abarca estos estudios de costos.

Para la empresa es conveniente manejar un nivel de servicio en el cual no se tenga que almacenar grandes cantidades de inventario, por el hecho que existe poco espacio disponible en bodega para el almacenaje de nuevas materias primas, corriendo el bajo riesgo de incumplir en faltantes.

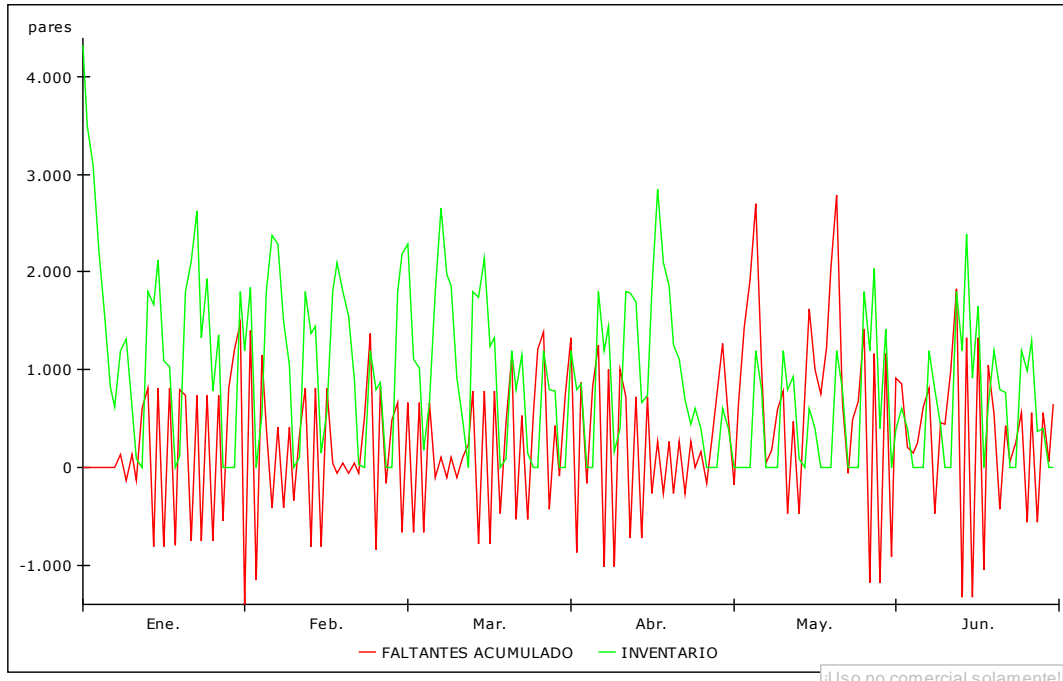
- **Análisis de escenarios con variación de las solicitudes del cliente y variación de los parámetros tiempo en corregir las existencias y factor de seguridad**

Se desea estudiar el comportamiento de las principales variables del modelo en función de la variación de las solicitudes del cliente. Como ya es específico anteriormente, el valor inicial de las solicitudes del cliente en el modelo se define con la función Random que genera valores aleatorios entre los límites especificados de demanda real: (82-728) pares/día, pero ahora se plantean dos escenarios con aumentos de demanda del 20%, 35%, además variando los parámetros factor de seguridad y tiempo en corregir las existencias.

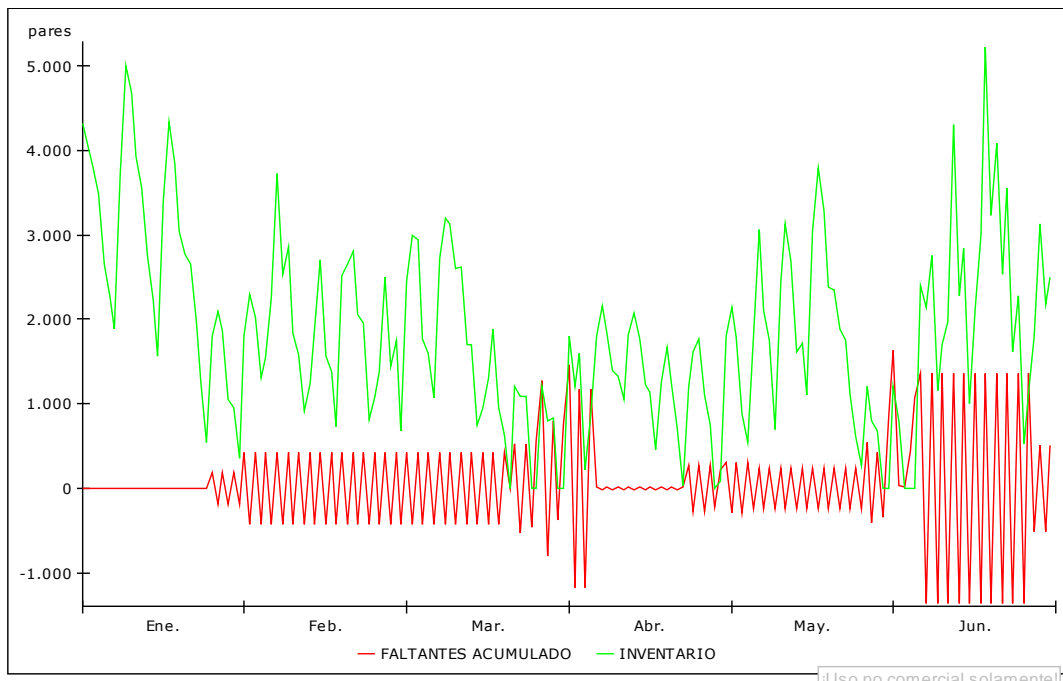
- **Escenario a:** aumento de las solicitudes del cliente en un 20%, es decir dentro de los límites (98-874) pares/día y variación del factor de seguridad para los valores

**Figura 31. Solicitudes del cliente con aumento del 20%: (98-874) pares/día y 1,039 (N.S= 85%)**

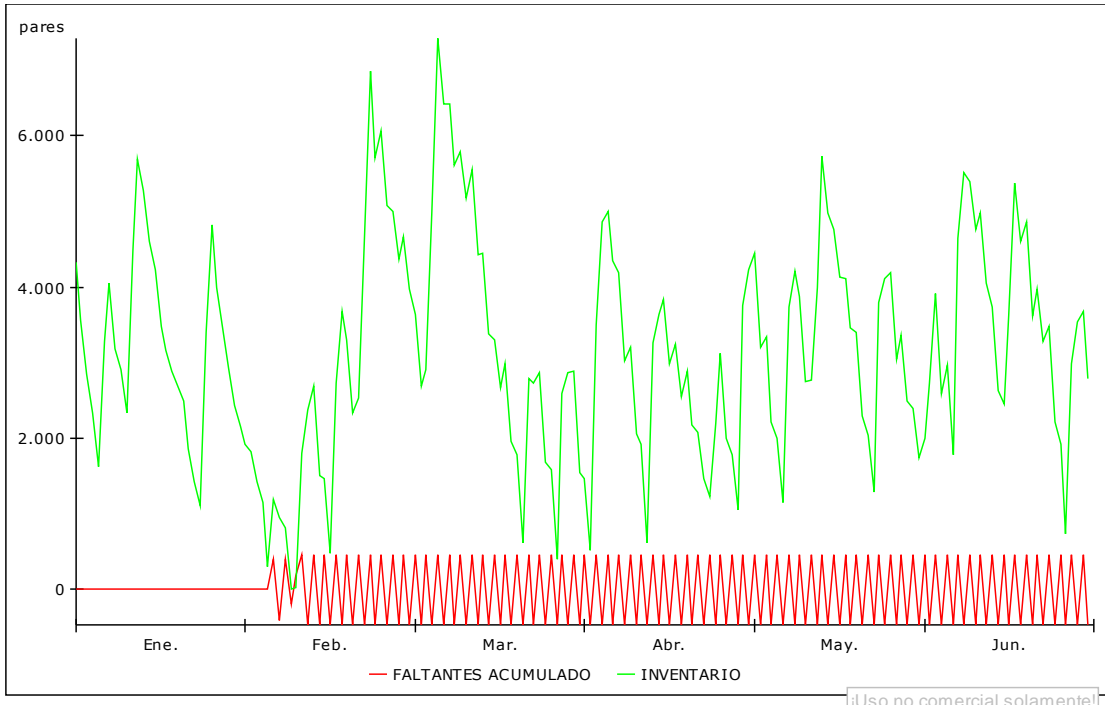
1,039 (N.S= 85%), 1,3 (N.S= 90%), 1,65 (N.S= 95%), 1,9 (N.S= 97%), 2,67 (N.S= 99%).



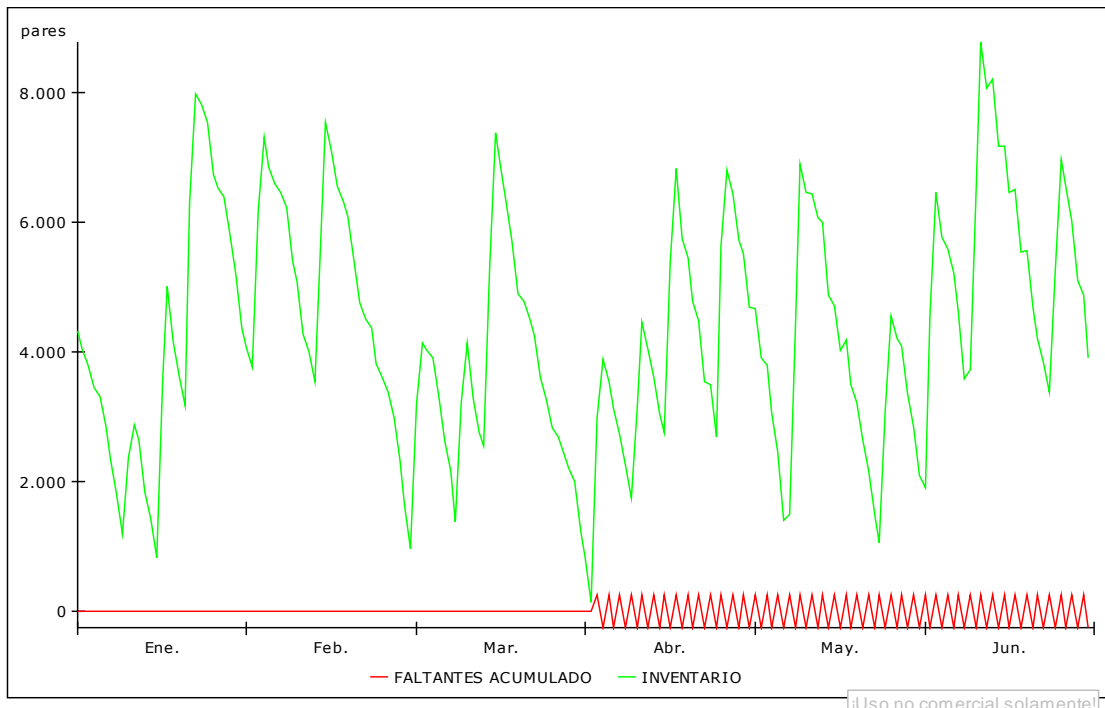
**Figura 32. Solicitudes del cliente con aumento del 20%: (98-874) pares/día y 1,3 (N.S= 90%)**



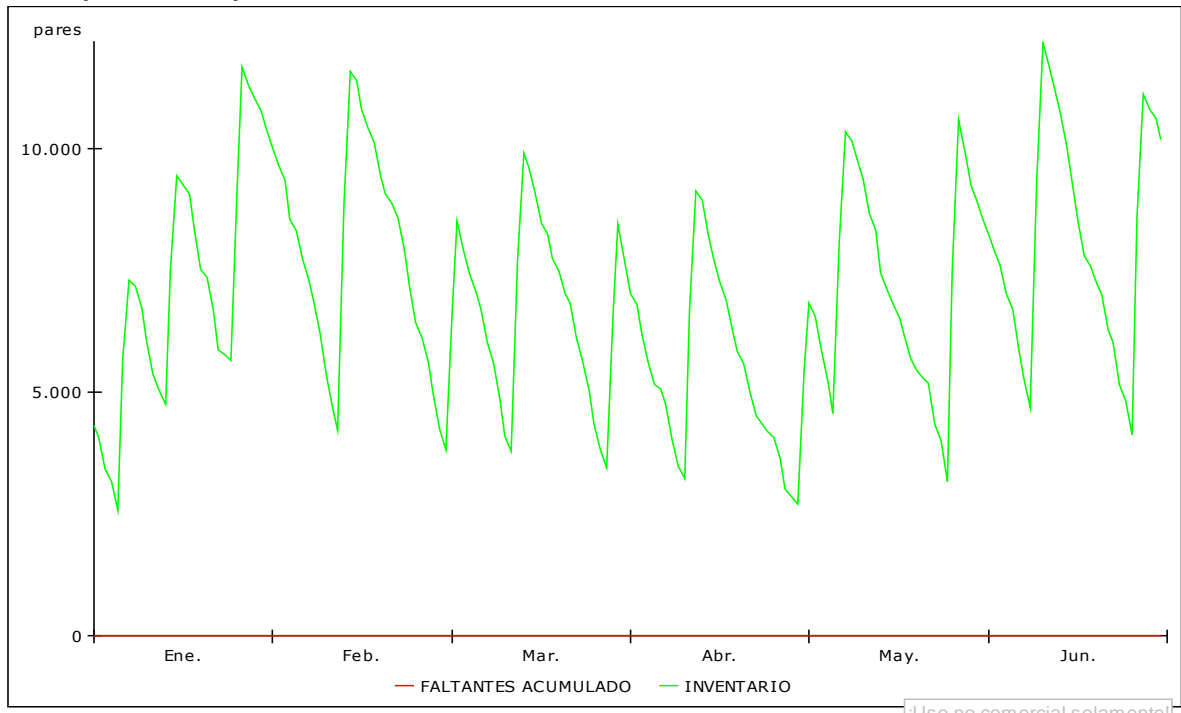
**Figura 33. Solicitudes del cliente con aumento del 20%: (98-874) pares/día y 1,65 (N.S= 95%)**



**Figura 34. Solicitudes del cliente con aumento del 20%: (98-874) pares/día y 1,90(N.S= 97%)**



**Figura 35. Solicitudes del cliente con aumento del 20%: (98-874) pares/día y 2,67 (N.S= 99%)**



Se puede concluir según las simulaciones realizadas vistas en las gráficas 30, 31, 32, 33,34, que a medida que se aumenta el valor del factor de seguridad, el modelo hace que el nivel de inventario una vez ha sido agotado el inventario inicial aumente su valor, y presente picos más altos cada vez. Lo que ocasionaría un exceso de material y no existiría capacidad en bodega para almacenarlo. En el caso del comportamiento de la variable 'faltantes acumulado' se aprecia que debido al aumento del nivel de servicio como es de esperarse en la vida real, hay mayor protección a las fluctuaciones de la demanda. Esto se puede divisar en las gráficas obtenidas, presentándose el valor de faltantes acumulado más distante a medida que se aumenta el nivel de servicio, tanto así que para un nivel de servicio del 97% no se presentan faltantes sino hasta iniciar el 4 mes de simulación, similarmente para un nivel de servicio del 99% no se presentan faltantes durante todo el tiempo de simulación.

- **Escenario b: Solicitudes del cliente y tiempo en corregir existencias aumentan en un 35%**, Los nuevos valores de las solicitudes del cliente se encontraran ahora dentro de los límites (111-983) pares/día. Asimismo, el tiempo en corregir las existencias paso de su valor inicial 3,40 días a 4,59 días. Estos valores representan un escenario con alta demanda y aumento del tiempo en corregir existencias ocasionadas por las demoras en el bodeguero en la gestión de existencias.

**Tabla 13. Análisis valores en el tiempo: Inventario, inventario de seguridad, suministros, solicitudes del cliente, pedido a proveedor y faltantes acumulado.**

(pares)						
Tiempo	INVENTARIO	inventario seguridad	pedidos a proveedor	suministros	solicitudes del cliente	FALTANTES ACUMULADO
1 de Ene.	4.328,00	3.305,75	0,00	0,00	693,17	0,00
2 de Ene.	3.634,83	3.650,41	4.000,00	0,00	765,44	0,00
3 de Ene.	2.869,38	3.591,60	0,00	0,00	753,11	0,00
4 de Ene.	2.116,27	4.651,39	0,00	0,00	975,34	0,00
5 de Ene.	1.140,93	3.690,46	0,00	0,00	773,84	0,00
6 de Ene.	367,09	2.508,80	0,00	1.640,00	526,06	0,00
7 de Ene.	1.640,00	4.380,10	0,00	2.360,00	918,45	158,97
8 de Ene.	2.922,58	1.753,71	0,00	0,00	367,73	-158,97
9 de Ene.	2.713,82	3.701,53	4.000,00	0,00	776,16	158,97
10 de Ene.	1.778,68	4.016,47	0,00	0,00	842,20	-158,97
11 de Ene.	1.095,45	3.132,70	0,00	0,00	656,89	158,97
12 de Ene.	279,59	2.822,63	0,00	0,00	591,87	-158,97
13 de Ene.	0,00	2.991,43	0,00	1.640,00	627,26	312,28
14 de Ene.	1.640,00	4.553,96	0,00	2.360,00	954,91	939,54
15 de Ene.	2.360,00	1.466,76	0,00	0,00	307,56	-685,09
16 de Ene.	2.737,53	3.740,34	4.000,00	0,00	784,30	685,09
17 de Ene.	1.268,14	1.003,57	0,00	0,00	210,44	-685,09
18 de Ene.	1.742,80	2.649,89	0,00	0,00	555,65	685,09
19 de Ene.	502,05	2.732,17	0,00	0,00	572,90	-685,09
20 de Ene.	614,25	4.400,77	0,00	1.640,00	922,78	685,09
21 de Ene.	1.640,00	4.324,63	0,00	2.360,00	906,82	379,38
22 de Ene.	2.713,80	752,33	0,00	0,00	157,75	-379,38
23 de Ene.	2.935,43	2.159,78	0,00	0,00	452,88	379,38
24 de Ene.	2.103,16	1.395,29	0,00	0,00	292,57	-379,38
25 de Ene.	2.189,97	1.327,94	0,00	0,00	278,45	379,38
26 de Ene.	1.532,14	3.257,34	3.000,00	0,00	683,02	-379,38
27 de Ene.	1.228,50	601,87	0,00	0,00	126,20	379,38
28 de Ene.	722,91	2.296,80	0,00	0,00	481,61	-379,38
29 de Ene.	620,68	1.524,68	0,00	0,00	319,71	379,38
30 de Ene.	0,00	1.822,86	0,00	1.230,00	382,23	-300,98
1 de Feb.	1.230,00	1.892,11	0,00	1.770,00	396,75	382,23
2 de Feb.	2.221,02	1.836,08	0,00	0,00	385,00	-382,23
3 de Feb.	2.218,25	2.767,68	3.000,00	0,00	580,35	382,23
4 de Feb.	1.255,67	2.659,95	0,00	0,00	557,76	-382,23
5 de Feb.	1.080,14	2.023,56	0,00	0,00	424,31	382,23
6 de Feb.	273,60	1.482,91	0,00	0,00	310,95	-382,23
7 de Feb.	344,88	2.723,06	0,00	1.230,00	570,99	382,23
8 de Feb.	1.230,00	744,93	0,00	1.770,00	156,20	263,46
9 de Feb.	2.580,34	1.033,93	0,00	0,00	216,80	-263,46
10 de Feb.	2.627,00	3.661,91	4.000,00	0,00	767,85	263,46
11 de Feb.	1.595,68	4.292,87	0,00	0,00	900,16	-263,46
12 de Feb.	958,98	3.388,33	0,00	0,00	710,49	263,46
13 de Feb.	0,00	2.244,34	0,00	0,00	470,61	-248,49
14 de Feb.	0,00	1.804,01	0,00	1.640,00	378,28	470,61
15 de Feb.	1.640,00	1.286,92	0,00	2.360,00	269,85	848,89

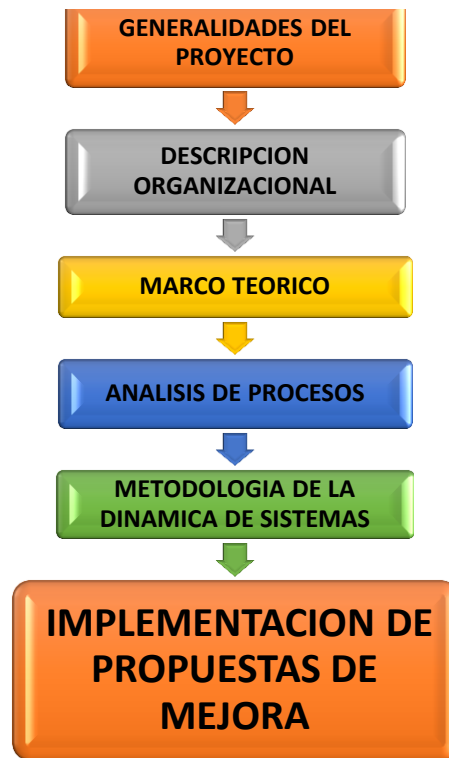
La sensibilidad de la variable inventario con respecto a la variación del parámetro tiempo en corregir las existencias es alta, y se hace evidente en el aumento del inventario de seguridad que se debe mantener para protegerse de las incertidumbres de la demanda y la oferta y el tiempo en corregir las existencias, que incluye el tiempo de entrega, más el tiempo gastado en la gestión de almacenamiento; considerado como una demora influyente en el modelo. Por lo tanto, al elevarse el valor del inventario de seguridad hasta el punto que es mayor o igual al nivel de inventario disponible en bodega ocasiona que en el modelo se ordene pedido a proveedor de cueros y suelas de línea, y en consecuencia las existencias de materiales se elevarían lo necesario para suplir dicha cantidad. Los suministros a bodega se ven afectados por el tiempo en corregir las existencias de modo que la mercancía está en la puerta de la empresa al 4 día después de haber hecho al orden de compra, pero debido a la demora no es almacenada sino el 41% del total ese día, y al día siguiente es almacenada el 59% adicional, (Ver tabla). Esto afecta el sistema poniendo en peligro el cumplimiento de los pedidos del cliente sobre todo cuando es necesaria la materia prima para producción y no se encuentra ya alistada. Las unidades faltantes se pueden observar que aparecen desde el día 7 de simulación en los días de entrega y almacenamiento de la mercancía.

Teniendo como valor inicial del inventario 4328 pares, y suponiendo que con la llegada de las solicitudes se irá consumiendo ese inventario disponible, el segundo día de simulación el valor calculado del inventario de seguridad ya supera el valor del inventario disponible, lo que ocasiona que en el modelo se ordene pedido a proveedor de cueros y suelas de línea. Esto en el sistema real no se hace todos los días, la política que siguen es de revisión periódica cada viernes se realiza la orden de pedido por departamentos de acuerdo a sus necesidades.

## 6. IMPLEMENTACIÓN DE PROPUESTAS DE MEJORA

En este capítulo se presentan las propuestas de mejora realizadas a la fábrica Calzado Brioso y Blessing, en base al problema detectado.

Figura 36. Implementación de propuesta de mejora



### 6.1 CLASIFICACIÓN ABC DE LA MATERIA PRIMA EN BODEGA

#### 6.1.1 Mejora propuesta

Realizar una clasificación ABC de los inventarios existentes en la bodega principal que permita ser más eficiente la entrada y salida de materia prima.

#### 6.1.2 Problema que se pretende atender

Ineficiente distribución del espacio físico: La bodega general de la empresa no está organizada bajo ningún criterio específico, sino simplemente bajo los

resultados de las actividades rutinarias que en esta se desarrollan. Ocasionando demoras en el tiempo de alistamiento de pedidos y demoras en el suministro.

### **6.1.3 Objetivo de la propuesta**

Minimizar los tiempos de alistamiento de pedidos y demoras presentadas en el proceso de gestión de almacenamiento.

### **6.1.4 Desarrollo de la mejora**

Para el desarrollo de esta mejora se inició por capacitar al encargado de bodega sobre el método de Pareto para clasificación ABC de los materiales. Una vez conocido el método, se realizó el proceso de clasificación de los materiales bajo el criterio rotación del material; la información base para realizar la clasificación se obtuvo de la estimación por parte del encargado de bodega según su experiencia, ya que él es la persona en la empresa que tiene mayor conocimiento sobre la rotación de todos los materiales en bodega, se eligió trabajar con los cueros y las suelas al ser los materiales que tienen mayor rotación y de los cuales hay un inventario considerable. Posteriormente, siguiendo los parámetros de clasificación según el método de Pareto aplicado, se realizó la organización en bodega de los materiales y se estandarizó su lugar de ubicación con ayuda de marcas guía en las estanterías, en donde se especifica su respectivo nombre y tallaje en el caso de las suelas, con el fin de hallar más fácilmente los materiales necesarios para la producción.

En las figuras 36 a 40 se pueden observar las condiciones de la bodega antes de ordenarla y demarcarla, los materiales se encontraban en el suelo, revueltos y sin clasificación. Incluso el arrume de suela Pamela (suela de línea, Tipo A) se encontraban propicios a ocasionar un accidente laboral debido a la acumulación excesiva en la estantería que ocasiono que se doblara la varilla perdiera su forma original (Ver figura 39).

**Figura 38. Cueros arrumados sin clasificación**



**Figura 37. Cueros en el suelo**



**Figura 40. Suela Ref. Pamela (suela de línea) arrumadas con riesgo a caerse**



**Figura 39. Suelas arrumadas en desorden y sin clasificación.**



**Figura 41. Sobrantes de cuero**

## MATERIALES TIPO A

- **Cueros:**

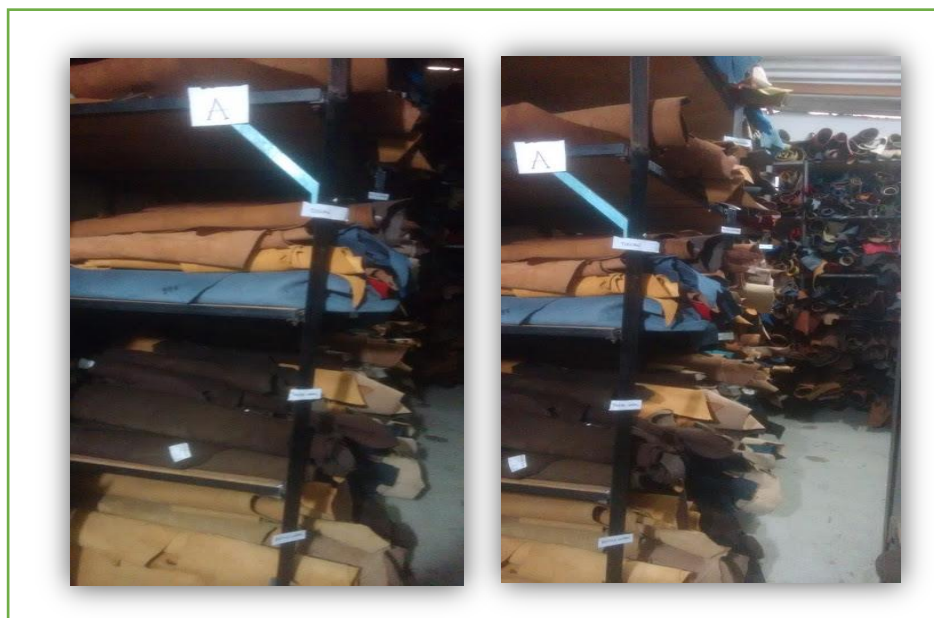
Dentro de esta clasificación se encuentran los cueros de línea<sup>16</sup>, ya que estos representan la mayor rotación en bodega; son usados para fabricar aproximadamente el 80% de todos los estilos de calzado producidos en la empresa, entre las referencias más representativas se encuentran: Sandalia Clásica: C-21, C-69, C-32, C-02, C-07. Sandalia Sueca: S-345, S-528, S-123. Sandalia tres puntadas: T-15, T-1005, T-09, T-11, T-328. Los cueros de línea deberán almacenarse en el nivel vertical más conveniente y a la entrada de la bodega de cueros, también se debe mantener un stock de seguridad que ya es una política manejada por la empresa para este tipo de cueros. En la siguiente tabla se representan los cueros clasificados como tipo A con su respectivo stock de seguridad establecido.

**Tabla 14. Referencias cueros tipo A**

CUEROS TIPO A	
NOMBRE CUERO	STOCK DE SEGURIDAD
Toledo Coñac, Toledo fumo	2 paquetes
Nobuc café, boss negro	4 paquetes
Rustico ocre, rustico coñac	3 paquetes

<sup>16</sup> Cueros de línea: Cueros catalogados para la empresa como de mayor rotación. Son utilizados en la mayoría de sus productos y por lo tanto se debe mantener un stock de seguridad, supervisado mediante una revisión periódica.

**Figura 42. Cueros tipo A organizados y clasificados**



**Suelas:**

En este grupo se encuentran las suelas que son usadas para fabricar las referencias más vendidas por la empresa; estas representan aproximadamente el 80% de las ventas. Generalmente son usadas para fabricar las referencias de los estilos de sandalias más vendidos por Calzado Brioso y Blessing y las muestras. Se clasificó y organizó la suela en la entrada de la bodega y a una altura considerable que permite el fácil acceso a ellas.

**Tabla 15. Referencias suelas tipo A**

NOMBRE SUELA	STOCK DE SEGURIDAD
<b>Pamela</b>	400 pares
<b>Brazuca, Sami</b>	350-400 pares
<b>Neymar café, barza café</b>	200-250
<b>Sahara beis, araña café</b>	200-250 pares

**Figura 43. Suela tipo A Pamela reorganizada y clasificada**



### **MATERIALES TIPO B**

Dentro de la clasificación de los materiales tipo B se encuentran los siguientes cueros y suelas que son usados para fabricar referencias de estilos como algunas sandalias suecas y clásicas, así mismo zapato cerrado Apache. Estas referencias representan aproximadamente el 16% de las ventas mensuales.

- **Cueros:**

**Tabla 16. Referencias de cueros tipo B**

CUEROS TIPO B
Rústico natural
Indiana coñac
Boss
Rustico caoba
Milanes negro
Encerado

**Figura 44. Cueros tipo B**



- **Suelas:** Las referencias de suelas clasificadas en este grupo son las utilizadas para realizar las muestras de calzado, dentro de esta clasificación se encuentran diversas referencias las cuales su rotacion es 2 veces por semana.

**Tabla 17. Referencias de suela tipo B**

NOMBRE SUELA
NIEBLA BEIS
MARCOS BEIS
BURGOS GRIS
ALAN
5373 CREPE
ROMEO BEIS
SPERRY CAFÉ
SAN FRANCISCO ROJO

**Figura 45. Suelas tipo B**



### **MATERIALES TIPO C**

Dentro de la clasificación de los materiales tipo C se encuentran los cueros y suelas que utiliza la empresa para fabricar referencias que hace algún tiempo presentaban rotación media, pero que ahora poco se venden y que han sido descontinuadas por causa de los nuevos diseños salientes. En el caso de los cueros, se agrupan retazos de pieles sobrantes de producciones pasadas que con el tiempo han ido acumulándose en bodega sin uso alguno. Las referencias que requieren de estos materiales representan aproximadamente el 4% de las ventas mensuales y son ubicados en la parte superior de las estanterías.

**Tabla 18. Referencias Cueros tipo C**

<b>CUEROS TIPO C</b>
INDIANA CAFÉ
LUNARDI CAFÉ
LUNARDI MIEL
LUNARDI VINOTINTO
NAPOLI COÑAC
BRANDO COÑAC
RUSTICO MARRON

N. MONTAÑA
N. COÑAC
N. CIGARRA
ZEUS ORO
N. GRECO IMBLU
N. GRECO MARINA
N. AZUL
N. MARINA
N. GRECO AZUL
MILANES COÑAC
V. ORO
N. BEIS
N. MARRON TEJA
CZA SIBERIA ARENA
CZA SIBERIA BEIS
CZA AZUL REY
CZA AZUL CIELO
CZA NARANJA
ALBANIA ARENA

**Figura 46. Cueros tipo C**



- **Suelas:**

**Tabla 19. Referencias suelas tipo C**

<b>NOMBRE DE SUELA</b>
NAYROMAN
2296
ARAÑA BEIS
ARAÑA CAFÉ
180
NIEBLA CAFÉ
BURGOS GRIS
FIAT ROJA
FIAT MARRON
5373 AZUL
HAMILTON BLANCA
SPERRY CAOBA
TOMMY VERDE
TOMMY NARANJA
TOMMY NEGRA

## **6.2 PROPUESTA DE POLITICAS PARA LA MEJORA EN EL PROCESO DE GESTION DE ALMACENAMIENTO**

### **6.2.1 Mejora Propuesta**

Establecer políticas eficientes en el manejo de las siguientes actividades realizadas rutinariamente por el encargado de bodega: Recepción de materia prima, conteo de mercancía, almacenamiento en bodega e ingreso y registro al sistema.

### **6.2.2 Problema que se pretende atender**

- Demora de tiempo presentada en el almacenamiento de materiales por el bodeguero, debido a la falta de políticas en la gestión de almacenamiento.
- El proceso de gestión de almacenamiento presenta falencias en su ejecución y no se encuentra estandarizado.
- Fallas en las cantidades recibidas con respecto a las cantidades que indica el proveedor en la respectiva factura.
- Problemas de calidad presentados en los materiales que se ingresan.
- Desorden e inexactitud en el registro de la materia prima recibida.

### **6.2.3 Objetivo de la propuesta**

El objetivo principal de la propuesta es minimizar la demora de tiempo presentada por el bodeguero en el proceso de almacenamiento de los materiales una vez han llegado a la empresa, este se presenta algunas veces por ocasiones en las que el bodeguero aplaza la tarea y no la realiza en el instante inmediato a la llegada del material; lo que ocasiona consecuencias desfavorables en el funcionamiento del sistema productivo convirtiéndose algunas veces en cuello de botella del sistema. Por otro lado, se busca también evitar errores en el ingreso de la mercancía al sistema, identificando las cantidades y validando estrictamente la información de la orden de compra con la de la factura recibida y la mercancía en físico, para que en consecuencia de ello, se pueda garantizar el suministro continuo y oportuno de

los materiales requeridos para asegurar los servicios de forma ininterrumpida y rítmica.

#### **6.2.4 Justificación**

Se establece la definición de un procedimiento específico que obedece a la necesidad de establecer un control al flujo del proceso de gestión de almacenamiento, de tal forma que se minimice el tiempo empleado y la filtración de productos no conformes.

La empresa cuenta con niveles altos de inventarios en sus bodegas, lo que implica poco espacio disponible para almacenar materias primas nuevas, a consecuencia de esto se deben utilizar pasillos y parte del espacio de planta para almacenar la mercancía mientras el bodeguero se encarga de realizar la gestión de almacenamiento.

En el caso de los cueros, es poco el control de la calidad prestado al ingreso de la mercancía y se observó que existían fallas en las cantidades recibidas con respecto las cantidades que indicaba el proveedor en la respectiva factura. Se notó que los cueros en ocasiones llegaban con partes en mal estado generando

**Figura 47. Cueros presentan problemas de calidad**



pérdidas de material para la empresa y acumulación. (Ver figura 47)

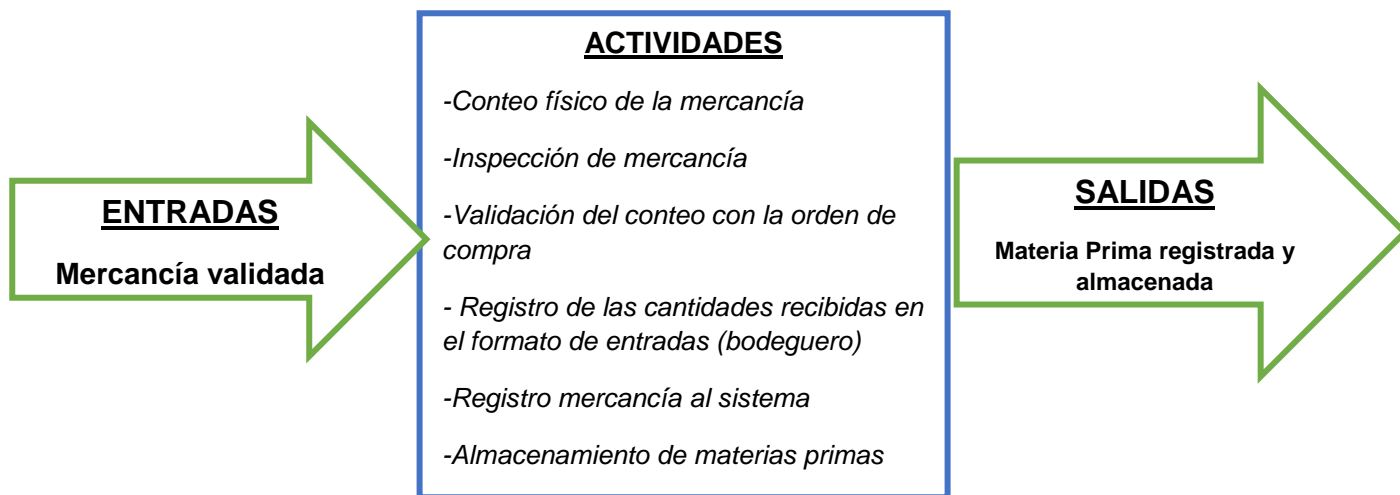
#### 6.2.5 Descripción de la propuesta de mejora

Para dar solución a las fallas presentadas, contar con un proceso estandarizado en la gestión de almacenamiento y llevar un control actualizado de las existencias se proponen *las siguientes políticas* en lo que concierne al proceso de gestión de almacenamiento, contando con las opiniones del bodeguero y la autorización de la administración. Las políticas se instauraron en la empresa y se llevó un control por un mes en el cual se cumplieron, mejorando el sistema productivo en las actividades que se llevan a cabo para el de materiales.

##### **6.2.5.1 Políticas para el almacenamiento de materiales**

1. El encargado de bodega debe recibir todos los materiales que ingresan a las instalaciones de la empresa.
2. Al momento de la recepción de los suministros se debe comprobar que correspondan a las cantidades y calidades establecidas en la orden de compra y factura.
3. Luego que la mercancía ha sido verificada, inmediatamente se debe almacenar en su sitio correspondiente en bodega según los parámetros de clasificación ABC establecidos.
4. El conteo físico de la mercancía se realiza únicamente por el encargado de bodega.
5. En caso tal que la mercancía no represente las cantidades especificadas en factura, o no cumpla con la calidad requerida por la empresa se informa inmediatamente a gerencia para posteriormente advertir al proveedor correspondiente.
6. Es responsabilidad del bodeguero que al final de la jornada de trabajo como plazo máximo, se ingrese al sistema los datos de todos los formatos de entradas y salidas.

Figura 48. Diagrama de actividades en la gestión de almacenamiento



#### 6.2.5.2 Políticas para el despacho de materiales a clientes internos

Las siguientes políticas se instauraron en la empresa y se llevó un control por un mes en el cual se cumplieron, mejorando el sistema productivo en las actividades que se llevan a cabo para el despacho de materiales.

- Para la entrega de materiales, el encargado de bodega debe pedir que las órdenes de entrega le sean comunicadas en lo posible, con medio día de anticipación, con el fin de preparar el despacho oportuno de ellas.
- El bodeguero debe estar pendiente de cada entrada y salida de materiales para hacer el respectivo registro. El registro de las cantidades recibidas y salientes se ingresaron en el formato de control de entradas diseñado por el autor al cabo de un mes (Ver anexo 6 y 8), así como en el formato de control de salidas (Ver anexo 7 y 9)
- El bodeguero no debe entregar o recibir ningún material sin emitir o recibir un documento escrito de respaldo en los formatos establecidos por la administración.

## **6.3 SISTEMA DE CONTROL DE ENTRADAS Y SALIDAS**

### **6.3.1 Mejora propuesta**

Implantar un sistema de control de inventarios que facilite cumplir de manera oportuna todos los requerimientos del mercado, realizando suministros necesarios en el momento preciso, de tal forma que facilite información oportuna para la toma de decisiones y sea más eficiente el despacho de los pedidos.

### **6.3.2 Problema que se pretende atender**

- Incertidumbre de las cantidades de material existentes en bodega.
- Demora presentada en el conteo manual de existencias realizado por el bodeguero al momento de gestionar un informe de inventarios.

### **6.3.3 Objetivo de la propuesta**

- Establecer un control de los inventarios
- Disminuir tiempo en corregir existencias que representa una demora en el sistema.
- Eliminar la incertidumbre en el nivel de inventarios.

### **6.3.4 Descripción de la propuesta de mejora**

Se diseñó un sistema de control de entradas y salidas de materia prima con ayuda de macros en Excel en donde se tomó como base de datos de entrada el último conteo de existencias realizado el 30 de abril de 2016 (Ver anexo 2 y 3) que a partir de la fecha al cabo de un periodo de prueba piloto de un mes, se fueron ingresando cada flujo de entrada y salida. Esta herramienta permite conocer en cualquier momento el nivel de existencias en bodega; siempre y cuando se cumplan las políticas de conteo e ingreso de mercancía al sistema descrito anteriormente.

En los anexos 6, 7, 8, 9 se presentan los formatos de registro de entradas y salidas los cuales serán diligenciados por el bodeguero al ingreso de la materia prima, para posteriormente al final de su jornada, a más tardar, digitar en el

sistema de control de entradas y salidas (Ver anexo 10 y11) la información recogida en los formatos a lo largo de su jornada laboral.

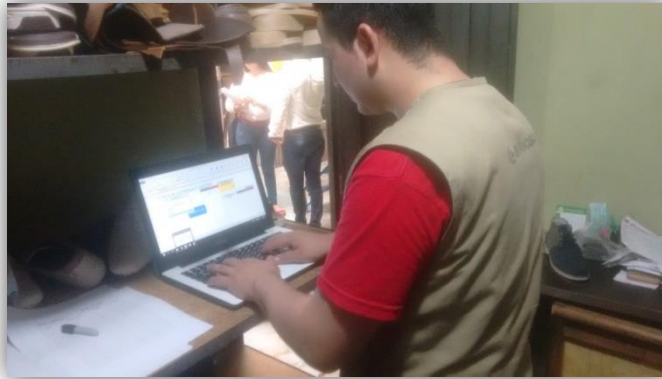
El sistema de control de entradas y salidas consta de la hoja 'registro de datos' (Ver anexo 11), en donde el bodeguero realiza el ingreso de los datos de entrada acerca de todos los despachos y suministros transcurridos a lo largo del día, especificando datos como fecha de ingreso, producto, proveedor, Cantidad de entrada o salida, en el caso de los cueros la unidad es decímetros y se ingresa al sistema la referencia del cuero en mayúscula. Por otro lado, para las suelas su unidad de medida es pares de zapato; y sus registros se realiza digitando (referencia- color-talla) en letra minúscula.

Así mismo, el sistema cuenta con un reporte de stock de materiales, con el cual se puede extraer en cualquier momento información del nivel de cualquier material dentro de la bodega (Ver anexo 12). Siendo este el punto de partida para informar sobre las cantidades reales de material en bodega, referencias, tallas, etc.

#### **6.3.5 Metodología para la implementación del sistema de control de inventario:**

**Capacitación al personal:** En esta fase se realizó la capacitación al encargado de bodega acerca de la importancia y utilidad de contar con un control de existencias sistematizado. Posteriormente se explicó en detalle al bodeguero el funcionamiento del sistema de control de entradas y salidas.

**Figura 49. Capacitación del bodeguero acerca del sistema de control de inventario**



#### **✚ Ingreso de datos al sistema:**

En esta fase se inició por realizar un conteo físico de la materia prima existente en bodega, que permitiese conocer la cantidad real de materiales, la cual será la base de datos que alimentara inicialmente el sistema. Todo esto, con el fin de proveer al sistema de datos reales y así mismo seguir digitando y actualizando día a día los ingresos y salidas de material. Gracias a este control instaurado se permite saber con qué materiales y con qué cantidad se cuenta para evitar que se generen compras de materiales que al final generarán despilfarro y acumulación en bodega.

#### **✚ Implementación de formatos de control de entradas y salidas diarios**

Los formatos implementados para el registro en bodega especifican las siguientes características: Fecha de ingreso o de salida, nombre del material, color, cantidad de ingreso o salida (en decímetros para los cueros y pares en el caso de las suelas), proveedor y tallaje en el caso de las suelas. El desarrollo de esta actividad se rige bajo la siguiente política implantada en el proceso de gestión de almacenamiento: “El bodeguero debe estar pendiente de cada entrada y salida de materiales para hacer el respectivo registro. La anotación de las cantidades recibidas y salientes se ingresan en el formato de control de entradas diseñado por el autor, así como en el formato de control de salidas”.

### **Establecimiento de políticas de inventario**

Se estableció políticas en el proceso de gestión de almacenamiento y gestión de inventario en lo que concierne a las actividades de recibo, conteo e ingreso de la materia prima, descritas anteriormente con el fin de garantizar la eficacia del sistema y de tal forma aumentar la efectividad del sistema productivo.

### **Metodología para generar stock en el sistema**

Los pasos para generar stock de materiales en la herramienta diseñada son los siguientes:

1. Digitar la referencia de material el cual se desea conocer el stock, en la tabla A, siguiendo las normas de ingreso de datos al sistema. (ver tabla A en anexo 12 )
2. Accionar la macro “generar stock” (ver anexo 12)
3. El sistema muestra la cantidad de existencias en la tabla B, así como cada registro realizado del producto elegido en la tabla C. (Ver anexo 12)

## 7. CONCLUSIONES

- En base a las simulaciones realizadas se lograron validar el impacto de las principales variables y parámetros del modelo en la cantidad de inventarios, entre los cuales están el tiempo en corregir las existencias y el factor de seguridad; en donde un incremento en estos dos parámetros inciden en un incremento en la cantidad de inventarios. Si se decidiese disminuir el factor de seguridad, se disminuyen los inventarios, lo que debe estar soportado en la mejora de la velocidad de respuesta de los proveedores y el tiempo de almacenamiento; es decir en el tiempo en corregir la existencias.
- La rapidez en la información, cumplimiento de políticas eficientes en la cadena de abastecimiento y una gestión adecuada en la gestión de inventarios, son de vital importancia para el cumplimiento oportuno de las solicitudes del cliente.
- Llevar un control diario de las entradas y salidas del almacén brinda información oportuna que sirve de apoyo a la toma de decisiones, por ende, esto conlleva a que se generara mayor confiabilidad en el proceso y se disminuyeran los tiempos de demora que influyen significativamente en el desempeño del sistema productivo de calzado Brioso y Blessing.
- El modelo de simulación desarrollado permite evaluar diversas alternativas en cuanto al stock de seguridad a mantener en función de la variación de la variable exógena solicitudes del cliente, así mismo, en variación de los parámetros factor de seguridad y tiempo en corregir las existencias, lo que facilita el control de los inventarios ante la incertidumbre presentada por la variabilidad de la demanda y permite atacar con mayor confiabilidad problemas presentados como lo son los excesos y faltantes de materiales, de manera que se pueda responder rápidamente a sobredemanda sin generar agotados y, a la vez, reaccionar a la subdemanda sin exceso de inventario.
- La metodología de la dinámica de sistemas no es una herramienta de predicción precisa, por lo que las salidas del modelo no se pueden evaluar en cuanto a la calidad de su capacidad de predicción sino en el análisis de los comportamientos

de realimentación del sistema, es por ello que el modelo realizado tiene mayor utilidad como una herramienta de política y de aprendizaje más que una herramienta de estimación directa. El modelo se centra no tanto en el ajuste del modelo con el mundo real, sino más bien con la capacidad de influir en la manera en que los usuarios interpretan su entorno.

- A causa de la disminución del tiempo en corregir las existencias gracias a la realización de políticas más eficientes en las actividades de almacenamiento, los órdenes de pedido se convierten en suministros a inventario de manera más eficiente y con menos distorsión en sus valores, en comparación con las condiciones iniciales de la simulación.
- Es importante controlar el tiempo en corregir las existencias, buscando siempre la minimización de él. Esto se puede lograr cumpliendo eficientemente con las políticas implantadas en la gestión de almacenamiento, ya que este parámetro tiene gran influencia en el comportamiento de los inventarios, y por lo tanto en el sistema productivo.

## 8. RECOMENDACIONES

- Se recomienda llevar un control y registro diario de las entradas y salidas de los inventarios, para poseer información actualizada y confiable que sirva para la toma de decisiones. Así mismo debe compartirse la información en la cadena de abastecimiento siempre que sea necesario, como por ejemplo los cubrimientos de inventario, y los inventarios disponibles en cada momento.
- Para la realización de las órdenes de compra se debe contar siempre con la información real de las existencias en el momento, de tal manera que los pedidos a proveedor sean estrictamente para satisfacer los requerimientos del cliente para ayudar a controlar problemas de excesos o desabastecimiento de material.
- Monitorear constantemente el cumplimiento del nivel de servicio deseado con el indicador (Número de pedidos cumplidos/total de pedidos).
- Se recomienda al bodeguero optar por utilizar para producción los cueros y suelas obsoletas o de baja rotación (tipo C) con el fin de generar espacio disponible para así poder almacenar nuevas referencias de materiales para la futura demanda.
- Para obtener un análisis más robusto del sistema productivo de calzado Briosso y Blessing, sería interesante incluir en el modelo el tema de costos relacionado con el manejo de inventarios, como lo es el costo de mantener unidades en inventario, el costo de faltantes y el costo de lanzar una orden de pedido. De tal manera que se pueda llegar a una conclusión de cuál sería el punto de equilibrio en lo que respecta al nivel de servicio más conveniente para la empresa.

## BIBLIOGRAFIA

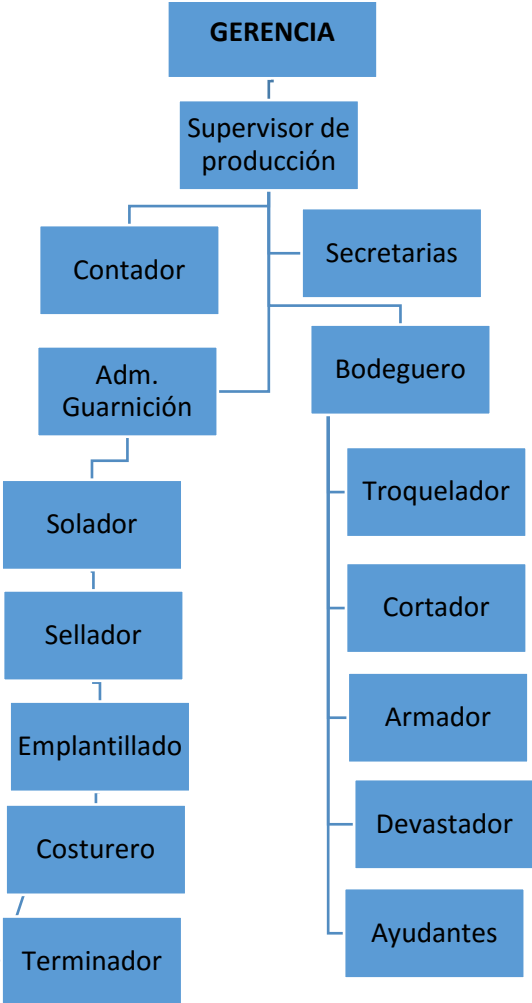
- ALINS S., "Building a system Dynamics Model: Part 1 Conceptualization". Road Maps: A guide to learning system dynamics, Chapter 8, Boston: System Dynamic Group, Sloan School of Management, MIT, 1997.
- ARACIL, Javier. Introducción a la dinámica de sistemas. Madrid: Alianza. 1983
- BARRAGAN, Omar y Gómez, Urbano. Modelo de simulación para la investigación integral de sistemas de producción de ganadería Bovina.
- CERÓN Jairo y otros, La modelación de las cadenas productivas con dinámica de sistemas, una revisión preliminar, 2009.
- CHASE Richard, AQUILANO Nicholas, JACOBS Robert. Administración de Producción y Operaciones. Mc Graw Hill Pág. 580-582
- DIAZ T., Gloria y OYALA, Camilo. Aproximación a las políticas para el control y la erradicación de cultivos ilícitos en Colombia.
- DYNER R., Isaac, Dinámica De Sistemas Y Simulación Continua En El Proceso De Planeación. Bogotá, Universidad Nacional de Colombia. 1993
- DYNER, Isaac et al. Modelamiento para el manejo de la incertidumbre en los mercados energéticos
- FORERO HUERTAS, Isaac y otros. Modelo De Dinámica De Sistemas Para El Proceso De Producción De La Mandarina, Comunidad Colombiana de Dinámica de sistemas, Bogotá Colombia, 2011
- FORRESTER, Jay W., Dinámica Industrial, Cambridge, Massachusetts, 1961.
- GOMEZ, Diego y DYNER, Isaac. Los estudios de futuro, dinámicas socioeconómicas e innovación.
- MARTINEZ ROJAS, Natalia. Modelo De Simulación Con Dinámica De Sistemas Para El Aprendizaje De La Cadena Productiva Del Cacao. Tesis de grado, Universidad Industrial de Santander, 2012.

- MONTROYA MORENO, Carlos Andrés. Modelamiento, con dinámica de sistemas, de una cadena de distribución de alimentos refrigerados. Tesis de grado, Magister en Ingeniería Administrativa, Facultad de Minas, Medellín, 2011.
- NARASIMHAN, Seetharama L., McLEAVEY Dennis W., BILLINGTON, Peter J. Planeación de la producción y control de inventarios, 2°. Ed. Prentice Hall Hispanoamericana, S.A. 1996. Pág. 109.
- PEREZ PATIÑO, Ana y DYNER Isaac. Competencias laborales: Una mirada desde la dinámica de sistemas al caso Colombiano Educación- Trabajo.
- PULGARIN, Bernardo. Comprensión de los modelos matemáticos a través de la dinámica de sistemas.
- SANTAMARIA Y MENDEZ, Herramienta de software para el estudio de fenómenos ambientales, Mediante el Modelado y Simulación con Dinámica de Sistemas. Bucaramanga, 2004. Tesis de grado, Universidad Industrial de Santander, Facultad de ciencias fisicomecánicas.
- TAHA HAMDY A. Investigación de Operaciones. Alfaomega. 5 Ed. 1995.

### ANEXO A. Contenido Organizacional

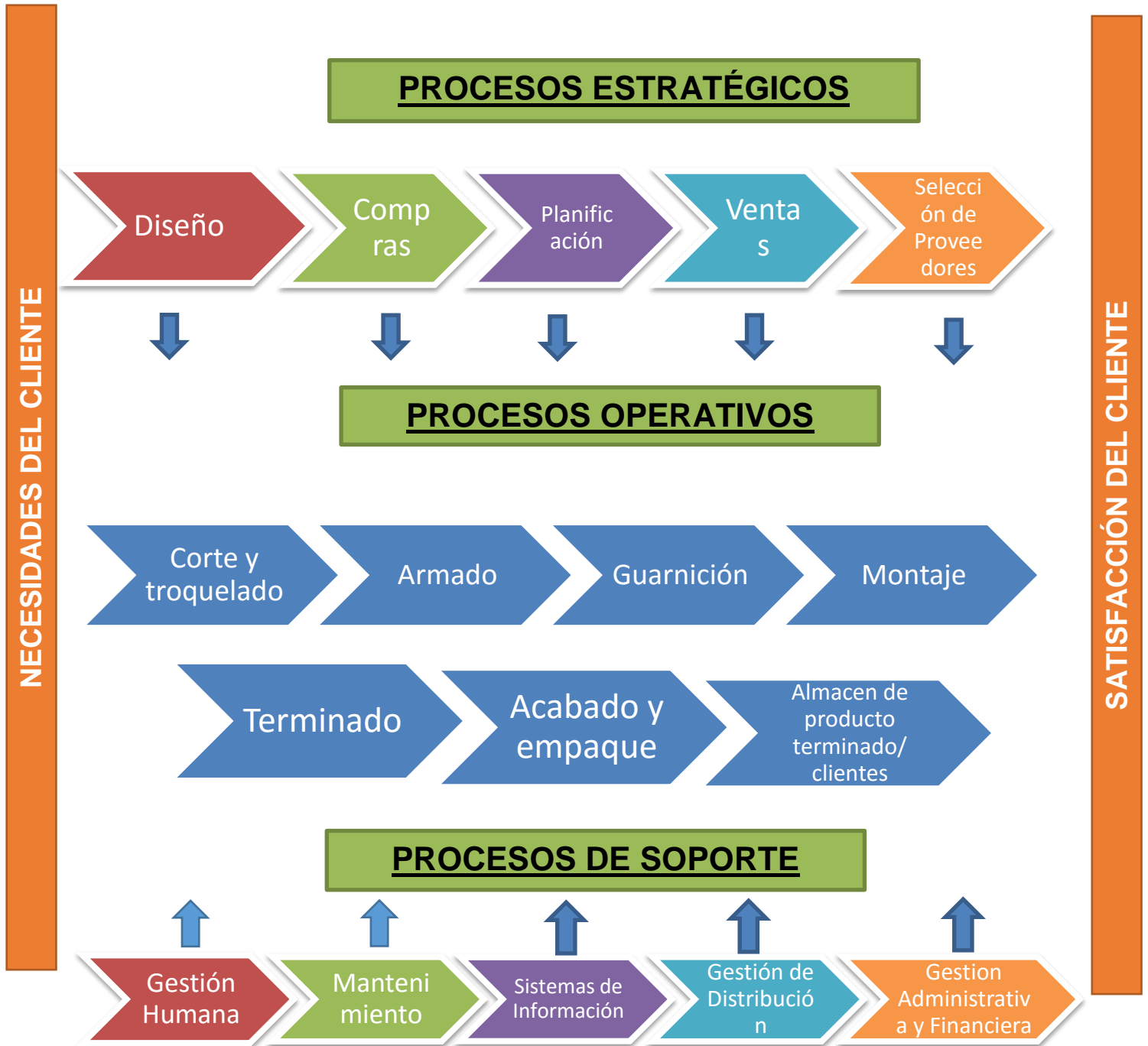
ASPECTO A EVALUAR	CONTENIDO ORGANIZACIONAL	
<b>Objeto Social de la Empresa</b>	Calzado Brioso and Blessing es una empresa Santandereana, comprometida con la calidad y el confort; generando valor agregado en tecnología e innovación con las últimas tendencias de la moda en fabricación de calzado para dama y caballero en cuero.	
<b>Número de empleados directos</b>	La empresa cuenta con 42 empleados directos	
<b>Número de empleados indirectos</b>	La empresa cuenta con 5 empleados indirectos	
<b>Número de empleados en el área del proyecto donde se desarrollará la práctica</b>	5 empleados	
<b>Número de cargos</b>	AREA ADMINISTRATIVA	
	CARGO	CANTIDAD
	Gerente	2
	Supervisor de producción	1
	Contador	1
	Secretaria	2
	AREA OPERATIVA	
	Bodeguero	1
	Administrador Guarnición	1
	Troquelador/ Empacador	1
	Armadoras	13
	Devastador	2
	Cortadores	6
	Ayudantes de cortador	2
	Soladores	7
	Selladora	1
Emplantillador	1	
Costurero	4	
Terminador	3	

**Organigrama Calzado Brioso y Blessing**



<b>Procesos involucrados en el proyecto</b>	Gestión de Inventarios, gestión de almacenamiento
<b>Ingresos o ventas del último mes(pesos)</b>	\$440.000.000( cifra estimada por el autor con ayuda del tutor en base a datos de ventas)

## Mapa de procesos



**ANEXO B. Inventarios de cuero a 30 de Abril de 2016**

<b>INVENTARIO CUEROS ABRIL (30/04/2016)</b>		
<b>NOMBRE DEL ARTICULO</b>	<b>PROVEEDOR</b>	<b>CANTIDAD (dm)</b>
INDIANA CAFÉ	Jairo Toloza	2.400
LUNARDI CAFÉ	Jairo Toloza	2.400
LUNARDI MIEL	Jairo Toloza	1.000
LUNARDI VINOTINTO	Jairo Toloza	1.800
NAPOLI COÑAC	Jairo Toloza	8.000
RUSTICO COÑAC	Jairo Toloza	200
BRANDO COÑAC	Jairo Toloza	1.200
RUSTICO NATURAL	Jairo Toloza	1.000
RUSTICO COÑAC	Casa del cuero	400
R. MARRON	Casa del cuero	800
RUSTICO CAOBA	Casa del cuero	600
N. MOMTAÑA	Jairo Toloza	600
N. COÑAC	Casa del cuero	800
N. CIGARRA	Jairo Toloza	800
ZEUS ORO	Casa del cuero	1.000
N. GRECO IMBLU	Casa del cuero	1600
N. GRECO MARINA	Casa del cuero	1400
N. AZUL	Jairo Toloza	3600
N. GRECO AZUL	Casa del cuero	800
MILANES COÑAC	Jairo Toloza	400
V. ORO	Jairo Toloza	1600
N. CAFÉ	Jairo Toloza	1800
N. BEIS	Jairo Toloza	1200
N. AZUL G	Jairo Toloza	1000

N.BEIS	Caprielly	1200
N. MARRON TEJA	Casa del cuero	1000
CZA SIBERIA ARENA	Casa del cuero	1400
CZA SIBERIA BEIS	Casa del cuero	800
CZA AZUL REY	Casa del cuero	1200
CZA AZUL CIELO	Casa del cuero	800
CZA NARANJA	Casa del cuero	1000
ALBANIA ARENA	Casa del cuero	2400
CRAZY AZUL	Caprielly	1000
TOLEDO MIEL	Jairo Toloza	600
BOSS CAFÉ	Jairo Toloza	2400
TOLEDO NEGRO	Jairo Toloza	800
TOLEDO COÑAC	Jairo Toloza	2600
BOSS AZUL	Casa del cuero	1200
BOSS VERDE	Casa del cuero	1400
COÑAN GRAVADO	Jairo Toloza	1200
TOLEDO PARDO	Jairo Toloza	600
RUSTICO OCRE	Jairo Toloza	3600
BRANDO CAFÉ	Jairo Toloza	2800
SP` AMARILLO	Casa del cuero	1200
ENVEJECIDO ROJO	Casa del cuero	1000
ESTELAS CAFÉ	Casa del cuero	600
GAMBIER NEGRO	Jairo Toloza	600
MILANES CAFÉ	Jairo Toloza	1400
MALLA BEIS	Casa del cuero	4800
N. ADIGIO GRIS	Casa del cuero	1800
	<b>TOTAL CUERO (dm)</b>	<b>77.200</b>

**ANEXO C. Inventarios Suelas a 30 de Abril de 2016**

NOMBRE SUELA	COLOR	TALLA								SUBTOTAL SUELA (pares)
		37	38	39	40	41	42	43	44	
NIEBLA	BEISXCAFE	16		9	14	19	10			<b>68</b>
NIEBLA	BEISXGRIS			12	5	9	5			<b>31</b>
MARCOS	BEIS X CAFÉ		36	5	10	13	3	2		<b>69</b>
BURGOS	BEIS	24	21	23	21	15	12	5		<b>121</b>
BURGOS	GRIS	6	6	9	6	10	8	3		<b>48</b>
FIAT	ROJAXBLANCO	6	2	7	11	15	8	6		<b>55</b>
FIAT	MARRONXBLANC O ESPASOLADO	3			6	7	3	6		<b>25</b>
ALAN	CPXBGXCAFE			24	4	9	8	4		<b>49</b>
SPERRY	CAFÉ	23	32	42	10	7	9	14		<b>137</b>
ALAN	CFXBGXCP		18	12	24	25	21	17		<b>117</b>
5373	MARRON		21	36	22	20	21	28		<b>148</b>
5373	AZUL		22	34	26	24	18	36		<b>160</b>
NEYMAR	CAFÉ		60		33		120		12 8	<b>341</b>
BRAZUCA			230		25 3		217		17 2	<b>872</b>

SAMY			48		62		15		52	<b>177</b>
SAHARA	NEGRA X GRIS		3	8	11	12	9	5		<b>48</b>
ROMEO	BEIS			5	18	30	26	17	18	<b>114</b>
HAMILTON	BLANCA		48		90		39		28	<b>205</b>
SPERRY	CAOBA	7	21	27	30	16	11	6		<b>118</b>
TOMMY	VERDE MENTA		4	2	2	5	2	3		<b>18</b>
TOMMY	NARANJA	5	4	9						<b>18</b>
TOMMY	NEGRA		8	11	10	8	2	9		<b>48</b>
SAN FRANCISCO	CFXROJO		45		11		8		33	<b>97</b>
NAYROMAN	CFXBG	1	3	8	9	14	8	13		<b>56</b>
BURGOS	GRIS ESPASOLADO	6	9	12	12	8	8	6		<b>61</b>
2296	CFXBEIS	2	6	9	10	7	6	2		<b>42</b>
BARZA	BCOXAZUL		12		10		10		15	<b>47</b>
SAHARA	CPXBEIGE	9		3	2	3	11	12		<b>40</b>
SAHARA	CPXCAFE		18	32	19	33	15	22		<b>139</b>
ARAÑA	BEIS		27	23	24	13	13	18		<b>118</b>
ARAÑA	CAFÉ		18	27	21	20	13	15		<b>114</b>
BARSA	CFXBEIS		82		20 5		21		57	<b>365</b>
BARSA	CPXBEIS		120		10		120		95	<b>443</b>

					8					
180	GRIS		41	66	63	96	27	7		<b>300</b>
MARCOS	CREPEXBEIS	11	21	22	24	17	12			<b>107</b>
SAHARA	CPXCAFE		70	90	16 0	15 0	130	80		<b>680</b>
								<b>TOTAL</b>		<b>5579 pares</b>

**ANEXO D. Tabla tiempo en corregir existencias inicial**

<b>Tiempo en corregir existencias</b>					
<i>Nota: (1 día de trabajo equivale a = 10,83hr)</i>			<b>Tiempo Almacenamiento</b>		
<b>Tiempo</b>	<b>Proveedor</b>	<b>Lead time proveedor(días)</b>	<b>hr</b>	<b>(días)</b>	<b>tiempo total(días)</b>
t1	Jairo Toloza	3	5,3	0,49	3,49
t2	Colvex	2	8,66	0,80	2,80
t3	La casa del cuero	3	7,2	0,66	3,66
t4	Procalzado	2	9,5	0,88	2,88
t5	La casa del cuero	3	7,78	0,72	3,72
t6	La casa del cuero	3	8,10	0,75	3,75
t7	Grupo nova	3,5	8,57	0,79	4,29
t8	Top cuero	2	6,3	0,58	2,58
t9	Top cuero	2	7,9	0,73	2,73
t10	Caprielly	3,2	9,5	0,88	4,08
		<b>valor promedio= 2,67 días</b>	<b>0,73 días</b>		<b>3,40 días</b>

**ANEXO E. Tabla valores mejora de Tiempo en corregir las existencias**

Tiempo	Proveedor	Lead time proveedor(días)	Nuevo tiempo de almacenamiento		Tiempo total (días)
			hr	días	
t1	La casa del cuero	3	2,3	0,21	3,21
t2	Colvex	2	3,1	0,29	2,29
t3	Caprielly	3,2	1,6	0,15	3,35
t4	La casa del cuero	3	2,7	0,25	3,25
t5	Procalzado	2	3	0,28	2,28
t6	Grupo nova	3,5	1,15	0,11	3,61
t7	Procalzado	2	2,35	0,22	2,22
t8	Top cuero	2	1,26	0,12	2,12
t9	La casa del cuero	3	2,75	0,25	3,25
t10	Top cuero	2	1,5	0,14	2,14
Valor prom. Lead time		2,57 días	Valor prom. Tiempo almacenamiento	0,202 días	<b>Tiempo total</b> <b>2,77 días</b>

**ANEXO F. Formato implementación para el registro de entradas de cuero**

<i>Brisco y Blessing</i>		ENTRADA DE CUERO	
FECHA	TIPO DE CUERO	CANTIDAD (dm)	PROVEEDOR
05/05/16	TOLEDO COÑAC	14.000	SALTO TOLOZA
05/05/16	TOLEDO NEGRO	13.200	SALTO TOLOZA
06/05/16	TUSCAN AZUL	238	CASA DEL CUERO
06/05/16	TUSCAN BROWN	250	CASA DEL CUERO
06/05/16	TOLEDO FUMO	800	CASA DEL CUERO
08/05/16	DAIK NEGRO	3.000	CASA DEL CUERO
08/05/16	MILANES COÑAC	800	SALTO TOLOZA
09/05/16	CARNAZA CAFE	5.000	CARSELLY
09/05/16	CARNAZA NEGRA	5.000	CARSELLY
11/05/16	RUSTICO NATURAL	2.800	SALTO TOLOZA
11/05/16	GENOVA CAFE	3.851	CASA DEL CUERO
11/05/16	MILANES CAFE	2.500	SALTO TOLOZA
12/05/16	BLONDAN CAFE	3.000	SALTO TOLOZA
12/05/16	RUSTICO COBOA	1.000	SALTO TOLOZA
14/05/16	CARNAZA QUELLANA	238	CARSELLY
14/05/16	CARNAZA VISON	5.900	CARSELLY
14/05/16	BOSS CAFE	231	SALTO TOLOZA
14/05/16	NOBUC OJO	1.000	CASA DEL CUERO
14/05/16	NOBUC AZUL OSCURO	2.400	CASA DEL CUERO
15/05/16	GRECO UMBRO	1.851	CASA DEL CUERO
15/05/16	NOBUC OJO	854	CASA DEL CUERO
16/05/16	TOLEDO MIEL	4.500	SALTO TOLOZA
16/05/16	CARILLATI COCOA	2.100	SALTO TOLOZA
16/05/16	TOLEDO FUMO	1.500	SALTO TOLOZA
16/05/16	TOLEDO COÑAC	14.000	SALTO TOLOZA
16/05/16	TOLEDO COÑAC	5.000	TOP CUERO
17/05/16	TOLEDO MIEL	180	TOP CUERO
17/05/16	NOBUC CAFE	4.254	TOP CUERO
18/05/16	NOBUC CAFE	2.100	TOP CUERO
18/05/16	INDIANA COÑAC	3.589	TOP CUERO
21/05/16	TUSCAN CANELA	5.275	SALTO TOLOZA
21/05/16	INDIANA COÑAC	3.422	SALTO TOLOZA
21/05/16	MILANES CAFE	2.600	SALTO TOLOZA
22/05/16	NOBUC BEIS	1.810	TOP CUERO
22/05/16	NOBUC CAFE	3.210	SALTO TOLOZA
22/05/16	MILANES COÑAC	3.100	SALTO TOLOZA
22/05/16	RUSTICO COBOA	4.221	SALTO TOLOZA
24/05/16	ADIDIL COÑAC	3.294	CASA DEL CUERO
25/05/16	ADIDIL NEGRO	2.650	CASA DEL CUERO
25/05/16	NAPOLI MIEL	3.696	CASA DEL CUERO

ANEXO G. Formato implementación para el registro de salidas de cuero de cueros

<i>Business &amp; Blending</i>		SALIDAS DE CUERO		
FECHA	TIPO DE CUERO	CANTIDAD (dm)	PROVEEDOR	
05/05/16	ESTEFANO AGENA	3.110	Tallo Tolosa	
05/05/16	TOLEDO CONAC	4.000	Tallo Tolosa	
05/05/16	TOLEDO NEGRO	4.250	Tallo Tolosa	
05/05/16	TOSCAN AZUL	238	CASA DEL CUERO	
06/05/16	TOSCAN BROWN	250	CASA DEL CUERO	
07/05/16	TOLEDO CONAC	3.290	Tallo Tolosa	
07/05/16	TOLEDO NEGRO	4.500	Tallo Tolosa	
07/05/16	TOLEDO FUMO	750	CASA DEL CUERO	
08/05/16	MILANES CONAC	450	Tallo Tolosa	
09/05/16	ENCERADO ROJO	7.000	CASA DEL CUERO	
10/05/16	TOLEDO CONAC	6.100	Tallo Tolosa	
10/05/16	TOLEDO NEGRO	4.210	Tallo Tolosa	
11/05/16	CARNAZA CAFE	2.200	CAPRIELLY	
11/05/16	CARNAZA NEGRO	2.500	CAPRIELLY	
12/05/16	CARNAZA CAFE	2.800	CAPRIELLY	
12/05/16	CARNAZA NEGRO	2.500	CAPRIELLY	
16/05/16	MILANES CAFE	2.300	Tallo Tolosa	
16/05/16	MILANES CONAC	350	Tallo Tolosa	
17/05/16	NOBUC ORO	1.000	CASA DEL CUERO	
18/05/16	BOSS CAFE	231	Tallo Tolosa	
18/05/16	GRECO IMBUI	1.700	CASA DEL CUERO	
19/05/16	NOBUC AZUL OSCURO	1.500	CASA DEL CUERO	
20/05/16	CARNAZA QUELLANA	238	CAPRIELLY	
20/05/16	BRANDON CAFE	3.000	Tallo Tolosa	
20/05/16	CARNAZA VISON	4.000	CAPRIELLY	
22/05/16	TOLEDO MIEL	4.100	Tallo Tolosa	
23/05/16	NOBUC CAFE	4.254	TOR CUERO	
24/05/16	NOBUC CAFE	2.100	TOR CUERO	
24/05/16	NOBU BEES	1.810	TOR CUERO	
25/05/16	INDIANA CONAC	2.900	Tallo Tolosa	
26/05/16	CAPRIATI COCOA	2.100	Tallo Tolosa	
26/05/16	MILANES CAFE	2.098	Tallo Tolosa	
27/05/16	TOSCAN CANELA	2.200	Tallo Tolosa	
27/05/16	CARNAZA VISON	1.900	CAPRIELLY	
27/05/16	TOLEDO MIEL	1.500	Tallo Tolosa	
28/05/16	RUSTICO CAOBA	2.981	Tallo Tolosa	
31/05/16	TOSCAN CANELA	3.075	Tallo Tolosa	
01/06/16	APINII CONAC	3.294	CASA DEL CUERO	

**ANEXO H. Formato de Implementación para el registro de entradas de suela**

<i>Briso y Blessing</i>			ENTRADAS DE SUELA									
FECHA	NOMBRE DE SUELA	COLOR	PROVEEDOR	37	38	39	40	41	42	43	44	
05/05/16	Pamela	cafe	Procalzado	126		51	68	123			250	
05/05/16	sami	Gris	Procalzado		95	88			92		13	
06/05/16	NIEBLA	Beiz	GRUPO NOVA	123		150		170		220		
06/05/16	BURGOS	Gris	Procalzado	290		310	80			77		
06/05/16	Expert	azul	Procalzado	320		510	15	35		28		
08/05/16	Brazuca	Negra	Procalzado	200	300	250	320	310	315	260	280	
08/05/16	Romeo	Beiz	colvex		65		39	18		27		
09/05/16	Pamela	cafe	Procalzado	152		180		322				
09/05/16	sami	Gris	colvex		210		317		100			
11/05/16	Expert	azul	Procalzado	89		70		90		120		
11/05/16	Boston	Beiz	GRUPO NOVA	115		48			92		31	
11/05/16	Jordan	Gris	Procalzado		219	44	58		91			
12/05/16	sami	Gris	Procalzado	130		300		310		441	200	
12/05/16	Romeo	Beiz	colvex	480		221	80	315		95		
16/05/16	Brazuca	Negra	Procalzado	310		800			200	150		
16/05/16	Noelia	CREPE	colvex		230		170		115			
16/05/16	Expert	azul	Procalzado		280			15			110	
16/05/16	5373	marron	GRUPO NOVA	25		77				322	117	
18/05/16	Barsa	Bco x azul	Procalzado		180			45				
18/05/16	Noelia	Beiz	Procalzado			120				38		
20/05/16	Alam	cf x Beiz	colvex	115			92		120			
21/05/16	Neymar	cafe	Procalzado		22				190			
21/05/16	Pamela	cafe	Procalzado	91		238	58	185		521	117	
21/05/16	Romeo	Beiz	Procalzado			421			121			
23/05/16	Barsa	Bco x azul	colvex		327		35					
23/05/16	sami	Gris	colvex	93				47		128		
23/05/16	Brazuca	Negra	colvex	327		329		300		450	119	
23/05/16	pamela	cafe	GRUPO NOVA		93			90				
25/05/16	Neymar	azul	Procalzado							322		
25/05/16	Alam	Gris	colvex		45		328		130			
25/05/16	Brazuca	Negra	colvex		180		121	310	315	100	220	
27/05/16	sami	Gris	colvex	67		32	170				15	
27/05/16	5373	marron	Procalzado		114			65				
29/05/16	Nayroman	CF x B6	Procalzado							338		
29/05/16	tommy	verde menta	Procalzado		85	150		220				

## ANEXO I. Formato de Implementación para el registro de salidas de suela

Brioso y Blessing			SALIDAS DE SUELA										
FECHA	NOMBRE DE SUELA	COLOR	PROVEEDOR	37	38	39	40	41	42	43	44		
02/05/16	Brazuca	NEGRO	Procalzado		230		210		200		122		
02/05/16	Sami	Gris	Procalzado	29		120							
03/05/16	Niebla	Beiz	Grupo Nova	12		17	7	9	5				
03/05/16	5373	marron	Grupo Nova		20	31	15	11					
05/05/16	Neymar	CAFE	Procalzado		47		17		77		123		
05/05/16	Brazuca	NEGRA	Procalzado				23		5		20		
06/05/16	Sami	Gris	Procalzado		75	48			70		7		
06/05/16	Pamela	CAFE	Procalzado	115		22	31		33		122		
07/05/16	EXPERT	AZUL	Procalzado	315		310	21		15	22			
09/05/16	Romeo	BEIZ	Procalzado		62		30	15		17			
09/05/16	Sami	Gris	Procalzado		20				90		10		
09/05/16	Barsa	Bco x azul	colvex			3							
10/05/16	Pamela	CAFE	Procalzado	7		30	11				89		
10/05/16	Neymar	AZUL	Procalzado		1			3			1		
10/05/16	Alam	Gris	colvex	4		2		1		3			
10/05/16	5373	marron	Procalzado		2								
10/05/16	Sahara	NeGrax Gris	Grupo Nova		2		7				15		
11/05/16	Barsa	Bco x azul	Bco x azul	10		80		15		120			
12/05/16	Sami	Gris	Gris/colvex	120	17		12	28		18			
12/05/16	Pamela	CAFE	CAFE/colvex	110	190	150		111		120	38		
12/05/16	Brazuca	NEGRA	Procalzado	15		52			10		29		
13/05/16	Jordan	AZUL	colvex		2		5			1			
13/05/16	BURGOS	Gris	Procalzado	12		20			15				
13/05/16	Romeo	BEIZ	BEIZ/colvex		5	3		7			1		
14/05/16	Boston	NEGRA	Grupo Nova	110		19	15		16		22		
16/05/16	Brazuca	NEGRA	Procalzado	98	35		72		22		15		
16/05/16	Brazuca	NEGRA	Procalzado	4		1			3				
19/05/16	Sami	Gris	Gris/colvex	15	18	38			39		40		
20/05/16	Brazuca	NEGRA	NEGRA/colvex	28	15		5			17			
20/05/16	Sami	Gris	Procalzado	46	82	80		37		91			
21/05/16	tommy	Naranja	Procalzado		2		3				1		
23/05/16	180	Gris	Grupo Nova	10		12		15					
24/05/16	Sahara	CPx BEIGE	Grupo Nova		5		6		8		1		
25/05/16	Barsa	Bco x azul	colvex	24		15		36		23			
26/05/16	marcos	AZUL	Procalzado		1			1					
27/05/16	180	Gris	colvex	7		2			5				
27/05/16	5373	marron	Procalzado		23			28		21			
28/05/16	Pamela	CAFE	Procalzado	115		85		92		49	110		

## ANEXO J. Sistema de control de inventarios

Se anexó el archivo en CD del documento de Excel del sistema de control de Inventario diseñado para Calzado Brioso y Blessing.

**ANEXO K. Hoja de ingreso de datos al sistema de control de inventarios**

# REGISTRO DE ENTRADAS Y SALIDAS *Brioso y Blessing*

MEDIDAS DE PRODUCTOS		FECHA DE INGRESO	PRODUCTO	PROVEEDOR	ENTRADAS	SALIDAS
CUERO	dm					
SUELAS	pares					
		31/04/2016	ALBANIA ARENA	Jairo Toloza	2400	
		31/04/2016	BOSS AZUL	Jairo Toloza	1200	
		31/04/2016	BOSS CAFÉ	Caprielly	2400	
		31/04/2016	BOSS VERDE	Caprielly	1400	
		31/04/2016	BRANDO CAFÉ	Casa del cuero	2800	
		31/04/2016	BRANDO COÑAC	Caprielly	1200	
		31/04/2016	COÑAN GRAVADO	Jairo Toloza	1200	
		31/04/2016	CRAZY AZUL	Jairo Toloza	1000	
		31/04/2016	CZA ARENA	Jairo Toloza	800	
		31/04/2016	CZA AZUL CIELO	Casa del cuero	800	
		31/04/2016	CZA AZUL REY	Casa del cuero	1200	
		31/04/2016	CZA KIWI	Casa del cuero	800	
		31/04/2016	CZA NARANJA	Casa del cuero	1000	
		31/04/2016	CZA SIBERIA ARENA	Caprielly	1400	
		31/04/2016	CZA SIBERIA BEIS	Casa del cuero	800	
		31/04/2016	DAKOTA CAFÉ	Jairo Toloza	1000	
		31/04/2016	ENVEJECIDO ROJO	Jairo Toloza	1000	
		31/04/2016	ESTELAS CAFÉ	Caprielly	600	
		31/04/2016	GAMBIER NEGRO	Jairo Toloza	600	
		31/04/2016	INDIANA CAFÉ	Jairo Toloza	2400	
		31/04/2016	LUNARDI CAFÉ	Casa del cuero	2400	
		31/04/2016	LUNARDI MIFI	Caprielly	1000	



ANEXO L. Hoja Reporte de Stock del sistema de control de inventarios

# STOCK DE ENTRADAS Y SALIDAS

**Tabla B**

ENTRADAS	SALIDAS	EXISTENCIAS
126	115	<b>11</b>

**Tabla A**

PRODUCTO
pamela-café-37



**Tabla C**

FECHA DE INGRESO	PRODUCTO	PROVEEDOR	ENTRADAS	SALIDAS
05/05/2016	pamela-café-37	Procalzado	126	
06/05/2016	pamela-café-37			115