

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE COMERCIO INTERNACIONAL, INTEGRACIÓN, ADMINISTRACIÓN Y ECONOMÍA EMPRESARIAL

CARRERA DE LOGÍSTICA Y TRANSPORTE

Tema: "Sistema de control de inventario para la mejora del proceso de producción en la microempresa FOR YOU"

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del
título de Ingeniera en Logística y Transporte

AUTORA: Vallejo Quespás Daniela Brigeth.

TUTOR: Alpala Alpala Luis Omar

Tulcán, 2023.

CERTIFICADO DEL TUTOR

Certifico que la estudiante Vallejo Qespás Daniela Brigeth con el número de cédula 0402164446 ha desarrollado el Trabajo de Integración Curricular: "Sistema de control de inventario para la mejora del proceso de producción en la microempresa FOR YOU".

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el Reglamento de la Unidad de Integración Curricular, Titulación e Incorporación de la UPEC, por lo tanto, autorizo la presentación de la sustentación para la calificación respectiva.

Alpala Alpala Luis Omar

TUTOR

Tulcán, noviembre de 2023

AUTORÍA DE TRABAJO

El presente Trabajo de Integración Curricular constituye un requisito previo para la obtención del título de Ingeniera en la Carrera de Logística y Transporte de la Facultad de Comercio Internacional, Integración, Administración y Economía Empresarial

Yo, Vallejo Quespás Daniela Brigeth con cédula de identidad número 0402164446 declaro que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.



Vallejo Quespás Daniela Brigeth

AUTORA

Tulcán, noviembre de 2023

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Yo, Vallejo Quespás Daniela Brigeth declaro ser autora de los criterios emitidos en el Trabajo de Integración Curricular: "Sistema de control de inventario para la mejora del proceso de producción en la microempresa FOR YOU" y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes de posibles reclamos o acciones legales.



Vallejo Quespás Daniela Brigeth

AUTORA

Tulcán, noviembre de 2023

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, quiero agradecer a Dios, por darme la sabiduría y la fortaleza para poder concluir con esta etapa que se suma a mi vida.

A mi madre Rosa Quespás que ha sido el pilar fundamental para mantenerme de pie durante esta etapa estudiantil, mostrándome que con esfuerzo y amor se puede cumplir lo que nos proponemos, de igual manera a mi hermana Alejandra Vallejo por brindarme sus consejos y apoyarme en cada paso que doy en la vida.

Finalmente quiero agradecer a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi por permitirme formar parte de ella y desarrollarme personal y profesionalmente, a los excelentes docentes que me llenaron de conocimientos a lo largo de la carrera, especialmente a mi tutor Luis Omar Alpala por su paciencia y apoyo para poder culminar con este proceso.

Daniela Brigeth Vallejo Quespás.

DEDICATORIA

La presente investigación va dedicada a toda mi familia, por enseñarme los valores del sacrificio, y enseñarme que el amor y la unión son fundamentales para poder vencer cualquier obstáculo que la vida me depare.

De manera especial quiero dedicar este trabajo a mi madre Rosa Quespás, por jamás rendirse y acompañarme en este camino, a mi padre Víctor Vallejo, que no estuvo físicamente presente, pero con su ejemplo y su legado me dio la fuerza para no decaer y seguir adelante.

También quiero dedicar este logro a mi hijo Hassan Ortega, que ha sido mi motor y mi compañero desde que llego a formar parte de mi vida.

Daniela Brigeth Vallejo Quespás.

ÍNDICE

ABSTRACT	12
INTRODUCCIÓN	13
I. EL PROBLEMA	15
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	16
1.3. JUSTIFICACIÓN	16
1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	17
1.4.1. Objetivo General.....	17
1.4.2. Objetivos Específicos	17
1.4.3. Preguntas de Investigación	17
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	18
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	18
2.2. MARCO TEÓRICO	20
2.2.1. Teoría General de Sistemas (TGS)	20
2.2.2. Sistema de Control de Inventarios.....	21
2.2.3. Proceso de producción	23
2.2.4. Simulación	25
2.2.5. Dinámica de Sistemas	25
2.2.6. Modelado y simulación basados en agentes.....	28
2.2.7. Simulación de eventos discretos.	28
2.2.8. Simulación de Montecarlo.	28
2.2.9. Simulación de Sistemas Continuos.	29
2.2.11. Stella Architect.	29
2.2.12. AnyLogic.....	30
2.2.14. Demanda	30
III. METODOLOGÍA	31

3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO.....	31
3.1.1. Enfoque mixto	31
3.1.1.2. Cuantitativo	31
3.1.2. Tipo de Investigación.....	31
3.2. IDEA A DEFENDER	32
3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.....	33
3.4. MÉTODOS UTILIZADOS	37
3.4.1. Método Analítico	37
3.4.2. Técnicas e Instrumentos para la recolección de datos.....	37
3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	38
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	39
4.1. RESULTADOS	39
4.1.1 Diagnóstico del sistema de control de inventario y proceso de producción que utiliza actualmente la empresa.	39
4.1.2. Propuesta de un modelo de simulación por dinámica de sistemas para el control de inventarios y mejora del proceso de producción para la microempresa "For You".....	52
4.1.3. Simulación del modelo.....	66
4.2. DISCUSIÓN.....	79
4.2.1. Sistema de control de inventario y proceso de producción	81
4.2.2. Modelo de Simulación	83
4.2.3. Evaluación del Modelo de Simulación	86
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	87
5.1. CONCLUSIONES	87
5.2. RECOMENDACIONES.....	89
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	90
VII. ANEXOS.....	94

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Variable Independiente	33
Tabla 2: Variable Dependiente.....	35
Tabla 3. Proveedores de la empresa For You	43
Tabla 4. Productos de la empresa For You.....	44
Tabla 5. Histórico demanda producto piñata	49
Tabla 6: Tipos de simulación	53
Tabla 7: Análisis de tipos de simulación	54
Tabla 8: Tipos de Software para Dinámica de Sistemas.....	55
Tabla 9. Demanda pronosticada producto piñata	68
Tabla 10. Tipo de demanda.	69
Tabla 11. Materia prima para utilizar por periodo	71
Tabla 12: % valores de costo de almacén unitario	73
Tabla 13: comportamiento EOQ	73
Tabla 14: número de pedidos tras la variación del EOQ	73
Tabla 15: resultados de Simulación de costo total.....	77
Tabla 16: Capacidad de producción de la empresa.....	78
Tabla 17: Tabla comparativa	88

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Relación entre A y B.....	25
Figura 2. Estructura de realimentación negativa en y comportamiento.	26
Figura 3. Estructura de realimentación positiva en y comportamiento.....	26
Figura 4. Simbología para construcción de Diagramas de Forrester.....	27
Figura 5. Otra simbología para construcción de Diagramas de Forrester.	28
Figura 6. Posición de la empresa	41
Figura 7. Organigrama de la empresa FOR YOU.	42

Figura 8. Diferentes opciones de elaboración del producto.	45
Figura 9. Bodega.	46
Figura 10. Local Comercial.	46
Figura 11. Piñatería.	47
Figura 12. Artículos de fiesta.	47
Figura 13. Detalles personalizados.	48
Figura 14. Proceso de producción de piñatería.	49
Figura 15. Ciclo genérico del sistema de producción e inventario.	57
Figura 16. Diagrama de Forrester.	64
Figura 17. Periodos de simulación.	66
Figura 18. Simulación del sistema.	67
Figura 19. Demanda de ventas de unidades de producto en unidades	69
Figura 20. Comparación de materia prima, demanda y producción.	72
Figura 21. Número de pedidos tras la variación del EOQ.	74
Figura 22. Simulación de Stock inicial materia prima.	74
Figura 23. Simulación de Costo de pedir.	75
Figura 24. Simulación de Costo de almacén.	76
Figura 25. Simulación de Costo de total.	76
Figura 26. Simulación de producto terminado.	77
Figura 27. Capacidad de producción de la empresa.	79

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Acta de la sustentación de Predefensa del TIC	94
Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas.	95
Anexo 3. Entrevista	97

RESUMEN

El objetivo principal de este trabajo fue diseñar un sistema de control de inventario para mejorar el proceso de producción en la microempresa FOR YOU, utilizando la simulación por dinámica de sistemas. Para lograr esto, se llevó a cabo un diagnóstico exhaustivo de la situación actual de la empresa en términos de control de inventario y proceso de producción. Se recopiló información mediante entrevistas dirigidas a la propietaria de la empresa y observación directa de los procesos de producción de la industria. La falta de un sistema de control de inventarios es el principal problema que enfrenta la empresa, lo cual resulta en la falta de producción de algunos productos, sobreproducción de otros, deterioro de los productos almacenados y escasez de materias primas, entre otras deficiencias. Para abordar esta problemática, se utilizó el software Vensim PLE para realizar una simulación por dinámica de sistemas. Se diseñaron un diagrama causal y un diagrama de flujo que tuvieron en cuenta las variables relacionadas con el control de inventario y el proceso de producción. En la etapa final del estudio, se llevó a cabo un análisis de sensibilidad para simular el comportamiento del nivel de stock, los pedidos, el lote económico, los desperdicios, entre otros aspectos relevantes. De esta manera, se obtuvieron resultados positivos que contribuyen al control del sistema de inventarios. Con este trabajo, se espera proporcionar a la microempresa FOR YOU un sistema de control de inventario eficiente que optimice su proceso de producción y resuelva las problemáticas identificadas.

Palabras Claves: Simulación, Dinámica de Sistemas, Diagrama Causal, Diagrama de flujo, Vensim Ple.

ABSTRACT

The main objective of this research was to design an inventory control system to improve the production process at FOR YOU microenterprise, using the simulation by system dynamics. To achieve this, an exhaustive diagnosis of the current situation of the company in terms of control inventory and production process. Information was collected through interviews directed with the owner of the company and direct observation of the industry production processes. The main problem facing the company is the lack of a control system of inventories that results in the lack of production of some products, overproduction of others, deterioration of stored products, and shortage of raw materials, among other deficiencies. To address this problem, the Vensim PLE software is used to perform a simulation by system dynamics. A causal diagram and a flow diagram that took into account the variables related to control inventory and the production process. In the final stage of the study, there was carried out a sensitivity analysis to simulate the behavior of the stock level, orders, economic batch, and waste, among other relevant aspects. In this way, positive results were obtained that contribute to the control of the inventory system. It is expected to provide the microenterprise FOR YOU with an efficient inventory control system with this work that optimizes its purchasing process and production and solves the identified problems.

Keywords: Simulation, System Dynamics, Causal Diagram, Diagram flow, Vensim Ple.

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de inventarios a nivel mundial se han posesionado como un elemento clave para el desarrollo exitoso de una empresa, debido a que estos sistemas controlan la constancia de la compra, venta de bienes y productos terminados, de una manera detallada, ordenada y valorada, además estos influyen de manera positiva en el proceso de producción de las empresas.

Por otra parte, las empresas que están innovando y siendo competitivas en el mercado, están incluyendo en sus procesos herramientas informáticas y de simulación que les permiten diagnosticar y analizar los procesos antes de llevarlos a la implementación real, esto permite ahorro de costos, tiempos y logística. Es por ello por lo que para esta investigación se utiliza la simulación de dinámica de sistemas como herramienta para hacer el control de producción e inventarios para la empresa caso de estudio. La simulación dinámica de sistemas se ha convertido en una herramienta muy eficaz para estudiar y analizar comportamientos a largo plazo para los sistemas de producción ya sea por órdenes de pedidos, aquí se puede modelar diferentes tipos de sistemas que pueden incluir ajustes de inventarios, demanda, pedidos, ordenes de producción y flujo de materiales de producto (Aracil, 1995).

En el primer capítulo del trabajo de investigación se expone el planteamiento y la formulación del problema. En este apartado, se originan las ideas que dieron lugar a la investigación, las cuales permitieron identificar los problemas relacionados con el control de inventarios y los procesos de producción en la pequeña industria. Estos problemas empeoran el funcionamiento de los procesos operativos. Asimismo, se desarrolla la justificación de este problema, con el objetivo de ofrecer soluciones a las deficiencias identificadas durante la investigación. Por último, se presentan los objetivos del estudio, los cuales delimitan las metas que se esperan alcanzar a través de la investigación, detallando la forma en que se obtendrán los resultados deseados.

En el segundo capítulo, se aborda la fundamentación teórica del trabajo de investigación. En este apartado se presentan investigaciones previas que han utilizado diversos tipos de simulación para el control de inventarios y los procesos de

producción. Estas investigaciones servirán como base para la discusión de los resultados obtenidos en el estudio actual. Además, se proporcionan detalles sobre conceptos relevantes necesarios para comprender a fondo el problema en estudio.

En el capítulo tres se da a conocer la metodología que fue empleada para este trabajo. En el mismo se define el alcance que tiene la investigación por medio del nivel y tipo metodológico. Se revela la naturaleza del estudio, el enfoque, los métodos utilizados y las técnicas para obtener información como la entrevista. Además, se sustenta las hipótesis para poder obtener una conclusión.

En el capítulo cinco se plasman los resultados que se obtuvieron mediante la aplicación de la entrevista realizada a la dueña de la empresa FOR YOU, y visitas que permitieron observar cómo se manejan los inventarios actualmente y cuáles son los procesos de producción, información que se usó en el programa Vensim PLE, para desarrollar un sistema que permita el control de inventarios. Así mismo se presenta la discusión, la cual se basa en un análisis comparativo de los antecedentes investigativos y los resultados obtenidos, haciendo un contraste con la idea a defender, presentando la propuesta de mejora.

En el quinto capítulo se exponen las conclusiones y recomendaciones, las mismas que fueron determinadas en base a los objetivos del trabajo de investigación desarrollado en la empresa FOR YOU.

En el sexto capítulo del trabajo de investigación se presentan las referencias bibliográficas utilizadas a lo largo del estudio. Estas referencias constituyen las fuentes consultadas y citadas para respaldar y fundamentar las ideas expuestas en el trabajo. Por otro lado, en el séptimo capítulo se incluyen los anexos detallados que complementan y enriquecen la información presentada en el trabajo de investigación. Estos anexos pueden incluir tablas, gráficos, cuestionarios u otros elementos relevantes para el estudio.

I. EL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A nivel mundial ha incrementado el número de empresas grandes y pequeñas, así como van aumentando, otras van desapareciendo en el paso del tiempo, debido a que no existe un buen manejo. Uno de los factores para el cierre de las entidades es la falta de planeación de sistemas que permita tener un buen control de sus sistemas productivos y de inventario ocasionando procesos de producción deficientes, por ende, sobreproducción o baja producción que no permite cumplir con la demanda, también, pérdidas físicas y monetarias que afectan en la rentabilidad de la empresa y no permite que se posea sólidamente en el mercado (Drouet, 2016).

La falta de un sistema de control de inventario puede afectar negativamente la producción en una empresa, provocando interrupciones en la producción debido a la escasez de materias primas, ineficiencia en la programación de la producción, mayores costos debido a compras innecesarias, acumulación de exceso de inventario, pérdida de ventas, falta de planificación efectiva y posibles problemas de calidad en los productos.

Toda empresa necesita de cantidades permanentes de inventarios, y más aún si es una entidad de producción, este es el caso de la empresa FOR YOU, una compañía que nace como un emprendimiento familiar en el 2019 en la ciudad de San Gabriel provincia del Carchi, con el objetivo de elaborar diferentes líneas artesanales decorativas para fiestas y eventos de diversión, su línea de especialización es la entrega de detalles y piñatería artesanal al público en general.

A lo largo de su actividad comercial la empresa "FOR YOU" viene superando una serie de problemas que han incidido en la atención al cliente e incluso han dificultado el crecimiento económico, actualmente no cuenta con correctas herramientas informáticas para poder tener un correcto control de inventarios, por desconocimiento de su aplicación por parte de sus representantes, quienes llevan

un registro manual, desorganizado y empírico de las materias primas necesarias para el proceso de producción, productos terminados y reporte de ventas, adicional a ello este tipo de reporte no lo realizan de manera constante afectando el control efectivo de proveedores y en los diferentes procesos, aumentando el desperdicio por no saber los volúmenes de materia prima para producir y pérdidas de tiempo en la elaboración de productos.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuál es el sistema de control de inventario que permita la mejora de la producción en la microempresa FOR YOU?

1.3. JUSTIFICACIÓN

Las organizaciones llevan a cabo un control de inventarios de materias primas, las mismas que forman parte del proceso de producción, estos inventarios ayudan a las organizaciones a satisfacer las necesidades de los clientes, es decir, conocer aquellos productos que deben ingresar nuevamente a bodega o que son requeridos para la fabricación de estos, estos inventarios generan una gran inversión de recursos financieros (Guerrero, 2017).

A nivel mundial el crecimiento de toda empresa sea; macro, grandes, pequeñas o microempresas se basa en la organización que estas lleven en todos sus ámbitos, por este motivo el control de inventarios viene a ser clave en el desarrollo de las entidades. El control de inventarios aporta muchos beneficios, uno de ellos es saber las existencias que tiene cada empresa, tomando en cuenta los montos que están destinados para cada proceso como: la elección de proveedores, la compra y almacenamiento de materias primas, la utilización de materiales, maquinarias y herramientas a utilizar en el proceso de producción.

En la actualidad la simulación en las empresas se ha vuelto una herramienta necesaria debido a que esta permite mostrar un proceso real anticipado, validarlo y obtener la mejor opción a la hora de tomar decisiones que serán fundamentales para el crecimiento de la entidad. La logística como la tecnología van creciendo y la simulación es un apoyo fundamental para la toma de mejores soluciones.

Con la propuesta del modelo de simulación para un sistema de producción e inventario utilizando el sistema de inventarios EOQ con el software Vensim PLE

permitirá que la microempresa "FOR YOU" se organice mejor y pueda lograr acceso en todo momento a un estado económico confiable en cuanto al manejo de sus insumos, asimismo mejorará el proceso de producción, minimizando los costos y permitiendo que "FOR YOU" pueda invertir solo en los materiales necesarios, aprovechando toda la materia prima y el tiempo para elaborar cada uno de los productos, y uno de los beneficios más importantes será la satisfacción al cliente, debido a que logra llenar las expectativas de este y generar el reconocimiento de la calidad de sus productos beneficiando así directamente al ámbito económico de esta.

1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo General

Proponer un sistema de control de inventario para la mejora del proceso de producción mediante la simulación por dinámica de sistemas en la empresa FOR YOU.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Diagnosticar el sistema de control de inventario y proceso de producción que utiliza actualmente la empresa.
- Diseñar de un modelo de simulación por dinámica de sistemas para el control de inventarios y mejora del proceso de producción para la microempresa FOR YOU.
- Evaluar el sistema de control de inventario y proceso de producción mediante un análisis de sensibilidad con el modelo de simulación para la microempresa FOR YOU.

1.4.3. Preguntas de Investigación

- ¿Cuál es el sistema de control de inventario y proceso de producción que utiliza actualmente la microempresa?
- ¿Cómo diseñar un modelo de simulación por dinámica de sistemas?
- ¿Cómo evaluar el sistema de control de inventarios y proceso de producción con simulación por dinámica de sistemas?

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

El trabajo presente muestra los antecedentes de investigaciones internacionales y nacionales que ayudaran a sustentar el proyecto realizado, referente al tema estudiado, apoyadas por diferentes autores que tienen experiencia con la temática.

Ochoa y Tovia (2007), presentan su trabajo de titulación dominado "Diseño y Análisis de un modelo de planificación y control" tiene como objetivo principal desarrollar un modelo que permita planificar y controlar eficientemente los procesos de producción en una empresa.

El enfoque utilizado en esta investigación se basa en la dinámica de sistemas, una disciplina que estudia el comportamiento de los sistemas complejos a lo largo del tiempo. Mediante el uso de esta metodología, se busca comprender las interacciones entre las diferentes variables y elementos que influyen en los procesos de producción. El modelo propuesto se centra en la optimización de los costos de inventario y pedido de materia prima, así como en la satisfacción de la demanda de productos terminados. Se consideran variables como la demanda, la capacidad de producción, los tiempos de espera y operación, los costos de almacenamiento y pedido, entre otros.

Además, se realiza un análisis de sensibilidad para evaluar el impacto de modificar ciertas variables en los resultados del modelo. Esto permite identificar las mejores opciones en términos de EOQ (Cantidad Económica de Pedido), número de pedidos y costos totales.

En resumen, esta tesis propone un modelo de planificación y control de la producción basado en dinámica de sistemas utilizando Vensim, que ofrece una herramienta efectiva para optimizar los procesos de producción y tomar decisiones informadas en relación con el inventario, los pedidos y los costos.

Rodríguez, Loyo y López (2019), indican su artículo denominado "Simulación dinámica de un sistema de producción retroalimentado" donde muestra el modelo

dinámico de un sistema de producción retroalimentado de una línea de ensamble de un conector. La retroalimentación está diseñada como un sistema de control donde los resultados de ciertas variables, como las órdenes pendientes, se retroalimentan al modelo para mejorar su rendimiento.

Este modelo dinámico se desarrolló en el software VensimPle, con la metodología de dinámica de sistemas, arrojando resultados que muestran que el circuito de retroalimentación creado en el modelo asegura un sistema de producción estable de la instalación, el nivel de inventario y los procesos de producción; tiene en cuenta dos situaciones: la capacidad es mayor que la demanda y menor que la demanda.

La investigación descrita tiene mucha similitud con el trabajo que estamos desarrollando, debido a que se realiza el modelo en el mismo programa que escogimos para realizar la simulación, además muestra en sus resultados como se mantiene estable la producción.

Agudelo y López (2018) publican su artículo que examina el proceso de gestión de inventarios utilizando la dinámica de sistemas como herramienta metodológica. Este enfoque permite comprender cómo interactúan las variables y cómo se relacionan entre sí, requiere una comprensión más profunda del comportamiento del sistema. Además, esta metodología facilita la toma de decisiones al considerar la causalidad y la retroalimentación de las variables involucradas.

El objetivo principal de la investigación es brindar una visión general del modelo dinámico asociado al inventario, donde es factible apreciar relaciones causales y diagramas de Forrester, factores, aspectos y elementos de medición, que inciden en cada sistema presentado. Este trabajo nos servirá de ayuda debido a que utilizan el mismo programa Vensim, y así obtener datos para saber el comportamiento de los inventarios dependiendo de la producción y de los pedidos realizados.

Samaniego (2019) presenta un artículo sobre un modelo administrativo para la gestión en el control de inventarios diseñado y aplicado en una empresa de producción, tratando de potenciar su desarrollo manejando la metodología de la dinámica de sistemas, facilitando representar posibles resultados según las estrategias aplicadas. El propósito del estudio es aplicar variables específicas al proceso de inventario de acuerdo con las necesidades del caso de estudio.

Para ello, la gestión de inventarios utiliza la dinámica del sistema utilizando insumos y variables que forman parte del inventario. Los resultados clave indican una producción superior al nivel de inventario, cuyo ajuste para alcanzar el nivel óptimo significa comprar más unidades, lo que resulta en un aumento en el costo total.

Este trabajo presenta una relación debido a que utilizan variables para poder desarrollar el sistema que permita controlar los inventarios y fortaleciendo las operaciones empresariales, además el modelo que se propone permitirá generar estudios posteriores en función al control de inventarios de cualquier empresa.

García (2020) desarrolla su trabajo de tesis enfocado en diseñar un modelo de simulación de eventos discretos, para mejorar la línea de producción en la empresa Guantes Internacionales. Esta simulación tiene como objetivo aumentar más del 3% anual en la eficiencia del área de tejido.

Para llevar a cabo el modelo de simulación lo realizó en el software Flexsim, al verificar la confiabilidad de la simulación permitió obtener comparaciones en los distintos escenarios propuestos, permitiendo evaluar las diferentes variables y analizar los resultados de cada una de ellas, cumpliendo con el propósito de este trabajo.

Esta investigación aporta a nuestro trabajo de titulación debido que busca mejorar el proceso de producción que viene siendo nuestra variable dependiente, por medio de la simulación. A pesar de que utilizan la simulación de eventos discretos, que es un tipo diferente de simulación al que nosotros utilizamos, nos permite observar las alternativas de mejora en la producción de la empresa.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Teoría General de sistemas (TGS)

La Teoría General de Sistemas es una teoría interdisciplinaria que busca entender y explicar el funcionamiento de los sistemas en general, y su interacción con el entorno. Fue desarrollado por Ludwig Von Bertalanffy en la década de 1950 y 1960, y puede ser aplicado en una amplia variedad de campos, como la logística, la biología, la física, la psicología, la sociología, la administración empresarial, entre otros.

Boulding (1956) plantean que los objetivos pueden demostrarse en grados de confiabilidad y ambición, los grados de ambición indican las similitudes que pueden tener diferentes disciplinas, mientras que la ambición indica como un sistema puede funcionar como un Gestalt, el mismo que permite ver las cosas como un todo.

En resumen, la Teoría General de Sistemas es una teoría primordial que se aplica en una amplia variedad de disciplinas, y que permite entender cómo los sistemas complejos funcionan y se relacionan con el entorno, lo que es esencial para mejorar la eficiencia y eficacia de los procesos y sistemas en general.

2.2.2. Sistema de Control de Inventarios

El sistema de control de inventarios es un mecanismo vital para cualquier empresa que maneja un stock de productos. Este sistema consiste en un conjunto de procesos y procedimientos que permiten a la mantener un control adecuado de sus inventarios, incluyendo la cantidad y el valor de los productos que posee. El sistema de control de inventarios ayuda a la empresa a evitar como la sobreproducción, el exceso de inventario, la falta de inventario y la pérdida de productos debido a la caducidad o el deterioro. Además, un buen sistema de control de inventarios permite a la empresa optimizar su eficiencia y reducir los costos de almacenamiento y manejo de los productos. En definitiva, el sistema de control de inventarios es esencial para el éxito de cualquier empresa que maneje un stock de productos.

2.2.2.1. Inventarios

Un inventario es un registro detallado de los bienes o productos que una empresa posee, y puede ser utilizado para una variedad de propósitos. En el contexto de la gestión empresarial, el inventario se refiere a los productos que se mantienen en stock y que están disponibles para la venta o uso interno de la empresa. La gestión adecuada del inventario es esencial para cualquier empresa que maneje productos, ya que afecta directamente la eficiencia de la producción y la satisfacción del cliente.

Es aquel documento o sistema que permite el registro de bienes tangibles con la finalidad de ser utilizados y comercializados en consumo venta (Gómez y Guzmán, 2016).

2.2.2.2. Tipos de Inventarios

La gestión adecuada de inventarios exitosos es esencial para el empresarial, y existen varios tipos de inventarios que una empresa puede utilizar en función de sus necesidades y objetivos. Cada tipo de inventario tiene sus propias características y se utiliza para diferentes fines, por lo que es importante comprender las diferencias entre ellos y cómo se pueden aplicar en la práctica.

Según López (2014) existen tres tipos de inventarios que son:

- Inventarios de materias primas y componentes: son aquellos materiales que van a ser utilizados para la fabricación de productos, los mismos que van a ser sometidos a varios procesos.
- Inventarios de piezas de repuesto de equipos y suministros industriales: se refieren a las herramientas o piezas necesarios para la fabricación de un producto.
- Inventarios de productos terminados: son los productos o artículos terminados, que son proporcionados por el departamento de producción para luego ser comercializados.

2.2.2.3. Métodos del Control de Inventarios

El control de inventario es un sistema que permite gestionar todas aquellas existencias dentro de un almacén o bodega, ya sea en la entrada o salida de productos. Este método tiene como finalidad la reducción de costos y que los niveles de inventario dentro del almacén sean óptimos, evitando así la escasez o exceso de productos (Guzmán, 2022).

2.2.2.3.1. Método ABC

Permite segmentar u organizar los productos de acuerdo con su nivel de importancia, en este método los productos o bienes se organizan de acuerdo con el aporte económico, este método tiene como objetivo optimizar la gestión de inventarios, reduciendo tiempo y costos (Pulla, 2020).

2.2.2.3.2. EOQ

La cantidad de económica de pedido es un método que permite determinar la cantidad óptima de bienes o productos que se deben comprar, esto con la finalidad

de disminuir costos y manteniendo los niveles de inventarios, garantizando la disponibilidad de estos (Causado, 2015).

2.2.3. Proceso de producción

Se refiere al conjunto de actividades y procedimientos necesarios para transformar la materia prima en bienes o productos terminados, para luego ser comercializados. Este proceso de producción inicia desde la obtención de la materia que posteriormente será transformada en un producto, para la realización de estos bienes o productos se emplean máquinas y equipos para la elaboración de los distintos productos (Quiroa, 2019)

2.2.3.1. Producción

Es el proceso económico mediante el cual se transforma la materia prima en un bien para el consumo añadiendo un valor agregado (Pérez, 2010).

Paredes (2010) determina que el objetivo principal de la producción es asegurar la entrega puntual de los productos, reduciendo al mínimo los tiempos de producción, evitando demoras. Se trata de minimizar la inversión de capital, mantener bajos niveles de inventario y evitar la acumulación de créditos para mantener la carga de intereses reducida.

La capacidad de la producción se puede ver influenciada por: la disponibilidad de algunos recursos, el tamaño de la planta, la capacidad de la mano de obra y el uso de la tecnología.

2.2.3.2. Costes de Producción

Los costos de producción son todos aquellos gastos en los que incurren en una empresa al elaborar su producto o prestar su servicio. Estos costos pueden clasificarse en dos categorías principales: costos variables y costos fijos.

Pindyck y Rubinfeld (2009) mencionan a dos tipos de costos:

- El coste fijo (CF): que son aquellos valores que deberá pagar la empresa en un tiempo determinado.
- El coste variable (CV) son aquellos gastos de la empresa y estos varían de acuerdo con el nivel de producción,

Es importante que las empresas conozcan sus costos de producción para poder establecer precios competitivos y tomar decisiones estratégicas informadas en relación con su proceso productivo.

2.2.3.3. Procedimiento

Es una secuencia de acciones o pasos de forma ordenada para llevar a cabo una actividad (Ilanos, 2017).

Villalobos et al. (2011), identifican tres categorías de procedimientos según el grado de intervención del elemento humano:

- Manual: son aquellos que se realizan de forma manual es decir por personas.
- Mecánica o semiautomática: son aquellos procedimientos que se realizan de forma compartida que son desarrolladas por personas y máquinas.
- Automática: son aquellos procesos en donde las máquinas que realizan las actividades son controladas por computadoras.

2.2.3.4. Productividad

Se refiere a la cantidad de recursos utilizados que fueron designados en un tiempo determinado (Carro y Gonzales, 2010).

2.2.3.5. Materias primas

Es un material que es utilizado para ser transformado durante el proceso de producción para finalmente obtener un bien o producto, esta materia prima puede ser de origen animal, vegetal o mineral, esto puede variar de acuerdo con la necesidad de la organización (Caballero, 2020).

2.2.3.6. Producto terminado

Es el resultado del proceso de producción, el mismo que será entregado al cliente. Este producto es la transformación de la materia prima mediante una serie de procedimientos, estos productos deben contar con todos los requerimientos necesarios para ser comercializados, para ser comercializados (Páez, 2021).

2.2.4. Simulación

Es el medio en donde se experimenta un modelo para comprender el funcionamiento de este, con el fin de mejorar las actividades de una organización o empresa (Fullana y Urquía, 2009).

2.2.5. Dinámica de Sistemas

Se refiere al comportamiento de un sistema de forma compleja y los cambios que se producen, con la dinámica de sistemas se puede realizar la construcción de modelos de simulación mediante la observación (Aracil, 1995).

2.2.5.1. Diagrama De Influencias

Es la relación que existe entre distintos elementos en un sistema (Aracil, 1995). A continuación se muestra la relación entre A y B.

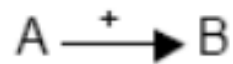


Figura 1. Relación entre A y B.

En términos generales, cuando A tiene influencia sobre B en un sistema, se representa con una flecha de la forma $A \rightarrow B$, lo que indica que B es una función de A, es decir, $B = f(A)$, aunque la forma exacta de la función matemática no se conozca.

2.2.5.2. Bucles o Lazos de Realimentación

- Bucles o Lazos de Realimentación negativa

Son bucles que pueden estabilizar a los sistemas, estos brindan información importante para la toma de decisiones, este tipo de bucles tiene como propiedad de si en el sistema ocurre algún tipo de reacción este anula cualquier tipo de perturbación (Aracil, 1995).

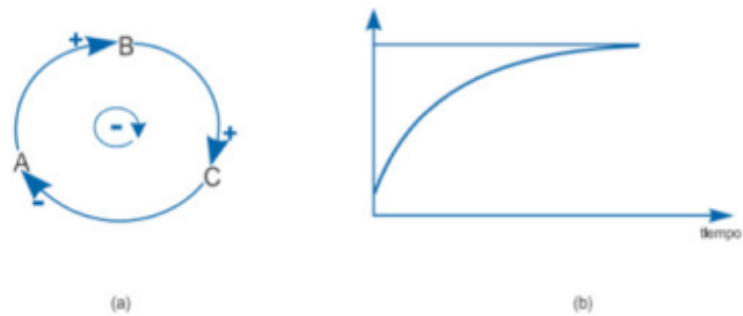


Figura 2. Estructura de realimentación negativa en (a) y comportamiento.

Fuente: Adaptación del autor Camilo Augusto Cardona Patiño, 2017.

Es importante destacar que, en un bucle de realimentación negativa, lo que se retroalimenta es información. El agente necesita recibir información sobre los resultados de sus decisiones para poder ajustarlas en función de los resultados que esas acciones van generando.

- Bucle de Realimentación Positiva

Este bucle inestabiliza al sistema, a diferencia del bucle negativo (Aracil, 1995).

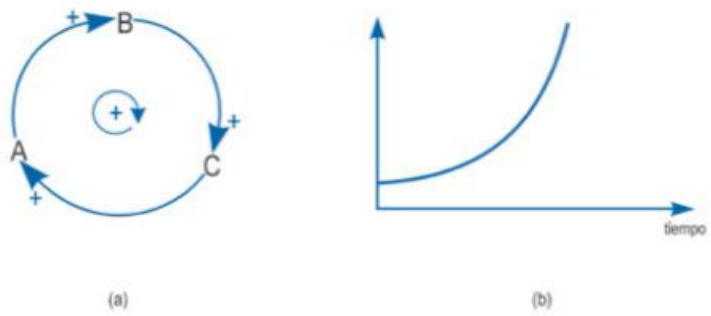


Figura 3. Estructura de realimentación positiva en (a) y comportamiento.

Fuente: Adaptación del autor Camilo Augusto Cardona Patiño, 2017.

En este sistema se puede observar el crecimiento de A es de forma continua, es decir que cada vez va creciendo juntamente con B y C.

2.2.5.3. Diagrama de Forrester

Donado et al. (2005), menciona que la clasificación de las variables es un paso importante para obtener una descripción más formalizada del sistema. Después de clasificar los elementos del diagrama de influencias en variables de estado, flujo y auxiliares, podemos generar el diagrama de Forrester a partir de dicho diagrama de influencias. El diagrama de Forrester es uno de los componentes fundamentales de la dinámica de sistemas.

A cada tipo de variable se le asigna un icono o gráfico correspondiente (Figura 3). Las variables de estado se representan mediante rectángulos, las variables de flujo se representan con un icono similar a una válvula, y las variables auxiliares se representan con círculos. Es importante mencionar que los símbolos utilizados fueron propuestos originalmente por Forrester, pero en la actualidad no hay un conjunto universal de símbolos y se permite cierta flexibilidad al elegir los símbolos en estos diagramas, como se muestra en la Figura 4. Sin embargo, la similitud entre los símbolos utilizados garantiza la comprensión de los diagramas, independientemente de los símbolos seleccionados.










	Nube: representa una fuente o un pozo; puede interpretarse como un estado que no tiene interés y es prácticamente inagotable.
	Estado: representa una acumulación de un flujo.
	Flujo: Variación de un estado; representa un cambio en el estado del sistema.
	Canal de material: canal de transmisión de una magnitud física que se conserva.
	Canal de información: Canal de transmisión de una cierta información, que no es necesario que se conserve.
	Variable auxiliar: una cantidad con un cierto significado físico en el mundo real y con un tiempo de respuesta instantáneo.
	Constante: un elemento del modelo que no cambia de valor.
	Retraso: un elemento que simula retrasos en la transmisión de información o de material.
	Variable exógena: variable cuya evolución es independiente de las del resto del sistema. Representa una acción del medio sobre el sistema.

Figura 4. Simbología para construcción de Diagramas de Forrester.
Fuente: Adaptación del autor Martha Yolanda Rodríguez Avilés, 2012.

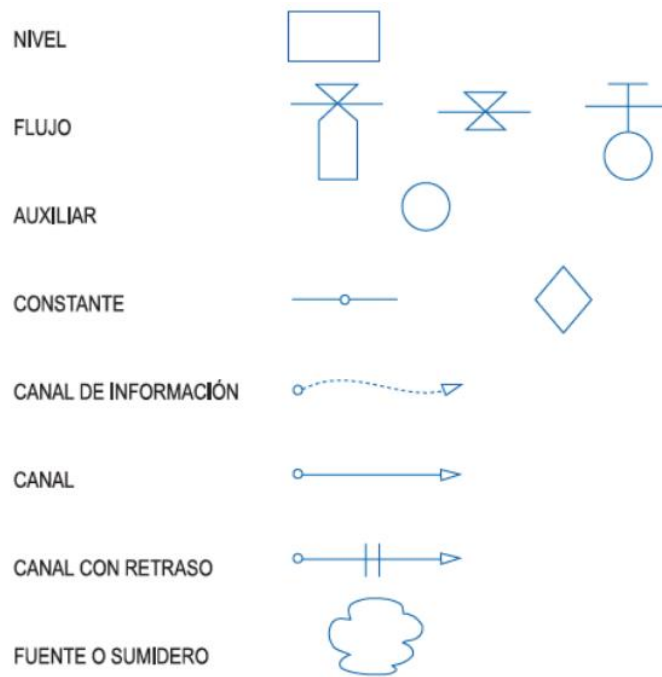


Figura 5. Otra simbología usada para construcción de Diagramas de Forrester.
Fuente: Adaptación del autor Ricardo Caballero.

2.2.6. Modelado y simulación basados en agentes.

Es un enfoque de modelado y simulación computacional que se basa en la representación de entidades autónomas llamadas "agentes" y sus interacciones en un entorno o contexto definido. Cada agente tiene la capacidad de percibir su entorno, tomar decisiones basadas en su programación y realizar acciones que afectan tanto al agente como a su entorno (Valdecasas, 2011).

2.2.7. Simulación de eventos discretos.

Este tipo de simulación es especialmente adecuada para modelar sistemas en los que los eventos son cruciales y ocurren de manera discreta en el tiempo. Esta técnica permite analizar el desempeño del sistema, identificar cuellos de botella, optimizar procesos y evaluar diferentes estrategias de operación. Además, es útil para la toma de decisiones basadas en el estudio del comportamiento del sistema bajo diversos escenarios (Wainer, 2018).

2.2.8. Simulación de Montecarlo.

Es una técnica que utiliza números aleatorios para modelar sistemas y evaluar riesgos. Se realiza mediante la repetición de experimentos y el análisis de resultados probabilísticos. Esta técnica se aplica en campos como la toma de decisiones, la gestión de proyectos y la evaluación de riesgos financieros para evaluar la

variabilidad y la incertidumbre en un sistema y tomar decisiones informadas (González, 2015).

2.2.9. Simulación de Sistemas Continuos.

Es un tipo de simulación que se utiliza para modelar sistemas cuyas variables cambian de manera continua en el tiempo. En lugar de eventos discretos, se centra en el análisis de sistemas en los que las variables evolucionan de manera continua. Esta técnica es especialmente útil en la modelización de sistemas físicos, procesos de ingeniería y fenómenos naturales, permitiendo una comprensión detallada de cómo cambian las variables a lo largo del tiempo y bajo diferentes condiciones (Kofman, 2017).

Para poder realizar una simulación se necesita utilizar un software que es un conjunto de programas, datos y procedimientos que permiten la ejecución de tareas específicas en una computadora o dispositivo electrónico. Es la parte no física o intangible de un sistema informático y cumple una variedad de funciones, desde la gestión de hardware hasta la ejecución de aplicaciones y la realización de tareas específicas.

Algunos softwares se describen a continuación:

2.2.10 Vensim Ple

Dormido y Morilla (2005): "Es una herramienta de modelización visual que ofrece la posibilidad de conceptualizar, documentar, simular, analizar y optimizar modelos de dinámica de sistemas. Esta plataforma brinda una manera práctica y adaptable de construir modelos de simulación utilizando diagramas de influencias y diagramas de Forrester" (p. 1).

2.2.11. Stella Architect.

Es un software de modelado y simulación de dinámica de sistemas. Ofrece una interfaz de usuario intuitiva, capacidad de modelado de sistemas complejos, herramientas de simulación y análisis, visualización de datos y recursos de modelos de referencia. Se utiliza para comprender y simular sistemas dinámicos en una variedad de aplicaciones (Software Shop, 2023).

2.2.12. AnyLogic.

Es un software de modelado y simulación versátil que combina tres paradigmas de modelado: simulación de eventos discretos, dinámica de sistemas y modelado basado en agentes. Ofrece una interfaz de usuario amigable y adecuada para usuarios de diferentes niveles de experiencia. Permite modelar sistemas complejos y analizar su comportamiento, explorar diferentes escenarios y realizar análisis de sensibilidad y optimización (Engineering, 2023).

2.2.14. Demanda

Según Hadmy (2012), la complejidad de los modelos de gestión de inventario se relaciona con si la demanda es determinística o probabilística, y en ambas situaciones, la demanda puede experimentar cambios a lo largo del tiempo o mantenerse constante.

En situaciones reales, el comportamiento de la demanda en un modelo de inventario puede encajar en una de cuatro categorías distintas.

- Determinístico y constante (estático) con el tiempo: Cuando el promedio mensual de la demanda (calculado a lo largo de varios años) se mantiene en gran medida constante y el coeficiente de variación (V) es relativamente bajo, es decir, por debajo del 20%, es posible tratar la demanda como constante y determinística.
- Determinístico y variable (dinámico) con el tiempo: Si el promedio mensual de la demanda experimenta cambios significativos de un mes a otro, pero el coeficiente de variación (V) se mantiene en niveles relativamente bajos en todos los meses, entonces es posible considerar la demanda como determinística pero sujeta a variabilidad.
- Probabilístico y estacionario a lo largo del tiempo: Si en la situación 1, el valor de V es elevado (alrededor del 20%), pero se mantiene en gran parte constante, entonces la demanda se clasifica como probabilística y estacionaria.
- Probabilístico y no estacionario a lo largo del tiempo; El caso restante es la demanda probabilística no estacionaria, la cual ocurre cuando los promedios y los coeficientes de variación varían apreciablemente mes con mes.

III. METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

3.1.1. Enfoque mixto

3.1.1.2. Cuantitativo

El enfoque cuantitativo se basa en un conjunto de procesos, los cuales deben ser probados de forma numérica (Hernández et al., 2010). En este estudio se obtuvo un enfoque cuantitativo, que utilizó información numérica, como el número de proveedores, ventas y pedidos, así como calcular indicadores clave de desempeño (KPI). Esto pudo obtener resultados precisos y adecuados.

3.1.1.3. Cualitativo

El enfoque cualitativo se basa en la recolección de datos sin el uso de datos numéricos, este tipo de investigación se usa para responder a preguntas de investigación (Hernández et al., 2010). Se usa el enfoque cualitativo en este estudio ya que se enfoca en recolectar información no numérica y se centra en el análisis interpretativo y lógico de los individuos y sociedades.

3.1.2. Tipo de Investigación

3.1.2.1. Descriptiva.

La investigación descriptiva caracteriza una situación, estas situaciones pueden ser actividades, procesos o personas, con esta investigación se puede identificar las relaciones que puede existir entre una o dos variables (Morales, 2012). Este tipo de investigación tiene como objetivo describir detalladamente la situación de la empresa en el ámbito de producción e inventarios, para poder identificar las deficiencias existentes y las limitaciones y recursos disponibles. De esta manera, se busca conocer de manera precisa la situación actual y poder realizar las mejoras necesarias para optimizar el sistema de almacenamiento.

3.1.2.2. Documental.

Se refiere a un conjunto de técnicas y procesos utilizados para buscar, procesar y almacenar información contenida en documentos. Además, se incluye la presentación clara y coherente de nueva información en un documento científico, el cual debe estar debidamente argumentado (Tancara, 1993).

La investigación realizada se enmarca en el tipo documental, ya que se recurrió a documentación técnica, como artículos científicos, libros y casos de estudio relacionados con el sistema de control de inventarios y el proceso de producción. A partir de esta información se pudo establecer las definiciones relevantes para el marco teórico y seleccionar las variables de estudio.

3.1.2.2. De campo.

La investigación de campo es la recopilación de campo, donde los datos obtenidos se recopilan fuera de un laboratorio, es decir los datos son obtenidos en ambientes no controlados (Cajal, s.f).

El uso de la investigación de campo resultó crucial para esta investigación, dado que la información más relevante se encuentra en el entorno real. Se aplicó entrevistas a los representantes de la organización, se realizaron observaciones internas de los procesos de producción. De esta manera, se obtuvo la información necesaria para su posterior análisis y toma de decisiones.

3.2. IDEA A DEFENDER

El Sistema de Control de Inventarios mejora los procesos de producción de la Microempresa "FOR YOU"

3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Tabla 1: Variable Independiente

Variable	Definición	Dimensiones	Indicadores	Técnica	Instrumento
Sistema de control de inventarios	Es la supervisión que toda grande o pequeña empresa debe tener sobre las existencias, incluyendo la compra, venta de bienes y productos terminados logrando perfeccionar los procesos de la entidad y brindar un mejor servicio al cliente.		Área destinada para el inventario	Entrevista	Guion de preguntas no estructuradas
		Organización de inventario	Número de productos organizados	Entrevista	Guion de preguntas no estructuradas
			Volumen de demanda de los productos.	Entrevista	Guion de preguntas no estructuradas
		Demanda	Porcentaje de productos de mayor rotación	Entrevista	Guion de preguntas no estructuradas
		Costos operacionales	Costos de Inventario	Entrevista	Guion de preguntas no estructuradas
	Calidad	Porcentaje de cumplimientos de requerimientos de calidad	Entrevista	Guion de preguntas no estructuradas	

Variable	Definición	Dimensiones	Indicadores	Técnica	Instrumento
			Porcentaje de desperdicios	Entrevista	Guion de preguntas no estructuradas
		Método EOQ	Cantidad de pedidos	Entrevista	Guion de preguntas no estructuradas

Tabla 2: Variable Dependiente.

Variable	Definición	Dimensiones	Indicadores	Técnica	Instrumento
Proceso de Producción	El proceso de producción es un conjunto de actividades que tiene el objetivo transformar las materias primas en productos elaborados en un determinado tiempo.	Entrada	Cantidad de la materia prima	Entrevista	Guion de preguntas no estructuradas
			Frecuencia de compra de materia prima	Entrevista	Guion de preguntas no estructuradas
			Número de proveedores	Entrevista	Guion de preguntas no estructuradas
			Actividades	Capacidad de producción	Entrevista
		Capacidad de maquinaria	Entrevista	Guion de preguntas no estructuradas	
		Tiempo de producción.	Entrevista	Guion de preguntas no estructuradas	
		Número de personal	Entrevista	Guion de preguntas no estructuradas	
		Número de hora de trabajo.	Entrevista	Guion de preguntas no estructuradas	

Variable	Definición	Dimensiones	Indicadores	Técnica	Instrumento
		Salida	Número de controles de calidad efectivos en el proceso.	Entrevista	Guía de preguntas semiestructuradas
			Tiempo utilizado en el proceso de los productos.	Entrevista	Guía de preguntas semiestructuradas
			Cantidad de producto final	Entrevista	Guía de preguntas semiestructuradas

3.4. MÉTODOS UTILIZADOS

3.4.1. Método Analítico

El método analítico es una técnica utilizada comúnmente en la investigación para descomponer un problema complejo en partes más pequeñas y manejables. Este método implica el desglose del problema en elementos o componentes más simples para su análisis y comprensión, lo que permite identificar las relaciones entre ellos y llegar a conclusiones más precisas y detalladas. Bernal (2006) define al método analítico "es un proceso cognoscitivo, que consiste en descomponer un objeto de estudio separando cada una de las partes en todo para estudiarlas en forma individual" (p. 56).

La importancia del método analítico en la investigación radica en que nos permite profundizar en el problema planteado y obtener información detallada y precisa. Esto es esencial en cualquier investigación, ya que nos ayuda a entender mejor las relaciones y conexiones entre los distintos aspectos del problema en cuestión. En resumen, el método analítico es una herramienta esencial para nuestra investigación que puede mejorar significativamente la calidad de los resultados obtenidos.

3.4.2. Técnicas e Instrumentos para la recolección de datos

3.4.2.1. Entrevista.

La entrevista es la técnica con la cual el investigador pretende obtener información de una forma oral y personalizada. Para García et al. (2006), "La información versará en torno a acontecimientos vividos y aspectos subjetivos de la persona tales como creencias, actitudes, opiniones o valores en relación con la situación que se está estudiando" (pág. 6).

Se llevó a cabo una entrevista con el propósito de analizar el sistema de control de y los procesos de producción de la empresa, utilizando un cuestionario que contenía preguntas semiestructuradas aplicadas al representante de For You. A partir de las respuestas obtenidas, se pudo realizar una interpretación que demostró información relevante para el uso de indicadores.

3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

No se utiliza el análisis estadístico, ya que no se emplean modelos estadísticos ni se realizaron encuestas para recolectar e interpretar datos en relación con la investigación.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

4.1.1 Diagnóstico del sistema de control de inventario y proceso de producción que utiliza actualmente la empresa.

En este capítulo se plasmará la información obtenida mediante una entrevista realizada al propietario de la empresa, así se podrá determinar la situación actual y sobre todo las diferentes problemáticas que esta lleva consigo hasta la actualidad, particularmente sobre cómo se maneja el control de inventarios y si este afecta al proceso de producción de la empresa FOR YOU. Toda la información recolectada servirá de mucha ayuda para buscar soluciones y mejorar todas las falencias que tiene la empresa.

4.1.1.1 Descripción de la empresa

Empresa FOR YOU, es una entidad con más de tres años de experiencia en el ámbito comercial. Inicialmente se dedicó a la elaboración de productos artesanales en su línea de detalles personalizados, luego se adentró a realizar productos elaborados para decoración de fiestas, siendo estos sus productos estrella actualmente. Su propietaria principal es la Señora Elina Vallejo, que junto con su esposo han podido mantener a la empresa y hacer conocer cada uno de sus productos a la ciudad entera y alrededores.

FOR YOU ha pasado por altos y bajos en estos años de existencia, debido a que en el 2020 sufrió un decrecimiento por culpa de la pandemia, estuvo a punto de irse a la quiebra, sin embargo, las redes sociales fueron de gran utilidad para que la empresa no desapareciera y pueda permanecer brindando sus productos al mercado, además de que sirvió para que los productos sean conocidos por más personas no solo de la ciudad de origen, si no de otras ciudades.

Las instalaciones físicas de la empresa se encuentran ubicadas en la Provincia del Carchi, Cantón Montúfar, ciudad de San Gabriel, en la Av. Atahualpa y Rumichaca, además cuenta con tienda online tanto en la red social de Facebook e Instagram.

4.1.1.2. Misión

Microempresa FOR YOU se dedicada a la comercialización de productos artesanales para fiestas de diversión, regalos personalizados, y demás, identificada por la calidad, seguridad y confiabilidad que se brinda a cada persona que se interese en los productos finales.

4.1.1.3. Visión

Ser una empresa líder nacionalmente e incrementar su línea de productos artesanales para convertirse en una empresa dinámica.

4.1.1.4. Política de servicio

Cumplir con la calidad del producto, entrega de cantidades, tiempo de entrega y satisfacción del cliente.

4.1.1.5. Posición de la empresa FOR YOU

FOR YOU es una empresa de pequeña escala, con un equipo de trabajo compuesto por 7 empleados que cumplen diferentes roles, tanto administrativos como de producción y almacenamiento. Por este motivo, la empresa es considerada como una microempresa. En términos empresariales, se encuentra en el nivel 2 de acuerdo con la figura 6, lo que significa que requiere supervisión para abordar los problemas existentes y obtener mejoras. La empresa se encuentra en esta posición debido al trabajo espontáneo que se realiza, lo que puede ocasionar errores en diferentes aspectos de la empresa, como en los inventarios, maquinaria, materiales, entre otros. A pesar de esto, siempre se busca encontrar soluciones y lograr un progreso constante.

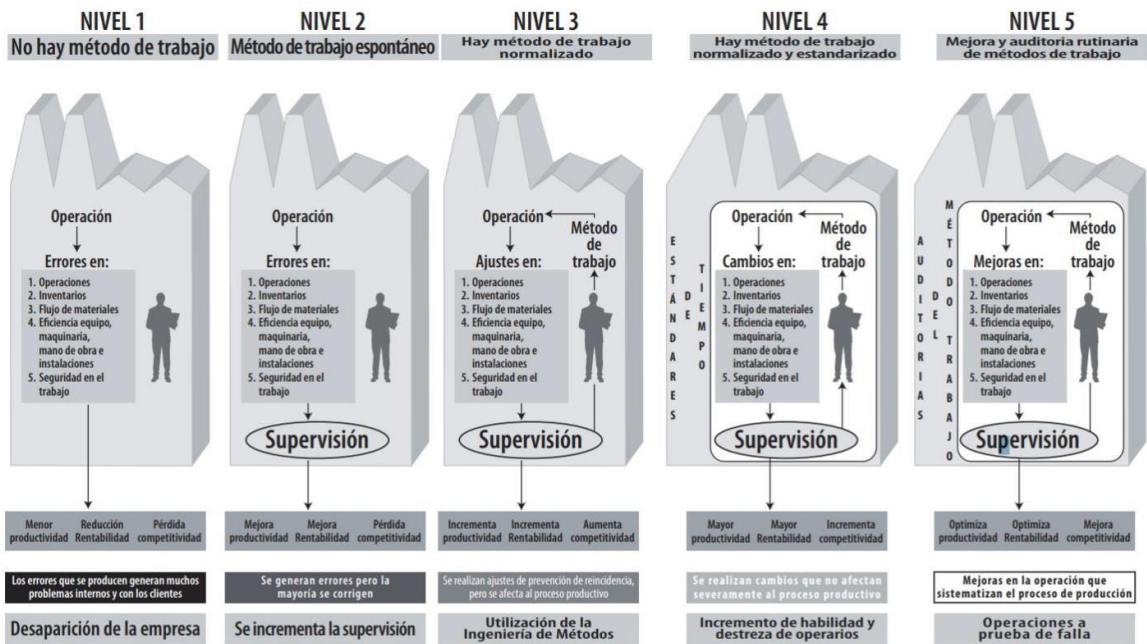


Figura 6. Posición de la empresa

Fuente: Tomado de "Estudio de trabajo propuesto por López Peralta, Alarcón Jiménez y Rocha Pérez"

4.1.1.6. Personal y rendimiento

La organización cuenta con un equipo de siete trabajadores asignados a diversas áreas, incluyendo una persona a cargo de la administración y otros encargados de la producción en el taller. Las horas laborales de los empleados varían según su rol en la empresa, pero todos trabajan seis días a la semana, comenzando a las 8:00 am. El organigrama de la entidad se presenta en la figura 7.

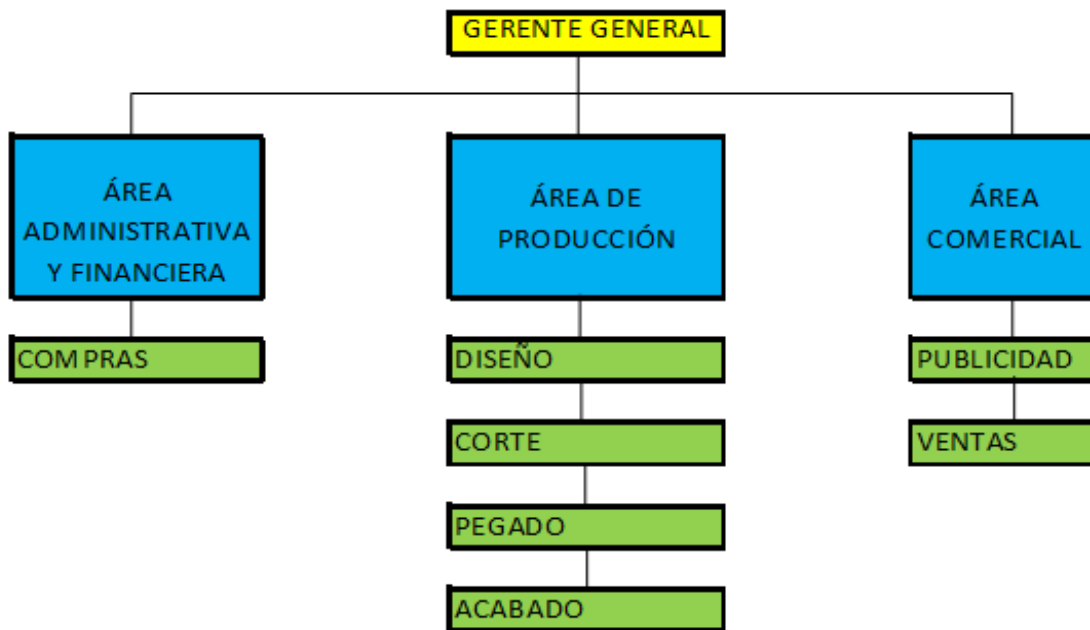


Figura 7. Organigrama de la empresa FOR YOU.

En la figura previa se puede observar los roles que cada trabajador desempeña en la organización. El gerente general es el encargado de supervisar todas las actividades de la empresa. En el área administrativa, la administradora lleva la contabilidad, gestiona los proveedores, compara precios y selecciona la mejor opción para la adquisición de materiales. En el área de producción, los trabajadores se encargan de realizar el proceso completo hasta la obtención del producto final, mientras que el encargado del área comercial realiza la publicidad en redes sociales y las entregas que se realizan de manera oportuna.

4.1.1.7. Proveedores

Es fundamental para cualquier empresa de producción identificar y clasificar a sus proveedores, a fin de adquirir materia prima de calidad y precios competitivos. A pesar de ello, en el caso de FOR YOU, no se ha llevado a cabo una evaluación de los proveedores, lo que ha llevado a la empresa a seguir trabajando con los mismos proveedores que se tuvo al inicio del desarrollo de la entidad.

Tabla 3. Proveedores de la empresa For You

Proveedores	Ciudad	Producto
Moto Adrenalina	San Gabriel	Cartón
Dilipa	Ibarra	papel ceda, siliconas, cintas, y papelería
Disarb	Ibarra	cajas de madera, cajas de cartón
Importadora román	Quito	globos, cortinas, velas, peluches
Novedades Stefany	Ibarra	cajas, juguetes, plásticos, papel regalo
Alejandro Iza	Ibarra	Confitería

La Tabla 3 muestra los proveedores que tienen un papel fundamental en la cadena de suministro de la empresa, ya que disponen de la materia prima necesaria para la producción de los productos finales. Por lo tanto, es importante que la empresa mantenga una buena relación con cada uno de ellos y evalúe constantemente su desempeño, para poder garantizar la calidad y el costo adecuado de los materiales suministrados.

4.1.1.8. Maquinaria y Equipos

La maquinaria y equipos de la microempresa son fundamentales para la elaboración de sus productos de fiestas. Entre ellos, destaca el plotter de impresión y corte, una herramienta muy importante que permite crear y cortar diferentes diseños en los materiales que se utilizan para la elaboración de los productos. Además de esta herramienta, la empresa cuenta con una impresora, cortadoras manuales, infladoras de globos, pistolas de silicona caliente y cúter. Cada uno de estos equipos tiene una función específica en el proceso productivo y es necesario que el personal encargado de operarlos tenga el conocimiento y la habilidad necesaria para su correcto uso.

4.1.1.9. Portafolio de productos de la empresa

La elaboración de un portafolio de productos es una práctica común en el mundo empresarial, y For You no es la excepción. En este sentido, la empresa cuenta con un catálogo que presenta todos los productos que ofrece al cliente, los cuales abarcan desde artículos de decoración hasta detalles para obsequiar en diferentes ocasiones. Dentro del portafolio de productos se pueden encontrar artículos básicos como guirnaldas, globos de diferentes tamaños y diseños, cajas de regalo, etiquetas

personalizadas, centros de mesa, entre otros. Además, la empresa también ofrece la opción de personalizar los productos con mensajes, nombres o imágenes específicas, lo que hace que la oferta sea aún más atractiva para los clientes que buscan algo único y personalizado. En la Tabla 4 se detalla los productos que más relevan a la empresa.

Tabla 4. Productos de la empresa For You.

Piñatas	Ollas encantadas	Gorros	Letras y números	Accesorios para fiesta	Detalles
Básica	Tradicional	Cartón	Cartón	Coronas Cartón	Fomi
Personalizada	Disecadas	Fomi Sombrero	Fomi 3D	Corinas Fomi Corbatas Cartón Corbatas Fomi Dibujos personalizados en fomi Fundas personalizadas Fundas personalizadas en fomi Cuadro de fotos	Madera Globos personalizados Cajas personalizadas Peluches Detalles con frutas en papel Kraft Detalles con flores Detalles mixtos

4.1.1.10. Producto caso de estudio

La piñata artesanal es un producto estrella de la empresa, y es por ello que en este estudio se centra en analizar este producto en particular. En la figura 3 se puede observar una lista detallada de los materiales necesarios para la fabricación de la piñata artesanal, utilizando la estrategia de fabricación ATO (ensamblaje bajo pedido). Se han incluido diferentes opciones de personalización para los clientes, con el fin de ofrecer un producto único y atractivo. Esta estrategia de fabricación permite a la empresa ajustar la producción de la piñata de acuerdo con las

demandas y necesidades del cliente, lo que resulta en una mayor satisfacción del cliente y una mayor eficiencia en la producción.

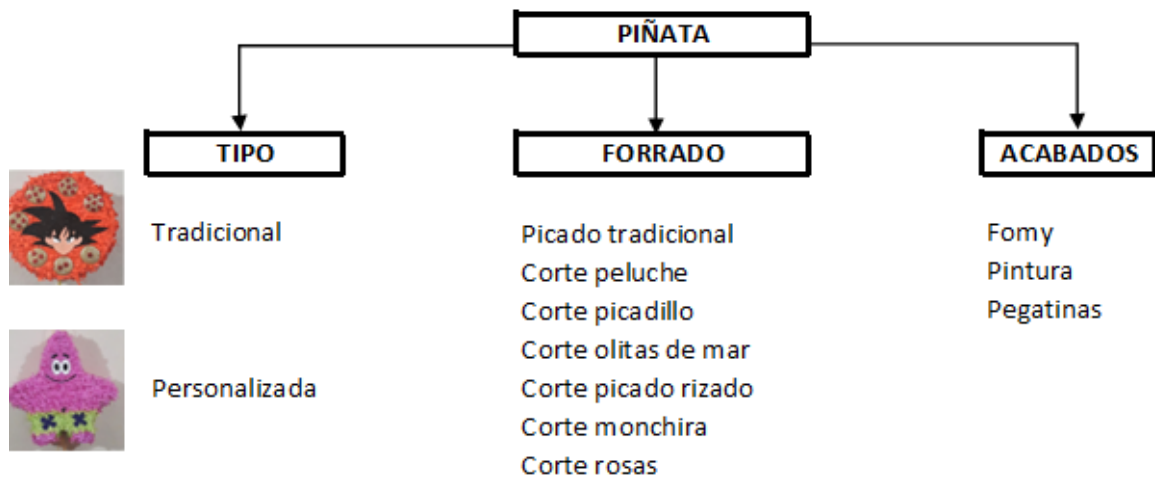


Figura 8. Diferentes opciones de elaboración del producto.

4.1.1.11. Diagnóstico del sistema de control de inventario

Para poder conocer el sistema de control de inventario de la empresa For You, se realizó un análisis exhaustivo a través de la observación directa y una entrevista con la persona encargada de la administración, tal y como se detalla en el anexo 3. Como resultado de este proceso, se reducirá que la empresa cuenta con un sistema de inventario que no está sistematizado, es decir, que no utiliza tecnología para llevar a cabo un control adecuado de sus existencias. En este sentido, se puede observar que la entidad lleva un registro manual de las entradas y salidas en diversas libretas que se almacenan en la empresa. Esta falta de sistematización puede generar problemas en el control del inventario y en la toma de decisiones, lo que puede afectar la eficiencia y rentabilidad de la empresa.

4.1.1.12. Área destinada para el inventario y productos organizados

Además del local, la microempresa cuenta con un espacio adicional de 2*2 m² en la parte trasera del local que es la bodega, donde almacenan los productos terminados que se encuentran en espera de ser entregados a los clientes. Este espacio se utiliza especialmente para los pedidos personalizados y las entregas programadas. En cuanto a la organización del inventario, se pudo observar que los productos no tienen una ubicación fija y clara en la bodega y en el local, lo que

dificulta el control y la gestión de inventario. También se detectó que no se realizó un registro adecuado de la fecha de entrada y salida de los productos, lo que puede generar confusiones y errores en el control de inventario.

Además, la entidad no cuenta con un sistema de alerta para la reposición de inventario, lo que puede generar problemas en la producción y en la satisfacción del cliente al no tener los productos disponibles. Es por esto por lo que es recomendable que la microempresa implemente un sistema de control de inventario automatizado para mejorar la gestión del inventario y garantizar el éxito de su negocio.



Figura 9. Bodega.



Figura 10. Local Comercial.

4.1.1.13. Criterios para organizar el inventario y conservar los productos

Se deben tomar en cuenta algunos aspectos importantes para organizar el inventario y conservar los productos en buen estado. Uno de ellos es la rotación de inventario, lo que significa que los productos más antiguos deben ser vendidos

primero para evitar que se caduquen o se deterioren. También se debe tener en cuenta la temperatura y la humedad del espacio de almacenamiento, ya que algunos productos pueden ser sensibles a estos factores, por lo que es importante mantenerlos en un ambiente adecuado.

Otro criterio relevante es la separación de los productos según su tipo y tamaño para facilitar la ubicación y el acceso a los mismos, y para evitar posibles daños. Además, se debe llevar a cabo un registro actualizado del inventario para conocer en todo momento la cantidad de productos disponibles y poder realizar pedidos de materiales o productos faltantes a tiempo.

Por último, es importante que el personal encargado del inventario tenga una capacitación adecuada para manejar los productos y las herramientas necesarias para la conservación de estos. De esta manera, se asegura que los productos se encuentren siempre en buenas condiciones y se eviten posibles pérdidas o desperdicios que podrían afectar la rentabilidad de la microempresa.



Figura 11. Piñatería.



Figura 12. Artículos de fiesta.



Figura 13. Detalles personalizados.

4.1.1.14. Diagnóstico del proceso productivo

Cada uno de los procesos que conforman el sistema de producción de FOR YOU es fundamental para asegurar la calidad de los productos finales. En el proceso de adquisición y almacenamiento de la materia prima se toman en cuenta los proveedores con los que cuenta la empresa y su capacidad de suministro de los materiales en tiempo y forma. Luego, en el proceso de elección de material, se selecciona cuidadosamente el tipo de material que se va a utilizar para cada producto, considerando factores como la resistencia, la durabilidad, el costo y la estética. En el proceso de selección por tamaño y calidad del material, se verifica que el material cumple con las especificaciones necesarias para su uso, descartando aquellos que no cumplen con los estándares de calidad establecidos.

En el proceso de corte y pegado del material, se utilizan herramientas y maquinaria especializada para asegurar la precisión y calidad en cada producto. Cada pieza es cortada con precisión y luego pegada cuidadosamente para evitar cualquier tipo de desperfecto o deformidad. Finalmente, en el proceso de almacenamiento de producto terminado, se toman medidas para evitar daños físicos a los productos, como el aplastamiento, la deformación o el desgaste, garantizando que los productos lleguen a manos del cliente en las mejores condiciones.

Cada uno de estos procesos es esencial para garantizar la calidad de los productos y mantener la satisfacción de los clientes. De esta manera, el sistema de producción de FOR YOU se enfoca en ofrecer productos de alta calidad, elaborados con dedicación y cuidado en cada uno de los pasos del proceso de producción. El proceso completo del sistema de producción del producto a estudiarse se detalla en la figura 14.

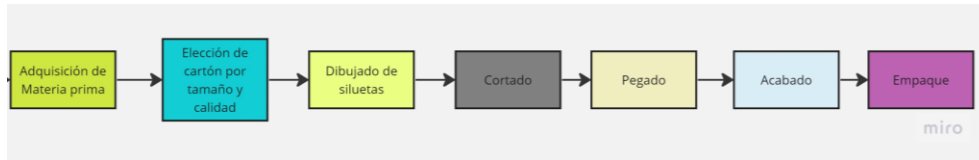


Figura 14. Proceso de producción de piñatería.

La producción se realiza dependiendo de la personalización de los productos que hacen los clientes, es por este motivo que se realiza a diario productos con diferentes temáticas, sin embargo, existe ocasiones donde el consumidor final pide un producto personalizado y es ahí cuando se programa la producción según las cantidades solicitadas, la materia prima utilizada en mayores cantidades es el cartón, diferente tipo de papel ceda o crepé y el fomi, para esto la empresa cuenta con proveedores que le garantizan materia prima de alta calidad.

En la actualidad, la empresa suministra su producto dos clientes que se encuentran en dos ciudades cercanas a su planta de producción. Estos clientes tienen la flexibilidad de solicitar tanto grandes como pequeñas cantidades.

La empresa tiene una capacidad de diseñar 5 piñatas básicas y 2 personalizadas, es decir 7 unidades por semana, durante el proceso de producción se ha identificado que el 16% de material se desperdicia debido a las diferentes operaciones a las cuales es sometido el material como son: cortado de cartón 1 %, desperdicio de selección por tamaño y calidad del cartón 5%, desperdicio pegado 1%, acabados en fomi 8 % y desperdicio en empaque 1 %. Tras los desperdicios generados la materia prima necesaria para producir una unidad es 3560 cm de cartón y 2100 cm de fomi aproximadamente.

Para el pronóstico de la demanda cuenta con información histórica de los últimos 6 meses del año 2022, los cuales se muestran en la siguiente tabla con una media de 8 unidades y desviación estándar de 3 unidades.

Tabla 5. Histórico demanda producto piñata

Mes	Semanas	Demanda Histórica en unidad
Julio	Semana 1	8
	Semana 2	5
	Semana 3	6

	Semana 4	14
	Semana 5	6
Agosto	Semana 6	5
	Semana 7	8
	Semana 8	11
Septiembre	Semana 9	8
	Semana 10	6
	Semana 11	7
	Semana 12	13
	Semana 13	7
Octubre	Semana 14	6
	Semana 15	8
	Semana 16	12
	Semana 17	5
Noviembre	Semana 18	6
	Semana 19	7
	Semana 20	11
	Semana 21	6
Diciembre	Semana 22	5
	Semana 23	8
	Semana 24	9
Media		8
Desv. Típica		3

El tiempo perdido debido a actividades de mantenimiento y preparación representa el 18% del tiempo total, mientras que el tiempo perdido por ajustes y configuraciones representa el 9%. Por otro lado, el porcentaje de retrasos causados por daños tiene un promedio del 4% con una desviación estándar del 1%.

Los intervalos de espera y transferencia tienen una duración de 0,12 horas por unidad. El tiempo requerido para la preparación es de 0,07 horas por unidad. En cuanto al tiempo de operación, tiene un promedio de 7 horas por unidad y una desviación estándar de 1,22 horas por unidad.

El proceso consta de 2 puestos de trabajo, que incluyen la selección del cartón, el corte y el acabado. La jornada laboral es de 8 horas al día. La programación de los pedidos se realiza de lunes a viernes. En caso de que exista una diferencia positiva entre la producción requerida y la capacidad real de producción, se determinará la necesidad de trabajar horas extras.

El costo unitario promedio de la materia prima de una piñata es de 4 dólares, este precio puede variar según la personalización del producto. El costo de realizar un pedido equivale al 5% del costo de adquisición de la materia prima, lo que en promedio representa \$0.6 por pedido. Los costos de almacenamiento engloban los gastos asociados a la infraestructura, operación, gestión y mantenimiento del inventario de materia prima, y se estipulan en un 0.2% por unidad del inventario de materia prima. El aprovisionamiento se realiza semanalmente, asegurando un suministro regular de materia prima.

La empresa tiene como objetivo establecer una cantidad de pedido fija que sea económicamente eficiente y permitir realizar pedidos adecuados dentro de un horizonte de tiempo específico. Esto ayudará a minimizar los costos de inventario. Para lograrlo, se propone utilizar la simulación con dinámica de sistemas. Durante un período de tres meses, a nivel semanal, se observará el comportamiento del sistema utilizando el modelo. Al finalizar, se determinarán la cantidad económica de pedido, el número de pedidos, el nivel de stock de materia prima y producto terminado por período, la producción requerida y los costos mínimos de almacenamiento y pedidos.

4.1.2. Propuesta de un modelo de simulación por dinámica de sistemas para el control de inventarios y mejora del proceso de producción para la microempresa "For You".

En primer lugar, se debe escoger el tipo de simulación más adecuado y el software que se utilizará luego recopilar toda la información relevante sobre el sistema de inventario y producción de la empresa, incluyendo datos sobre la demanda, el tiempo de entrega de los proveedores, los tiempos de producción y los niveles de inventario actuales. Luego, se deben identificar las variables clave del sistema y su relación entre sí.

Una vez que se cuenta con la información, se procede a construir el modelo de simulación utilizando software especializado (Vensim Ple), después de construir el modelo, se deben realizar diferentes simulaciones para evaluar su desempeño y determinar la mejor política de inventario y producción para la empresa. Se pueden utilizar diferentes escenarios para evaluar el impacto de cambios en la demanda, en los tiempos de entrega de los proveedores o en los tiempos de producción, entre otros.

Finalmente, se debe implementar la política de inventario y producción recomendada por el modelo y monitorear su desempeño en el tiempo. En caso de ser necesario, se pueden realizar ajustes al modelo para mejorar su precisión y eficacia en la toma de decisiones.

4.1.2.1. Tipos de Simulación

La simulación es una técnica que se utiliza para imitar el comportamiento de un sistema o proceso en un entorno controlado o virtual. Hay varios tipos de simulación, cada uno diseñado para abordar diferentes tipos de sistemas y objetivos. A continuación, en la Tabla 6 se presentan algunos de los tipos más comunes de simulación:

Tabla 6: Tipos de simulación

Modelado y simulación basados en agentes	Simulación de eventos discretos	Simulación de dinámica de sistemas	Simulación de Montecarlo / Análisis de riesgos	Simulación de sistemas continuos
Se centra en modelar entidades autónomas (agentes) y su interacción en un entorno.	Se usa para modelar sistemas donde los eventos ocurren en momentos discretos.	Se enfoca en estudiar cómo las variables y componentes de un sistema interactúan entre sí y cómo esos efectos se propagan a lo largo de un horizonte temporal.	Utilizado para modelar sistemas estocásticos y realizar análisis de riesgo.	Utilizado para modelar sistemas con variables que cambian continuamente en el tiempo.
Software: NetLogo, Repast, AnyLogic, GAMA.	Software: Arena, Simul8, AnyLogic, ExtendSim.	Software: Stella Architect, Vensim AnyLogic, iThink, System Dynamics World	Software: @Risk, Crystal Ball, Palisade DecisionTools Suite.	Software: MATLAB/Simulink, Dymola, COMSOL Multifísica.

Para seleccionar la simulación más adecuada, se realiza una evaluación considerando varios factores. Luego, se asigna una puntuación del 0 al 2 a cada tipo de simulación, en donde 0 es malo, 1 es bueno y 2 muy bueno, según la medida en que se beneficie de cada factor. La suma total de las evaluaciones de los factores evaluados determina cuál es el tipo de simulación más idóneo para llevar a cabo el trabajo de titulación.

Se consideran 6 factores que inciden en la selección de un tipo de simulación:

- **Disponibilidad de datos y recursos:** Algunos tipos de simulación pueden requerir datos detallados y precisos, mientras que otros pueden funcionar con datos más limitados. Además, evalúa los recursos disponibles, como tiempo, presupuesto y habilidades necesarias para desarrollar y ejecutar la simulación.
- **Complejidad del sistema:** La complejidad del sistema que se desea modelar es un factor importante. Sistemas altamente complejos pueden requerir

enfoques de simulación más avanzados y detallados, mientras que sistemas menos complejos pueden ser abordados con simulaciones más simples.

- **Flexibilidad y escenarios a modelar:** La flexibilidad es necesaria en simulación. Algunos tipos de simulación son más flexibles y adaptables para explorar diferentes situaciones, mientras que otros pueden ser más rígidos.
- **Costos y presupuesto:** se debe considerar los costos asociados con la elección del tipo de simulación. Algunos tipos de simulación pueden ser más costosos en términos de hardware, software, recursos humanos y otros gastos relacionados.
- **Aplicación específica:** Algunos tipos de simulación son más adecuados para ciertos campos, como la simulación de procesos industriales, la simulación médica o la simulación financiera.
- **Evaluación de resultados:** Algunos tipos de simulación pueden proporcionar resultados más accesibles y fáciles de interpretar que otros.

En la tabla 7 se muestra el tipo de simulación calificados por diferentes factores.

Tabla 7: Análisis de tipos de simulación

Factor	Modelado y simulación basados en agentes	Simulación de eventos discretos	Simulación de dinámica de sistemas	Simulación de Montecarlo / Análisis de riesgos	Simulación de sistemas continuos
Disponibilidad de datos y recursos	1	2	2	1	1
Complejidad del sistema	1	2	2	2	2
Flexibilidad y escenarios a modelar	2	2	2	2	2
Costos y presupuesto	1	1	2	1	1
Aplicación específica:	1	2	2	0	0
Evaluación de resultados	2	2	2	1	2
Sumatoria	8	11	12	7	8

Después de hacer el análisis por puntuación se opta por la simulación por dinámica de sistemas debido a que es una metodología de modelado y simulación que se utiliza para entender y analizar sistemas complejos a lo largo del tiempo. Esta disciplina se enfoca en estudiar cómo las variables y componentes de un sistema interactúan entre sí y cómo esos efectos se propagan a lo largo de un horizonte temporal. El objetivo principal de la dinámica de sistemas es proporcionar una visión holística de cómo funcionan los sistemas, cómo pueden mejorarse y cómo se pueden prever sus resultados en diferentes escenarios.

Los sistemas de inventario pueden ser muy complejos, con numerosas variables que interactúan entre sí. La dinámica de sistemas permite modelar estas interacciones de manera holística, teniendo en cuenta la dinámica temporal y las retroalimentaciones, además permite simular y analizar diferentes políticas y estrategias de control de inventario en un entorno virtual antes de implementarlas en la vida real. Esto puede ayudar a tomar decisiones informadas y optimizar el rendimiento del inventario, además que los softwares pueden ser muy accesibles para la realización de la simulación.

A diferencia de los otros tipos de simulación que pueden ser una herramienta muy útil, pero su elección en el control de inventarios dependerá de la complejidad del sistema, los recursos disponibles y la necesidad de modelar interacciones de agentes específicos.

En la tabla 8 se muestran los tipos de software que se utiliza para la dinámica de sistemas:

Tabla 8: Tipos de Software para Dinámica de Sistemas.

Software	Descripción
Stella Architect:	Una herramienta especializada en dinámica de sistemas que permite crear modelos con facilidad y explorar su comportamiento.
Vensim:	Una plataforma popular para la creación de modelos de sistemas dinámicos con una interfaz gráfica intuitiva.
AnyLogic	Aunque AnyLogic es conocido por la simulación basada en agentes, también permite la simulación de sistemas dinámicos.
iThink:	Un software de modelado y simulación de dinámica de sistemas utilizado en una variedad de campos, incluida la gestión y la toma de decisiones.

Para poder escoger el software adecuado también se realiza un análisis de puntuación en donde 0 es malo, 1 bueno y 2 muy bueno, y se considerarán diferentes factores para esta puntuación.

Se consideran 6 factores importantes para la selección del software:

- **Facilidad de uso:** El software debe tener una interfaz de usuario intuitiva que permita a los usuarios crear y modificar modelos de manera eficiente. La

curva de aprendizaje debe ser manejable para que los usuarios puedan comenzar a trabajar rápidamente.

- **Capacidad de modelado:** El software debe ser capaz de modelar sistemas dinámicos complejos, permitiendo la representación de variables, relaciones y realimentaciones de manera efectiva. Debe ser lo suficientemente flexible como para modelar una amplia variedad de sistemas.
- **Herramientas de simulación y análisis:** El software debe ofrecer capacidades de simulación que permitan a los usuarios ejecutar y analizar modelos con facilidad. Debe admitir análisis de sensibilidad, optimización y exploración de escenarios.
- **Gráficos y visualización:** La capacidad de crear gráficos y visualizaciones efectivas es esencial para comprender el comportamiento del sistema. El software debe permitir la representación gráfica de datos y resultados.
- **Bibliotecas de modelos y recursos:** Algunos programas de dinámica de sistemas ofrecen bibliotecas de modelos y recursos que los usuarios pueden utilizar como punto de partida o referencia para abordar problemas específicos.
- **Costo:** El costo del software es un factor importante. Se debe considerar el presupuesto y asegurarse de que el software esté dentro de las posibilidades.

Factor	Stella Architect:	Vensim:	AnyLogic	iThink:
Facilidad de uso:	1	2	2	2
Capacidad de modelado:	2	2	2	1
Herramientas de simulación y análisis:	2	2	2	2
Gráficos y visualización:	2	2	2	2
Bibliotecas de modelos y recursos:	2	2	2	2
Costo:	1	2	1	1
Sumatoria	10	12	11	10

En este caso se elige el software Vensim porque ofrece una interfaz de usuario intuitiva que facilita la creación de modelos de sistemas dinámicos, lo que lo hace accesible para aquellos que no tienen una formación técnica avanzada en programación o modelado, también permite a los usuarios ejecutar simulaciones y realizar análisis de sensibilidad, lo que ayuda a comprender cómo diferentes variables afectan el comportamiento del sistema con el tiempo.

Una característica importante de Vensim es que ofrece una biblioteca de modelos y recursos disponibles que los usuarios pueden utilizar como punto de partida o referencia para abordar problemas específicos, y por último Vensim ofrece diferentes versiones del software, desde las más básicas hasta las más avanzadas, lo que permite a los usuarios seleccionar la que mejor se adapta a sus necesidades y presupuesto.

4.1.2.2. Modelo de simulación

Con el objetivo de crear un modelo de simulación coherente, se pretende establecer una secuencia lógica que relacione las variables relevantes involucradas en el proceso, y cómo estas variables interactúan entre sí. El modelo para desarrollar para este estudio contempla tanto la previsión de la demanda del producto como la entrega final al cliente, abarcando todo el sistema de producción e inventario. La Figura 10 ilustra el ciclo genérico del sistema de producción e inventario que se ha desarrollado para esta investigación.

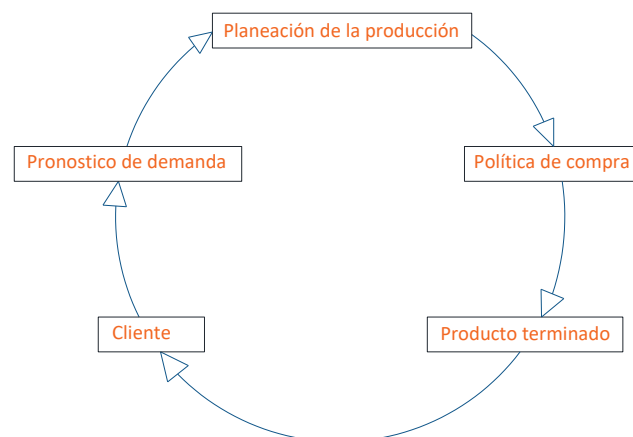


Figura 15. Ciclo genérico del sistema de producción e inventario.
Fuente: Adaptación de los autores Sipper y Blfin, 1998.

El desarrollo del modelo se ha estructurado en tres fases: pedidos, planificación de la producción y compras. En la fase de pedidos, se reciben las solicitudes de productos en función de la demanda y la capacidad de producción. A partir de esto, se realiza la planificación de la producción del artículo solicitado, teniendo en cuenta los recursos necesarios, como personal, materias primas, tiempo de producción y maquinaria, entre otros aspectos. Luego, se procede a la fase de compra de materiales, en la cual se determina el volumen de compra considerando

las variables relevantes. También se establecen las políticas de inventario para materiales y productos terminados.

Para trabajar con el modelo de simulación se seguirá los modelos de inventarios propuestos por Ochoa y Tovia (2007), debido a que proponen costos de almacenamiento y de pedir, así como el costo total, por lo cual en el modelo de simulación se incorporará estos datos, más variables relacionadas con el sistema de producción en la microempresa artesanal For You.

En los siguientes párrafos, se presentarán las variables más relevantes del modelo de simulación que intervienen en las fases de pedidos, planificación de la producción y compras:

Pedidos

Para satisfacer la demanda de los clientes, es necesario que la empresa maneje previsiones adecuadas de la misma, para lo cual se debe tener en cuenta el comportamiento de los pedidos en un horizonte de tiempo determinado. Con base en los datos históricos de ventas de los productos, es posible hacer estimaciones mediante distribuciones estadísticas y software de simulación.

En la fase de pedidos del modelo de simulación, se deben considerar diversas variables importantes, tales como:

- Demanda: Se refiere al número de unidades de producto solicitadas en un periodo específico y está relacionada con el grado de aceptación del producto en el mercado.
- Número de clientes: Se refiere al número de clientes que adquieren un producto en un período de tiempo específico.
- Periodo: Se define como el intervalo de tiempo entre pedidos.

Producción

La producción implica la conversión de insumos en la producción de bienes, se busca satisfacer las necesidades, requerimientos y expectativas de los clientes de manera eficiente y competitiva. En esta etapa, es importante tener en cuenta las siguientes variables:

- **Capacidad Real de Producción:** Es la cantidad de trabajo real expresada en unidades que una máquina o un puesto de trabajo puede llevar a cabo en un tiempo determinado.
- **Stock de Productos Terminados:** Es la cantidad de productos terminados que se almacenan físicamente durante un período específico.
- **Número de Puestos de Trabajo:** Son las áreas o estaciones de trabajo involucradas en la fabricación y/o transformación de los productos.
- **Número de Trabajadores:** es la cantidad de personas que realizan el proceso de producción.
- **Tiempo Laboral:** Es el número de horas utilizadas en la jornada de trabajo. Si la producción lo requiere, la jornada laboral puede extenderse mediante horas extras.
- **Tiempo de Producción:** Es el tiempo requerido para llevar a cabo una o varias operaciones de un pedido, medido en horas/hombre (H/H) o horas/máquina (H/M). El tiempo de producción se divide en espera, preparación, operación y transferencia.
- **Materia Prima Utilizada:** Es la cantidad de materia prima necesaria para la producción de los productos requeridos por la demanda.
- **Producción Requerida:** Es la cantidad de productos terminados que la empresa debe fabricar para satisfacer la demanda durante un período determinado, cumpliendo con la política de inventario establecida por la empresa.

Compras

En este apartado se quiere adquirir los componentes necesarios para la producción, tales como todo tipo de insumos, para poder fabricar los productos finales en la fase de pedidos. Las variables que se necesitan en esta etapa son:

- **Tiempo de aprovisionamiento:** Este tiempo pasa entre la realización del pedido al distribuidor y la entrega de este a la entidad.
- **Stock de materia prima:** Es la cantidad de unidades disponibles en un periodo específico y en un lugar determinado.

- Política de inventario de materia prima: Es elemental en este periodo y el modelo de inventario utilizado por la empresa para la adquisición de materia prima.

En la aplicación del modelo explicado previamente, se utilizará la estrategia de gestión de inventario por cantidad económica de pedido. Esta estrategia se enfoca en minimizar la cantidad total de inventario, escasez de productos, y los costos de almacenamiento y de realizar pedidos. Se consideran factores como la demanda, el costo unitario de la materia prima, el punto de pedido, los costos de almacenamiento y los costos de pedidos, así como los desperdicios de materia prima.

4.1.2.3. Variaciones principales entre el modelo original y el propuesto

En este trabajo se ha utilizado el modelo realizado por Ochoa y Tovia (2007), basado en el sistema de inventarios EOQ para un sistema de producción e inventario. Los autores mencionados anteriormente realizan un estudio sobre el comportamiento de los inventarios en la cadena de suministro.

El caso mencionado anteriormente se enfoca en situaciones específicas, lo que implica que para el caso que se aborda en este trabajo, es necesario considerar algunas variables adicionales relacionadas con los costos de almacenamiento y pedido por período, así como el costo total y el comportamiento del sistema al incorporar el pedido de materia prima.

El caso anteriormente se enfoca en situaciones particulares, lo cual implica que para el caso que se desea abordar en este trabajo, faltan considerar algunas variables relacionadas con los costos de almacenamiento y pedido por período, así como el costo total y el comportamiento del sistema al incorporar el pedido de materia prima. Esto es especialmente relevante para la empresa en cuestión.

El modelo propuesto se centra en la minimización del costo total de los inventarios y los pedidos de materiales para la empresa. Además, se lleva a cabo un análisis de sensibilidad a través de comparaciones de los costos y pedidos de materia prima, lo que permite reducir los inventarios y establecer una cantidad económica de pedido (EOQ), optimizando así los pedidos y minimizando los costos a lo largo de un horizonte

de tiempo determinado, teniendo como resultado una mejora en el proceso de producción.

4.1.2.4. Listado de variables consideradas

Cuando el modelo y las variables más significativas han sido definidos y explicados, se procede a clasificar las variables en tres categorías según su función en el modelo: variables de nivel, variables de flujo y variables auxiliares. A continuación, se describen estas variables en detalle, las variables que están en negritas son aquellas que se debieron incrementar para el desarrollo del modelo:

Variables de Nivel

- Stock inicial de productos terminados
- Stock inicial de materia prima

Variables de Flujo

- Producción requerida
- **Pedido**

Variables Auxiliares

- **Demanda Esperada**
- **EOQ**
- Tiempo de Producción Unidad
- Tiempo de Operación
- Capacidad Real de Producción
- Tiempo Laboral
- Horas Extras
- **Materia Prima a Utilizar**
- Desperdicio de Materia Prima
- Materia Prima Requerida por Unidad
- Discrepancia
- Capacidad de Diseño
- % Tiempo de Mantenimiento Preventivo
- % Demoras por Daños
- % Tiempo de Preparación y Ajuste

- Número de Puestos de Trabajo
- Número de Trabajadores
- Turno
- Tiempo De Transferencia
- Tiempo De Preparación
- Tiempo De Espera
- Inventario de Seguridad Productos Terminados
- Inventario de Seguridad Materia Prima
- Corrección de Inventario
- Demanda Materia Prima Promedio
- Plazo de aprovisionamiento
- **Punto de pedido**
- **Costo materia prima unitario**
- **Costo de Pedido unitario**
- **Costos Almacenamiento unitario**
- **Costo de pedir por periodo**
- **Costo de almacenamiento por periodo**
- **Costo Total**
- **Desperdicio en cortado**
- **Desperdicio selección por tamaño y calidad del cartón**
- **Desperdicio pegado**
- **Desperdicio acabado**
- **Desperdicio en empaque**

4.1.2.5. Diagrama Causal

El diagrama Causal muestra tanto los bucles positivos como negativos que influyen en el comportamiento del sistema analizado en este problema. En este caso, se identifica que el sistema es de naturaleza hiperestable debido a la presencia de múltiples bucles negativos. Se destaca que las variables relacionadas con los niveles de inventario desempeñan un papel crucial en la estabilización del sistema.

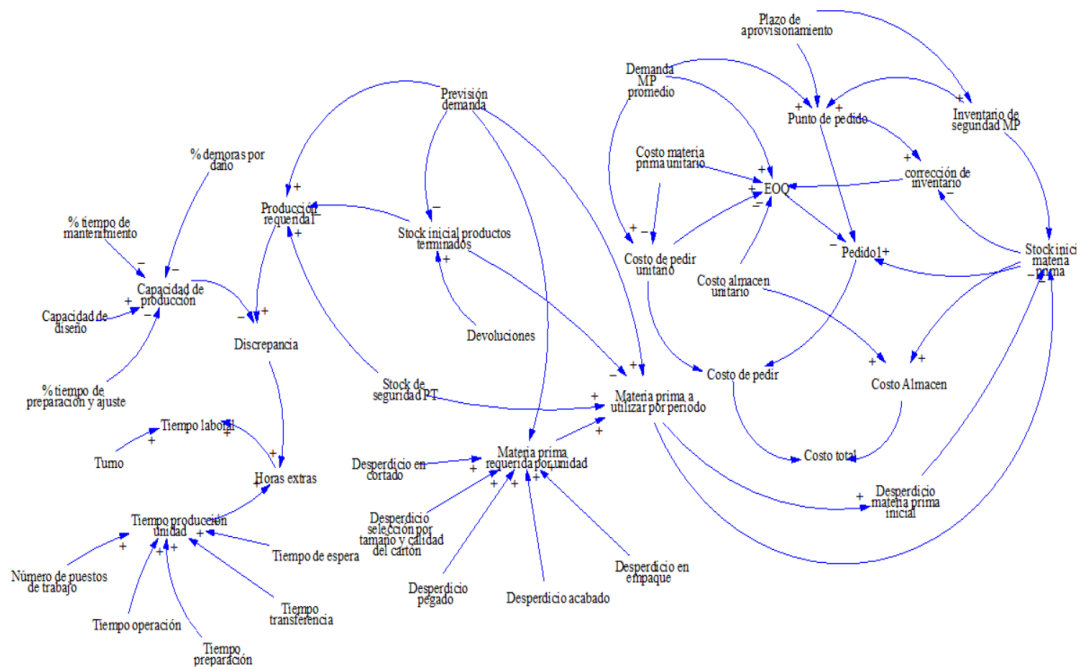


Figura 1. Diagrama Causal

4.1.2.6. Diagrama de Forrester del modelo.

La representación del diagrama causal se convierte en una técnica que facilita la escritura de ecuaciones en el ordenador. Durante este proceso, se muestran las variables de nivel (estado), variables de flujo y variables auxiliares. El resultado es un modelo que incluye varias ecuaciones matemáticas para poder llegar a la simulación del comportamiento del sistema. En la Figura 16 se visualiza el diagrama de flujo utilizando Vensim, una herramienta utilizada para esta representación.

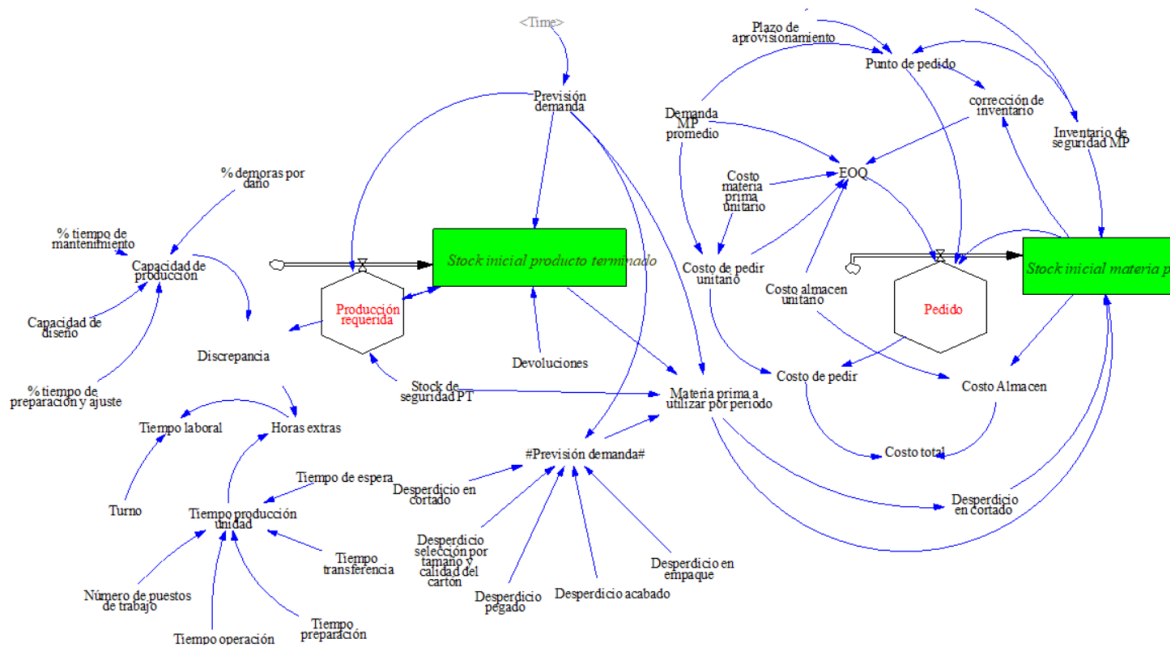


Figura 16. Diagrama de Forrester.

4.1.2.7. Descripción de ecuaciones incluidas

En esta sección se detallan las ecuaciones que modelan el comportamiento del sistema, así como las condiciones y variables que influyen en ellas. Las ecuaciones resultantes, generadas mediante el software VENSIM, se presentan en el anexo 4 para su referencia.

Variables De Nivel

- STOCK INICIAL DE PRODUCTOS TERMINADOS = Producción requerida - demanda esperada + devoluciones en venta
- STOCK INICIAL DE MATERIA PRIMA = Pedido - materia prima a utilizar - desperdicios materia prima - inv seguridad materia prima.

Variables De Flujo

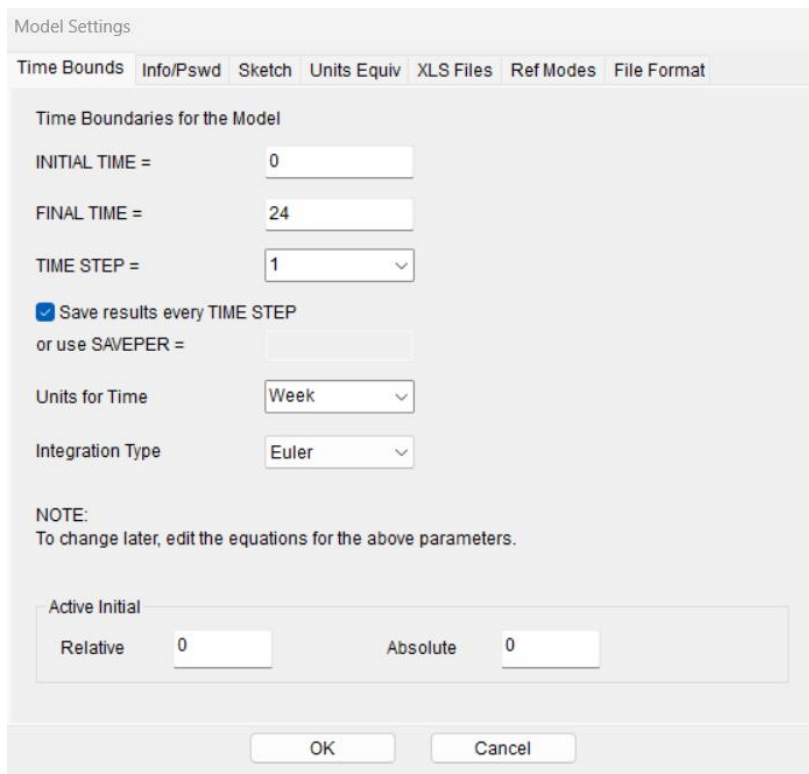
- PRODUCCIÓN REQUERIDA = Demanda esperada + inventario de seguridad productos terminados - inventario inicial de productos terminados.
- PEDIDO: Si el stock inicial de materia prima es menor que el punto de pedido, entonces EOQ, si no 0.

Variables Auxiliares

- CANTIDAD ECONÓMICA DE PEDIDO =
$$\sqrt{\frac{2 * Demanda * Costo de setup}{Costo de almacenamiento unitario * costo de materia prima unitari}}$$
- DEMANDA ESPERADA = Previsión de ventas
- TIEMPO PRODUCCIÓN UNIDAD = (tiempo espera + tiempo operación + tiempo preparación + tiempo transferencia) * número de puestos de trabajo.
- CAPACIDAD REAL DE PRODUCCIÓN = Capacidad de diseño * (1 - (% tiempo demoras por daño + % tiempo mantenimiento + % tiempo preparación y ajuste))
- TIEMPO LABORAL = (horas extras + turno)
- MATERIA PRIMA A UTILIZAR = (demanda esperada + inv seguridad productos terminados - stock inicial productos terminados) * materia prima requerida por unidad
- MATERIA PRIMA REQUERIDA POR UNIDAD = Demanda Esperada * ((Desperdicio en empaque + Desperdicio acabado + Desperdicio en pegado + Desperdicio en cortado + Desperdicio selección por tamaño y calidad del cartón)) + Demanda esperada) / Demanda esperada)
- CORRECCIÓN DE INVENTARIO = Punto de pedido - Stock inicial materia prima
- DISCREPANCIA = producción requerida - capacidad real de producción
- HORAS EXTRAS = TIEMPO PRODUCCION UNIDAD * DISCREPANCIA
- PUNTO DE PEDIDO= Inventario de seguridad materia prima + (Plazo de aprovisionamiento* Demanda materia prima)
- COSTO DE SETUP= Costo materia prima unitario * Demanda materia prima * 0.05 (El costo de setup corresponde al 5% del costo de adquisición de materia prima)
- COSTO DE SETUP POR PERIODO= Si periodo > 0, entonces costo de setup, si no 0.
- COSTO DE ALMACENAMIENTO POR PERIODO= Costo de almacenamiento unitario * Stock inicial de materia prima
- COSTO TOTAL= Costo de almacenamiento por periodo + Costo de setup por periodo

4.1.3. Simulación del modelo

Se realizó la simulación del modelo representado en la figura 18 utilizando los datos proporcionados por la empresa, tales como la demanda, los costos de inventario, la materia prima requerida, el tiempo de producción, entre otros. El horizonte de simulación se estableció en 6 meses, con un periodo semanal de 24 semanas, tal como se muestra en la figura 17.



The image shows a 'Model Settings' dialog box with several tabs: 'Time Bounds', 'Info/Pswd', 'Sketch', 'Units Equiv', 'XLS Files', 'Ref Modes', and 'File Format'. The 'Time Bounds' tab is active. Under 'Time Boundaries for the Model', the following settings are visible: 'INITIAL TIME =' is set to 0; 'FINAL TIME =' is set to 24; 'TIME STEP =' is set to 1; a checkbox 'Save results every TIME STEP' is checked; 'or use SAVEPER =' is empty; 'Units for Time' is set to 'Week'; and 'Integration Type' is set to 'Euler'. A 'NOTE:' section states: 'To change later, edit the equations for the above parameters.' At the bottom, there is an 'Active Initial' section with 'Relative' and 'Absolute' options, both set to 0. 'OK' and 'Cancel' buttons are at the bottom.

Figura 17. Periodos de simulación.

Después de verificar que el modelo funciona bien, después se debe llevar a cabo un análisis de sensibilidad para poder comparar al modificar las variables y así obtener los resultados más favorables para la empresa. El objetivo es evaluar cómo los cambios en las variables afectan los resultados y determinar qué combinaciones de variables son las más beneficiosas. Este proceso permite a la empresa tomar decisiones informadas al ajustar las variables de acuerdo con sus objetivos y preferencias.

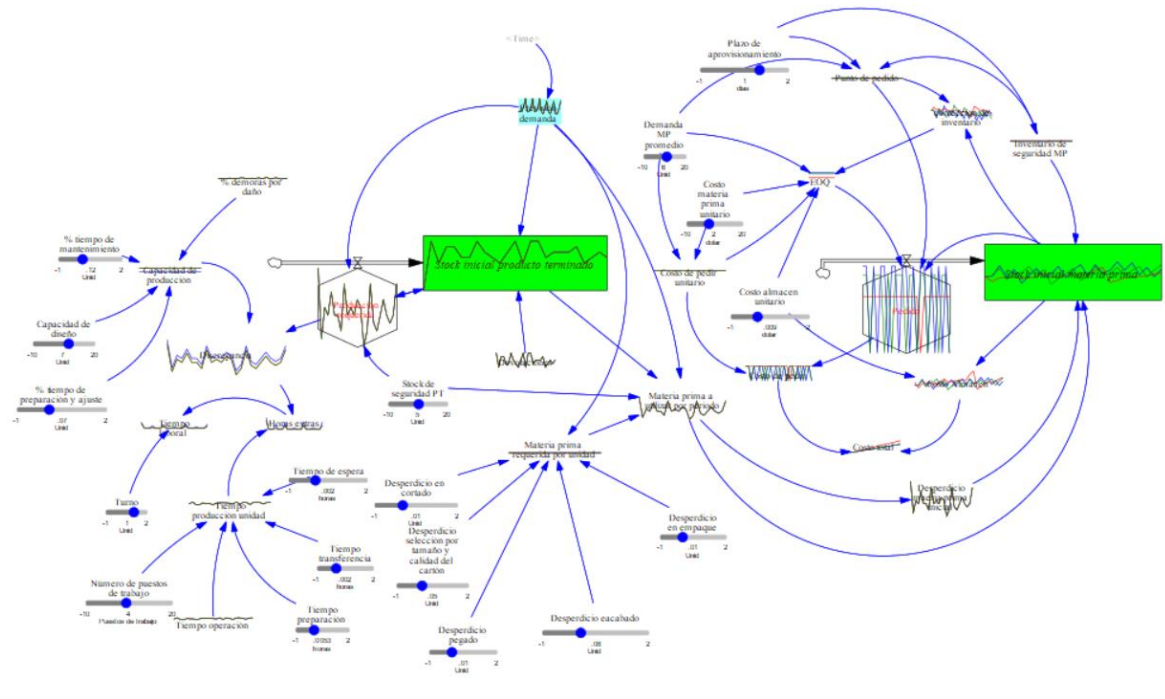


Figura 18. Simulación del sistema.

4.1.3.1 Análisis de sensibilidad

El análisis de sensibilidad se llevará a cabo utilizando los datos proporcionados por la empresa, tal como se describió en la Tabla 5. Estos datos se simularon para determinar cómo se comportan en un horizonte de tiempo específico. El enfoque principal del análisis se centrará en los costos asociados con la realización de pedidos y el almacenamiento del producto (materia prima) en los almacenes. Se buscó identificar cómo cambios en estas variables afectan los costos totales y encontrar las combinaciones óptimas que minimicen los gastos para la empresa.

En este estudio, se realizarán cambios únicamente en el valor de la variable auxiliar "costo de almacenamiento unitario" para analizar el comportamiento de la cantidad económica de pedido (EOQ), el número de pedidos y el costo total. Se llevaron a cabo tres simulaciones usando tres valores diferentes para el costo de almacenamiento unitario, conservando las demás variables constantes. El objetivo es observar cómo estos cambios afectan las variables de interés y determinar la mejor combinación que minimice los costos totales.

4.1.3.1.1. Previsión demanda

Se utilizó la Tabla 5 de datos históricos que contiene la demanda semanal de un período de 6 meses, para realizar una previsión de la demanda. Se aplicó el método de descomposición de series temporales por periodos homogéneos y se obtuvieron los datos pronosticados, que se muestran en la tabla 6. Estos datos pronosticados de julio a diciembre del año 2023 servirán como base para la planificación y toma de decisiones relacionadas con la demanda en el futuro.

Tabla 9. Demanda pronosticada producto piñata

MES	SEMANAS	DEMANDA HISTORICA EN UNIDAD
Julio	Semana 1	5
	Semana 2	5
	Semana 3	7
	Semana 4	10
Agosto	Semana 5	5
	Semana 6	5
	Semana 7	6
	Semana 8	10
Septiembre	Semana 9	5
	Semana 10	5
	Semana 11	6
	Semana 12	10
Octubre	Semana 13	5
	Semana 14	4
	Semana 15	6
	Semana 16	9
Noviembre	Semana 17	5
	Semana 18	4
	Semana 19	6
	Semana 20	9
Diciembre	Semana 21	4
	Semana 22	4
	Semana 23	6

MES	SEMANAS	DEMANDA HISTORICA EN UNIDAD
	Semana 24	9
Media		6
Desv. Típica		2

Como se muestra en la figura 19, la demanda varía a lo largo del tiempo, lo que genera fluctuaciones en la producción y en el nivel de inventarios. Para realizar la simulación y el análisis de sensibilidad, se mantendrá constante la demanda prevista para los pedidos y la demanda de materia prima, a fin de no alterar los demás valores de simulación. De esta manera, se podrán evaluar los efectos de otras variables en el sistema sin que la demanda sea un factor de variación en el análisis.

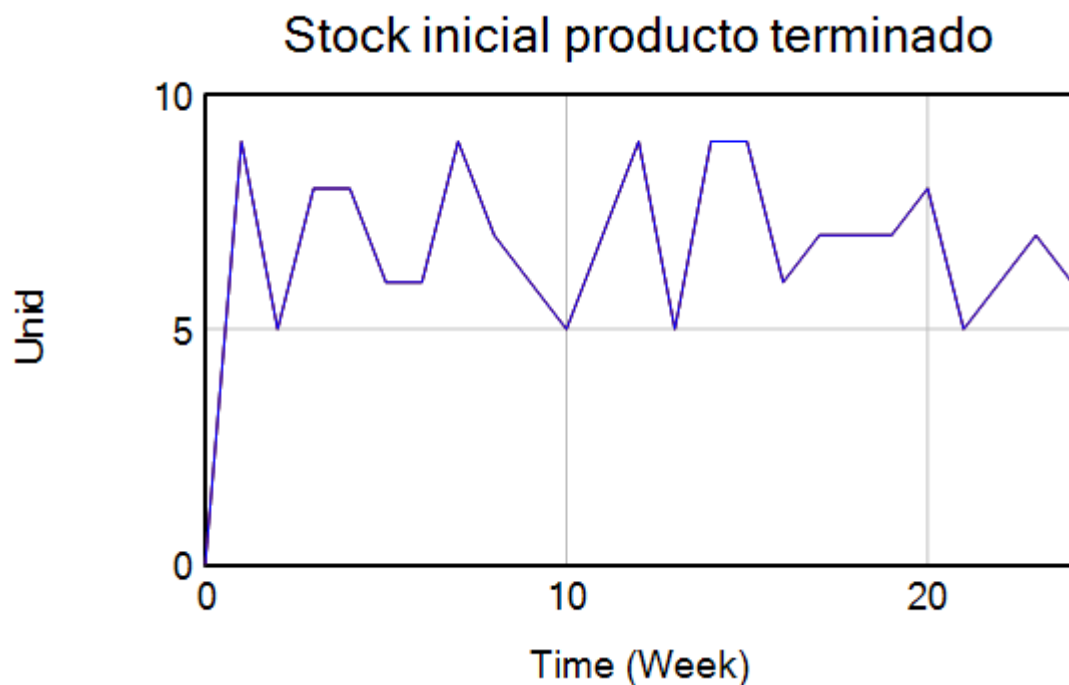


Figura 19. Demanda de ventas de unidades de producto en unidades

Es necesario determinar que tipo de demanda utiliza la empresa, para ello se realizó la siguiente tabla:

Tabla 10. Tipo de demanda.

MES	semana 1	semana 2	semana 3	semana 4
Julio	5	5	7	10
Agosto	5	5	6	10

MES	semana 1	semana 2	semana 3	semana 4	
Septiembre	5	5	6	10	
Octubre	5	4	6	9	
Noviembre	5	4	6	9	
Diciembre	4	4	6	9	
med	5	5	6	10	
des. est	0	1	0	1	
V (%)	8	12	7	6	

En la tabla 11 se puede observar que es una demanda determinística y variable debido a que el coeficiente de variación tiene un porcentaje $< 20\%$ y la demanda promedio varía entre las diferentes semanas.

4.1.3.1.2. Requerimiento de materia prima

La disponibilidad de materia prima es crucial para la empresa, ya que de ella depende la capacidad de satisfacer la demanda de productos terminados de los clientes.

Para calcular la cantidad de materia prima necesaria por semana, se considera la cantidad de desperdicio de materia prima por estación de trabajo, de la siguiente manera:

- Desperdicio de cortado de cartón: 1% corresponde al sobrante que queda cuando se recorta la figura de la piñata.
- Desperdicio de selección por tamaño y calidad del cartón: 5% de cartón que este en mal estado y no sea servible para ser elaborado.
- Desperdicio pegado: 1% corresponde al cartón que se mancha al ser expuesto a la pega.
- Desperdicios en acabados en fomi: 8% de todo el sobrante que queda de fomi y ya no puede utilizarse para decorar otro producto.

- Desperdicio en empaque: 1 % corresponde al sobrante de plástico que se utiliza para empacar el producto.

Se desperdicia un total del 16 % de producto, además, se incluye el stock de seguridad de materia prima, el cual se ha establecido en 5 unidades, así como el stock inicial de productos terminados. Con estos datos, se realiza un balance de material y se obtienen los siguientes datos de la materia prima a utilizar por periodo.

Tabla 11. Materia prima para utilizar por periodo

Mes	Semanas	Demanda histórica en unidad	Producción requerida	Materia prima por utilizar periodo
Mes 1	Semana 1	5	4	17800
	Semana 2	5	5	17800
	Semana 3	7	7	24920
	Semana 4	10	9	35600
Mes 2	Semana 5	5	3	17800
	Semana 6	5	5	17800
	Semana 7	6	5	21360
	Semana 8	10	9	35600
Mes 3	Semana 9	5	5	17800
	Semana 10	5	4	17800
	Semana 11	6	5	21360
	Semana 12	10	10	35600
Mes 4	Semana 13	5	3	17800
	Semana 14	4	4	14240
	Semana 15	6	4	21360
	Semana 16	9	7	32040
Mes 5	Semana 17	5	4	17800
	Semana 18	4	5	14240
	Semana 19	6	5	21360
	Semana 20	9	8	32040
Mes 6	Semana 21	4	3	14240
	Semana 22	4	4	14240
	Semana 23	6	5	21360

Mes	Semanas	Demanda histórica en unidad	Producción requerida	Materia prima por utilizar periodo
	Semana 24	9	7	32040
Media		6	5	22250
Desv. Típica		2	2	7212

La tabla 7 presenta las discrepancias entre la demanda prevista, la producción requerida y la cantidad de materia prima a utilizar por periodo. Estos valores también se representan gráficamente en la figura 20.

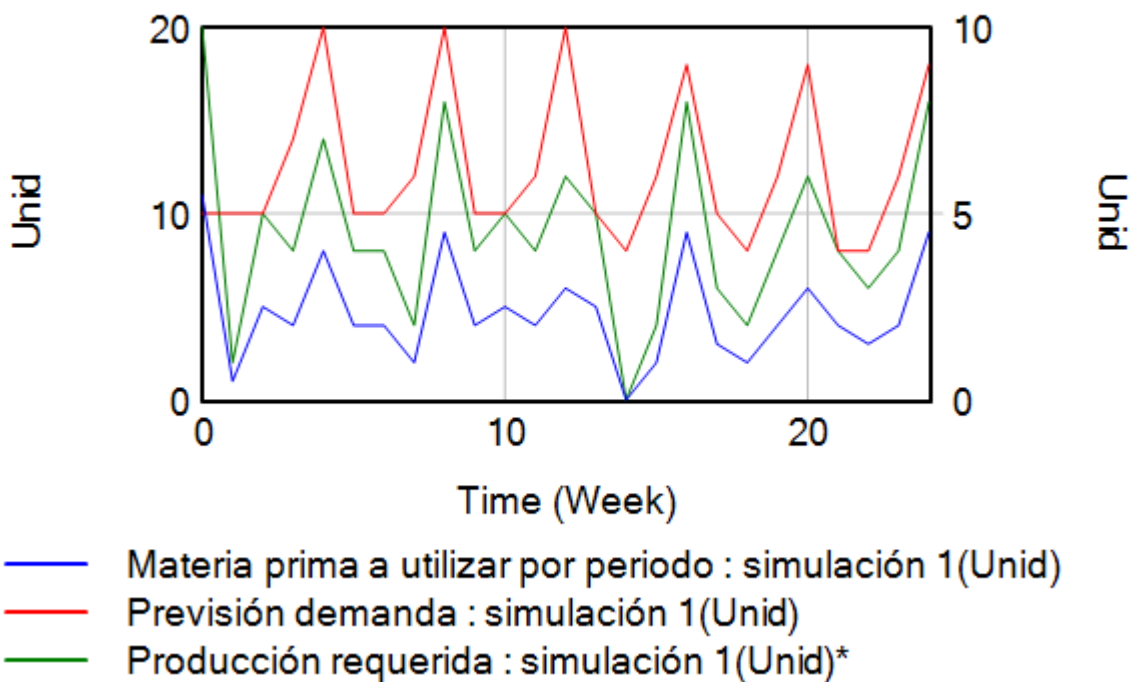


Figura 20. Comparación de materia prima frente a la demanda y producción requerida.

4.1.3.1.3. Simulación inventarios Materia prima

Se lleva a cabo un análisis de sensibilidad con el objetivo de determinar la opción más adecuada para el EOQ, número de pedidos y costo total de pedir y almacenar la materia prima en el almacén. Para este análisis se disponen de los siguientes datos:

- Plazo de aprovisionamiento = 1 vez a la semana
- Demanda materia prima promedio= 6 unidades/semana
- Punto de pedido= 7 unidades
- Costo materia prima por unidad = \$2

- Costo de pedir unitario = \$0.6

Se realiza una simulación para observar el comportamiento de los costos, modificando el costo de almacenamiento unitario según se muestra en la tabla 8. Los demás datos se mantienen constantes.

Tabla 12: % valores de costo de almacén unitario

Costo de almacén unitario	%
Costo de almacén unitario simulación 1	0.01
Costo de almacén unitario simulación 2	0.02
Costo de almacén unitario simulación 3	0.009

En la tabla 9 se muestra la simulación del comportamiento del EOQ (Cantidad Económica de Pedido), la cual presenta variaciones según el porcentaje del costo de almacenamiento unitario.

Tabla 13: comportamiento EOQ

EOQ	Unidad
EOQ simulación 1	18
EOQ simulación 2	13
EOQ simulación 3	20

Según el modelo EOQ, el número de pedidos varía en función del horizonte y los periodos establecidos, en este caso, 24 periodos o 6 meses. Los datos de los pedidos se presentan en la tabla 10 y la figura 21.

Tabla 14: número de pedidos tras la variación del EOQ

Pedido	Cantidad	Unidad por pedido (EOQ)
Número de Pedidos simulación 1	8	18
Número de Pedidos simulación 2	9	13
Número de Pedidos simulación 3	7	20

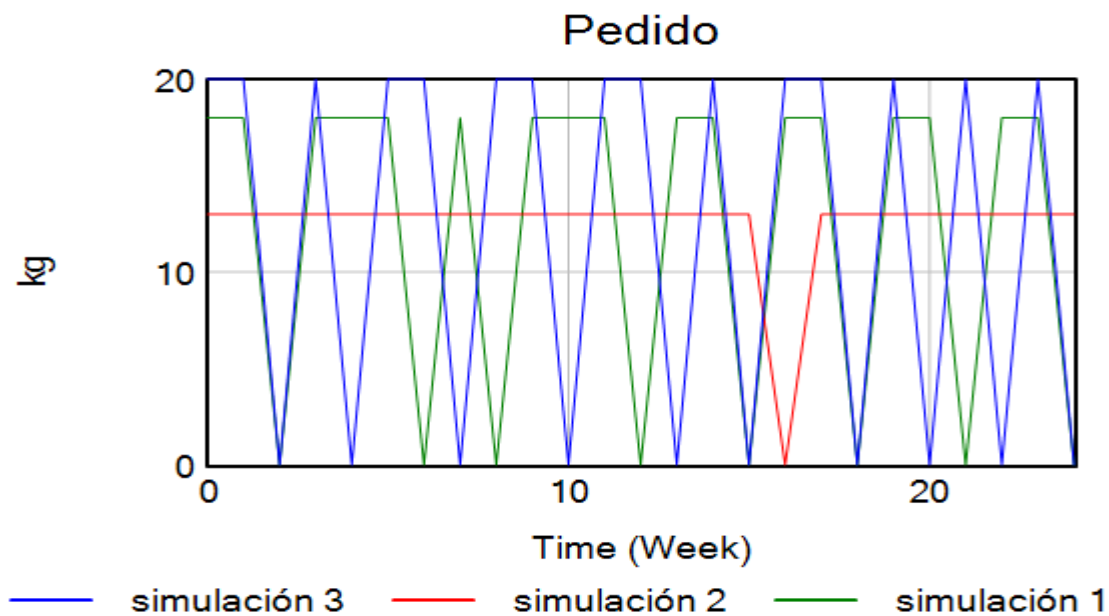


Figura 21. Número de pedidos tras la variación del EOQ.

En la figura 22 se muestra la evolución del stock inicial de materia prima a lo largo del tiempo. El nivel de stock está influenciado por los pedidos realizados por período, la demanda de materia prima por período, los desperdicios de materia prima iniciales y el stock de seguridad.

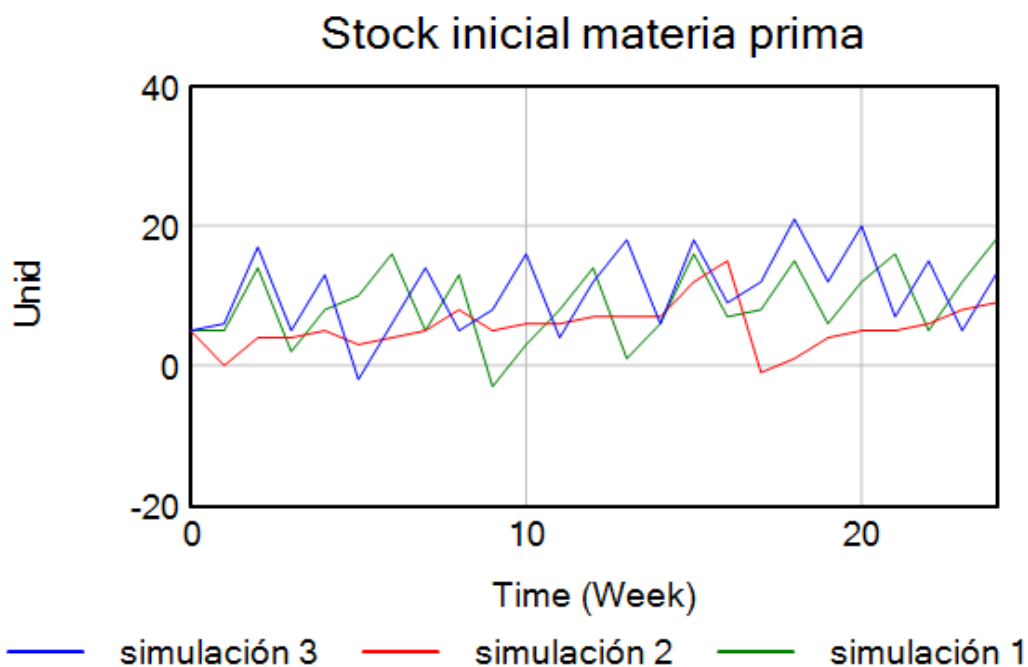


Figura 22. Simulación de Stock inicial materia prima.

En las figuras 23, 24 y 25 se muestra el comportamiento de los costos de pedir, almacenar y el costo total. Estos costos están directamente influenciados por el EOQ

(cantidad económica de pedido), el número de pedidos realizados y el stock inicial de materia prima. Estas figuras permiten visualizar cómo varían los costos a lo largo del tiempo y cómo se ven afectados por las decisiones de pedido y almacenamiento de materia prima.

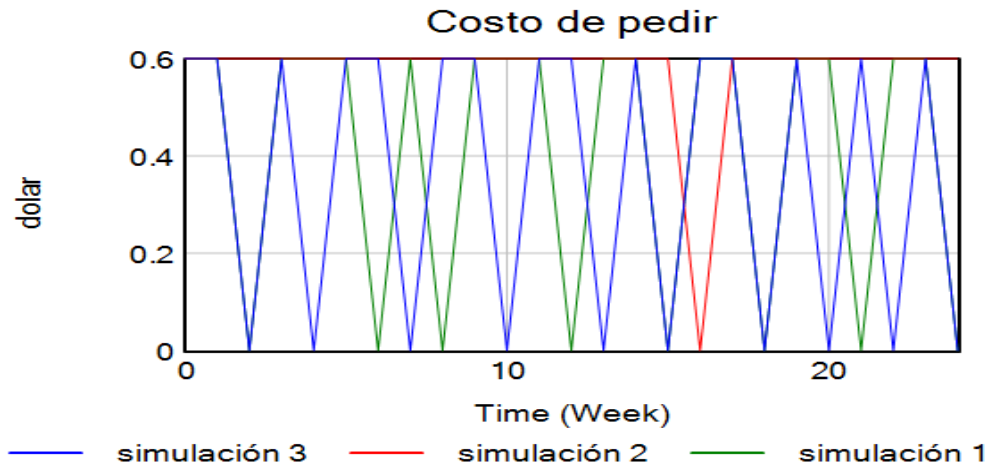


Figura 23. Simulación de Costo de pedir.

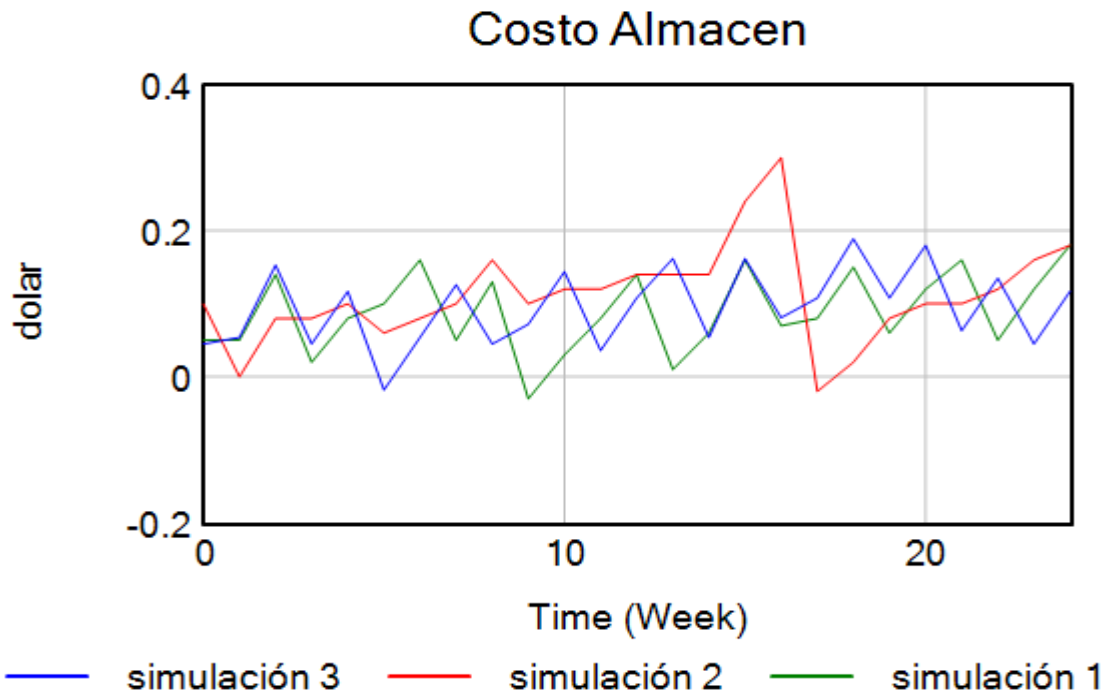


Figura 24. Simulación de Costo de almacén.

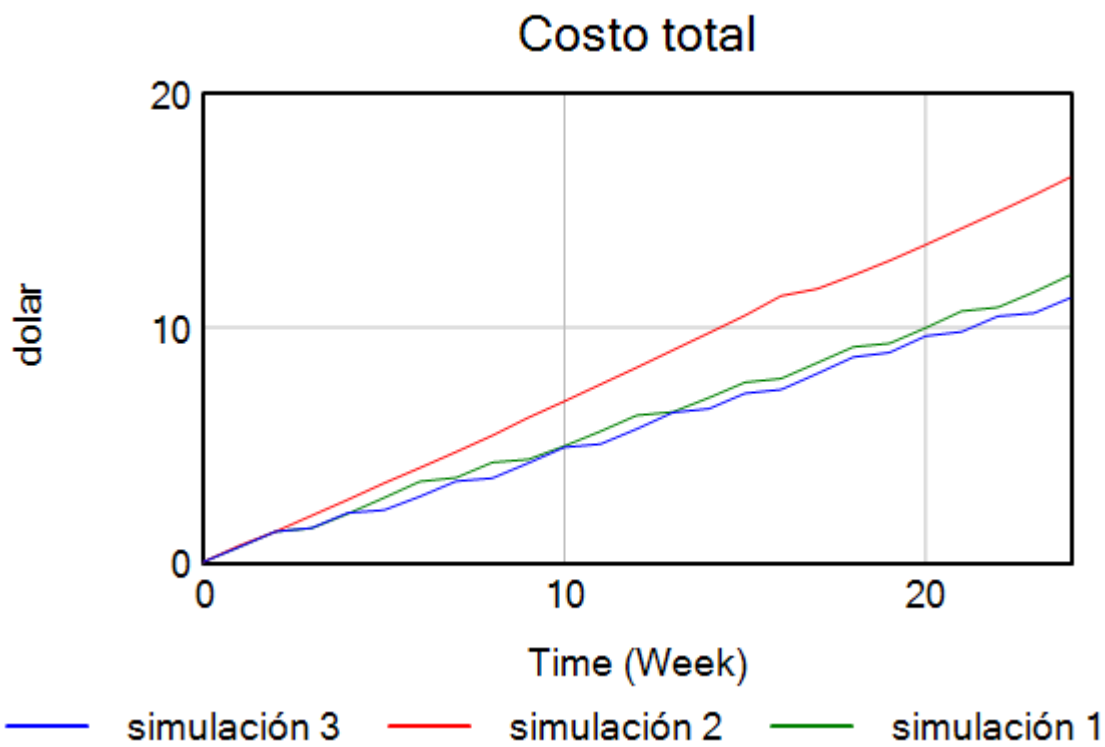


Figura 25. Simulación de Costo de total.

La tabla 11 presenta la relación del costo total para cada simulación. El costo total se calcula sumando los costos de pedir y almacenar en cada período simulado, abarcando todo el horizonte de tiempo considerado.

Tabla 15: resultados de Simulación de costo total

Costo total	\$
Costo total simulación 1	12.24
Costo total simulación 2	16.42
Costo total simulación 3	1.26

4.1.3.1.4. Stock de Productos Terminados

El nivel de stock de productos terminados se determina en función de la producción requerida, el stock de seguridad y las devoluciones de ventas. La empresa ha establecido un stock de seguridad de 5 unidades según sus políticas.

En la figura 26 se presenta el stock inicial en el almacén, la producción requerida y la previsión de la demanda. Cabe destacar que las variables modificadas para los costos no tienen influencia en esta variable de nivel.

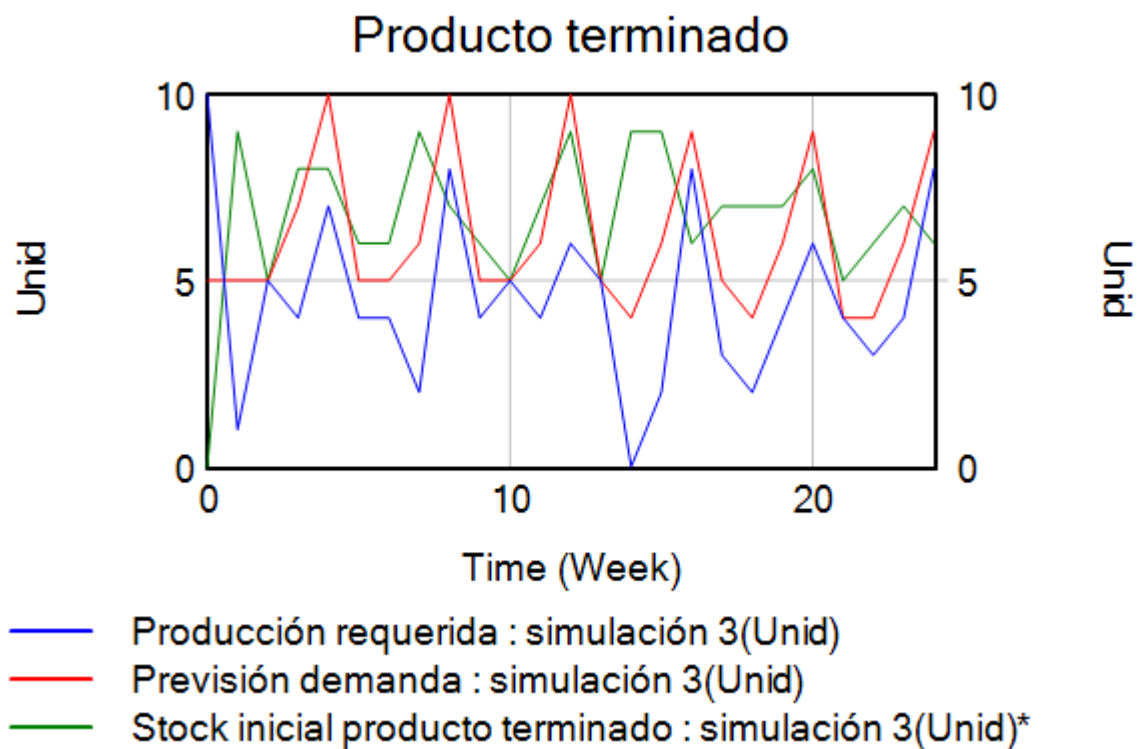


Figura 26. Simulación de producto terminado.

4.1.3.1.5. Capacidad de producción

La capacidad de producción de la empresa se establece en 7 unidades por semana, y esta capacidad se basa en el rendimiento de la maquinaria y mano de

obra, que pueden producir 1 unidad por día. La jornada laboral es de 8 horas y se trabaja durante 6 días a la semana. Estos datos se tienen en cuenta para determinar si la entidad cuenta con la capacidad adecuada para llevar a cabo la producción necesaria.

% tiempo de mantenimiento = 0,12

% demoras por daño = 0.029

% tiempo de preparación y ajuste = 0,07

La tabla 12 y la figura 26 presentan la relación entre la capacidad de producción y el pronóstico de demanda y producción requerida para cada período. Estos datos permiten evaluar si la capacidad de producción de la planta es suficiente para satisfacer la demanda prevista y producir la cantidad requerida en cada período.

Tabla 16: Capacidad de producción de la empresa

Mes	Semanas	Demanda histórica por unidad	Producción requerida	Capacidad de producción
Julio	Semana 1	5	4	7
	Semana 2	5	5	7
	Semana 3	7	7	7
	Semana 4	10	9	7
Agosto	Semana 5	5	3	7
	Semana 6	5	5	7
	Semana 7	6	5	7
	Semana 8	10	9	7
Septiembre	Semana 9	5	5	7
	Semana 10	5	4	7
	Semana 11	6	5	7
	Semana 12	10	10	7
Octubre	Semana 13	5	3	7
	Semana 14	4	4	7
	Semana 15	6	4	7
	Semana 16	9	7	7

Mes	Semanas	Demanda histórica por unidad	Producción requerida	Capacidad de producción
Noviembre	Semana 17	5	4	7
	Semana 18	4	5	7
	Semana 19	6	5	7
	Semana 20	9	8	7
Diciembre	Semana 21	4	3	7
	Semana 22	4	4	7
	Semana 23	6	5	7
	Semana 24	9	7	7
Media		6	5	6,25
Desv. Típica		2	2	0

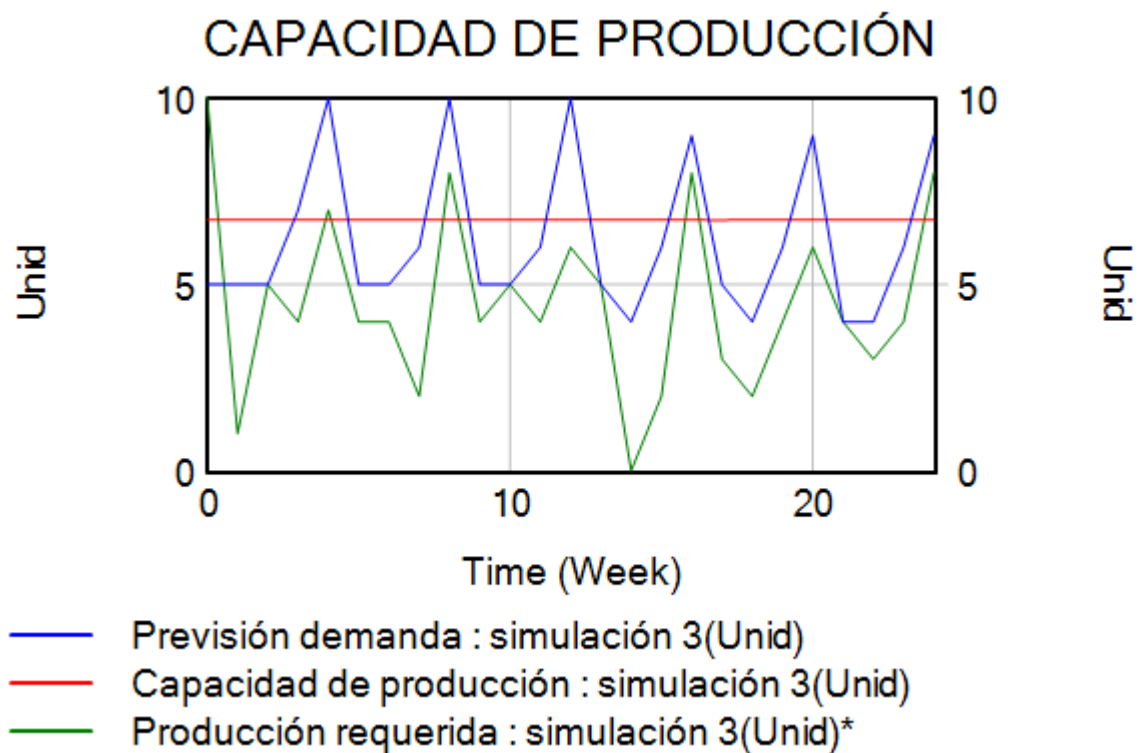


Figura 27. Capacidad de producción de la empresa.

4.2. DISCUSIÓN

Los inventarios desempeñan un papel fundamental en el proceso de producción de las empresas, ya que permiten mantener un suministro constante de productos y materias primas. Al mantener niveles adecuados de inventario, las empresas pueden cumplir con la demanda del mercado de manera eficiente y evitar posibles

interrupciones en la producción debido a la escasez de productos. Los inventarios actúan como un amortiguador entre la producción y la demanda, garantizando que las empresas tengan los productos disponibles cuando los clientes los necesiten.

Además de garantizar la disponibilidad de productos, los inventarios también juegan un papel importante en la optimización de los costos de producción. Al mantener niveles óptimos de inventario, las empresas pueden aprovechar economías de escala al realizar pedidos y producir en lotes más grandes. Esto puede conducir a reducciones en los costos de compra, producción y transporte. Sin embargo, mantener inventarios excesivamente altos también puede generar costos de almacenamiento innecesarios, por lo que encontrar el equilibrio adecuado es crucial para maximizar la eficiencia y minimizar los costos.

Los inventarios también brindan flexibilidad y capacidad de respuesta a las empresas frente a la variabilidad de la demanda y los tiempos de entrega de proveedores. Al tener inventarios estratégicamente ubicados, las empresas pueden responder rápidamente a cambios inesperados en la demanda y evitar demoras en la entrega de productos. Los inventarios permiten a las empresas anticiparse a las fluctuaciones de la demanda y a los posibles retrasos en la cadena de suministro, lo que contribuye a mantener la satisfacción del cliente y la competitividad en el mercado.

Por último, los inventarios también desempeñan un papel importante en la gestión del riesgo y la incertidumbre en las operaciones empresariales. Al tener inventarios de seguridad, las empresas pueden mitigar los riesgos asociados con interrupciones en la cadena de suministro, como retrasos en la entrega de proveedores o fallas en los equipos de producción. Los inventarios de seguridad actúan como un colchón que permite a las empresas afrontar imprevistos sin comprometer la continuidad de la producción.

Asimismo, los inventarios también pueden servir como una forma de protección contra fluctuaciones en los precios de las materias primas, permitiendo a las empresas aprovechar oportunidades de compra favorables. En resumen, los inventarios son una herramienta clave en la gestión de la producción, ya que garantizan la disponibilidad de productos, optimizan los costos, brindan flexibilidad y gestionan el riesgo en las operaciones empresariales.

4.2.1. Sistema de control de inventario y proceso de producción

Al realizar un análisis exhaustivo del control de inventarios y el proceso de producción en la microempresa artesanal For You, se pudo identificar las áreas de mejora en cada una de las operaciones involucradas. Este diagnóstico ha permitido desarrollar estrategias para optimizar los procesos y subprocesos relacionados, abordando las deficiencias existentes y buscando soluciones que impulsen la mejora del proceso de producción. El objetivo principal es lograr un mayor rendimiento en las actividades que intervienen en la transformación de la materia prima en un producto finalizado.

Mediante la implementación de estas mejoras, se espera obtener un mayor control y eficiencia en el manejo de inventarios, así como un aumento en la calidad y la productividad en el proceso de producción de For You.

En consecuencia, según los hallazgos de Ochoa y Tovio, (2007) con su "Diseño y Análisis de un modelo de planificación y control" se centra en el estudio de la empresa Productos Perla y su proceso de producción de vinagre. Se analiza la materia prima utilizada, como el ácido acético y otros componentes, y se tiene en cuenta la capacidad de diseño de la empresa, la demanda del producto y los costos asociados. El objetivo principal es desarrollar un modelo que permita una planificación y control eficiente de la producción, optimizando los inventarios y asegurando la calidad del producto final.

En el caso de For You, se aborda el sistema de producción, enfocado en la elaboración de productos personalizados, con énfasis en la fabricación de piñatas. Se destaca la importancia de cada proceso dentro del sistema de producción, desde la adquisición y almacenamiento de la materia prima hasta el corte, pegado y almacenamiento del producto terminado. Se resalta la atención a la calidad en cada etapa del proceso, así como la capacidad de personalización según las necesidades de los clientes. Se enfoca en la gestión eficiente de los desperdicios y en el pronóstico de la demanda para garantizar una producción acorde a las necesidades del mercado. También se mencionan los proveedores de materia prima y la capacidad de producción de la empresa.

En ambos casos, se evidencia la importancia de contar con un sistema de producción eficiente y controlado, que permita satisfacer la demanda de manera oportuna y asegurar la calidad de los productos. Se destaca la relevancia de la planificación, el control de inventarios y la gestión de los procesos para alcanzar los objetivos de producción de manera rentable. Además, se resalta la importancia de la materia prima y su adecuada gestión, así como la capacidad de adaptación a las demandas y necesidades de los clientes.

Concertando los datos de Ochoa y Tovio (2007), y el presente trabajo de titulación se pueden identificar algunas diferencias significativas en términos de capacidad de producción, materia prima requerida, pronóstico de demanda y costos. En el caso de la empresa Productos Perla tiene una capacidad de diseño de 1176 cajas de vinagre por mes. Se enfoca exclusivamente en la producción de vinagre, y las cantidades demandadas de otros productos son convertidas a unidades de vinagre. La materia prima principal utilizada es el ácido acético, con una concentración del 4%. La empresa cuenta con un cliente específico encargado de distribuir el producto terminado. Para el pronóstico de la demanda, se utiliza información histórica de 26 meses, con una media de 952 cajas de vinagre y una desviación estándar de 53 cajas de vinagre. Además, se proporcionan datos sobre los porcentajes de pérdida de tiempos, tiempos de espera y transferencia, y costos asociados. Mientras que For You se enfoca en la fabricación de piñatas personalizadas. La capacidad de producción es de 5 piñatas básicas y 2 piñatas personalizadas por semana. Se identifica un desperdicio de materia prima del 16% debido a diferentes operaciones, como el corte de cartón y los acabados en fomi. El pronóstico de la demanda se basa en datos históricos de los últimos 6 meses, con una media de 8 unidades y una desviación estándar de 3 unidades. Se proporcionan detalles sobre los tiempos perdidos, los tiempos de espera y preparación, y el número de puestos de trabajo en el proceso de producción. Además, se mencionan los costos unitarios de la materia prima y la posibilidad de personalización del producto. En síntesis, ambas tesis abordan diferentes contextos de producción y presentan información relevante sobre la capacidad, la materia prima, la demanda y los costos asociados. Cada una ofrece una perspectiva única sobre los procesos de producción y destaca aspectos importantes para la eficiencia y calidad de los productos fabricados.

Por otro lado, el estudio García (2020) aborda el caso de Guantes Internacionales y su área de tejido industrial. La empresa cuenta con más de 300 modelos de guantes con diferentes condiciones de fabricación, como el gauge, peso, color y títulos de hilo. Se dispone de 203 máquinas de tejido de guante distribuidas en 4 líneas de tejido. Cada línea de 52 máquinas es operada por un colaborador, quien realiza un recorrido lineal constante para atender todas las máquinas. Se analiza la eficiencia del área de tejido industrial durante un período específico, evaluando el rendimiento de la línea C en particular. Por otra parte, For You, que ha enfrentado diversos problemas que han afectado su atención al cliente y su crecimiento económico. Uno de los problemas identificados es la falta de herramientas informáticas adecuadas para el control de inventarios. Los representantes de la empresa llevan un registro manual, desorganizado y empírico de las materias primas, productos terminados y reportes de ventas. Esta falta de control constante afecta la gestión de proveedores y los procesos de producción, lo que resulta en desperdicios de materia prima y pérdidas de tiempo debido a la falta de información precisa sobre los volúmenes de materia prima requeridos. En resumen, las dos investigaciones presentan desafíos relacionados con la gestión de la producción y los inventarios. Ambos estudios muestran la necesidad de implementar herramientas informáticas para mejorar el control de inventarios en una empresa, es decir ponen en relevancia el contexto de la optimización de procesos y la mejora de la gestión en la producción de bienes.

4.2.2. Modelo de Simulación

Los modelos de simulación son herramientas poderosas que permiten crear representaciones simplificadas de sistemas complejos, con el objetivo de comprender su comportamiento y tomar decisiones informadas. Estos modelos se basan en la creación de reglas y relaciones matemáticas que describen las interacciones entre las variables del sistema. A través de la simulación, es posible realizar experimentos virtuales y explorar diferentes escenarios para evaluar el impacto de cambios en las variables o en las condiciones del sistema.

Ochoa y Tovia, se centran en la utilización del software VENSIM PLE para la simulación de un modelo de Dinámica de Sistemas. Este software es ampliamente reconocido a nivel mundial y se utiliza en diversas aplicaciones educativas y de investigación.

VENSIM proporciona una interfaz visual que permite construir modelos de simulación de manera sencilla y flexible, ya sean en forma de lazos causales o diagramas de stock y flujo. Además, ofrece herramientas para conceptualizar, documentar, simular, analizar y optimizar modelos de dinámica de sistemas. El modelo de simulación planteado en este trabajo se compone de diferentes variables que representan los elementos clave del sistema, como el inventario inicial de productos terminados y materia prima, la producción requerida y la cantidad económica de pedido. Estas variables de nivel y flujo se interrelacionan y permiten analizar el comportamiento y la optimización del sistema en diferentes escenarios. La propuesta para For You que es implementar herramientas informáticas adecuadas para el control de inventarios, con el objetivo de mejorar la gestión de proveedores, optimizar la planificación de la producción y reducir los desperdicios. La utilización de sistemas automatizados como VENSIM PLE permitiría tener información constante y precisa sobre los volúmenes de materia prima necesarios para la producción, así como un control más eficiente en todos los procesos de la empresa. Ambos trabajos destacan la importancia de utilizar herramientas adecuadas, como el software VENSIM PLE²², para mejorar la eficiencia en el control de inventarios y la toma de decisiones en el ámbito de la producción. La simulación del modelo de Dinámica de Sistemas planteado en las dos investigaciones permite analizar y optimizar diferentes aspectos del sistema, además resolver los problemas de control y registro de inventarios en una empresa específica. Ambas propuestas buscan mejorar la eficiencia y la competitividad en el contexto empresarial.

Rodríguez, Loyo y López, (2019), detallan el proceso de construcción del modelo de simulación, donde se utiliza un software especializado llamado VENSIMPLE para modelar las variables, relaciones y comportamientos del sistema. Se explican las diferentes variables de nivel, flujo y auxiliares utilizadas en el modelo, así como las constantes y parámetros necesarios al igual que el modelo planteado actualmente.

El artículo "Simulación Dinámica de un Sistema de Producción Retroalimentado" propuesto por Lisaura Walkiria Rodríguez-Alvarado et al. presenta un modelo de simulación basado en la metodología de dinámica de sistemas para analizar y optimizar el sistema de producción de una empresa. El modelo se divide en tres fases: pedidos, planificación de la producción y compras.

El modelo propuesto también utiliza el software VensimPle para simular y analizar el comportamiento del sistema. Se incorporan ecuaciones matemáticas que representan las relaciones entre las variables y se utilizan diagramas causales y de Forrester para visualizar la estructura del modelo. En conclusión, el modelo de simulación propuesto en el artículo y el modelo propuesto para For You permiten evaluar y mejorar el desempeño del sistema de producción de una empresa. Mediante la implementación de bucles de retroalimentación y la consideración de variables clave, como la demanda, la capacidad de producción y los costos, se logra mantener la estabilidad del sistema, optimizar los niveles de inventario y mejorar los flujos de producción.

El artículo "Un modelo para el control de inventarios utilizando dinámica de sistemas" propuesto por Hernán Samaniego aborda la problemática del control de inventarios en las empresas. El autor desarrolla un modelo de simulación basado en la dinámica de sistemas para optimizar el manejo de inventarios en tres fases: pedidos, planificación de la producción y compras al igual que todos los antecedentes escogidos y el presente trabajo. El autor realiza variaciones y agrega variables relacionadas con los costos de almacenamiento, los costos de pedidos y el costo total. Estas incorporaciones permiten una mejor optimización de los pedidos y una reducción de los costos a lo largo del tiempo. El artículo presenta un diagrama causal que muestra los bucles positivos y negativos que influyen en el comportamiento del sistema. Los dos trabajos destacan que las variables relacionadas con los niveles de inventario desempeñan un papel crucial en la estabilización del sistema. Además, se proporciona un diagrama de Forrester que simplifica la representación del modelo y se describen las ecuaciones matemáticas que modelan el comportamiento del sistema. Estas ecuaciones, generadas mediante el software VENSIM, incluyen variables de nivel, variables de flujo y variables auxiliares.

Por otro lado, Felipe García en su trabajo denominado "Diseño de un modelo de simulación de eventos discretos para la mejora en la línea de producción de tejido industrial Sección C en la empresa Guantes Internacionales" aborda la aplicación de un modelo de simulación de eventos discretos para mejorar la línea de producción de tejido industrial en una empresa específica. Sin embargo, el autor también divide el desarrollo del modelo en tres fases: pedidos, planificación de la

producción y compras, y se basa en modelos de inventarios propuestos por otros autores. Esta investigación presenta un diagrama causal y un diagrama de Forrester que representan el comportamiento del sistema. Se destaca la presencia de múltiples bucles negativos que estabilizan el sistema. Las variables relacionadas con los niveles de inventario desempeñan un papel crucial en esta estabilización. El modelo incluye ecuaciones matemáticas al igual que el modelo propuesto para For You, que describen el comportamiento del sistema, considerando condiciones y variables relevantes. Estas ecuaciones son generadas mediante el software VENSIM, estos trabajos de investigación buscan optimizar los pedidos y reducir los costos a través de la estrategia de gestión de inventario por cantidad económica de pedido.

4.2.3. Evaluación del Modelo de Simulación

En cuanto al último objetivo que consiste en simular el Modelo se llevaron a cabo diversas simulaciones que generaron resultados significativos para el estudio. Estos resultados fueron posibles gracias a la modificación de algunos datos en las variables clave del modelo. Cada uno de estos resultados se presenta de manera visual a través de imágenes que ofrecen una representación clara y comprensible de los hallazgos obtenidos. Los datos de inventario inicial en la empresa Productos Perla fueron muy altos en comparación con los datos de la empresa For You. La disparidad se debe a que en Productos Perla los datos se expresan en kilogramos, mientras que For You los muestra en unidades. Esta diferencia también se refleja en los datos de materia prima. La principal distinción entre las dos investigaciones radica en el enfoque utilizado. En el trabajo de titulación que examina la empresa artesanal For You, se llevaron a cabo tres simulaciones con el objetivo de evaluar la viabilidad de aumentar o reducir los costos en el futuro. Por otro lado, el trabajo de Ochoa y Tovio optó por trabajar con un solo escenario en particular

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- El proceso de control de inventarios requiere de un modelo que pueda satisfacer las necesidades de los clientes, considerando diversos factores y variables. Estos factores pueden estar relacionados con la producción, la demanda, las ventas, la pérdida de productos, los tiempos de espera, las unidades rechazadas, el nivel de servicio, entre otros. Además, es importante que el modelo tome en cuenta los pronósticos de la demanda junto con las demás variables mencionadas. La formulación del modelo matemático o de ecuaciones que respalda el modelo dinámico debe ser un proceso basado en el comportamiento del inventario, teniendo en cuenta los conceptos teóricos más relevantes relacionados con la gestión y control del inventario
- La dinámica de sistemas, como herramienta para el análisis de control de inventarios, puede generar resultados favorables siempre y cuando los modelos se establezcan de manera adecuada, considerando la interrelación de las variables y observando su comportamiento a lo largo del tiempo. A través de retroalimentaciones, se estudia y comprende un problema específico. Se destaca la importancia de los bucles de retroalimentación en los sistemas, ya que garantizan que el sistema tenga flujo y sea dinámico.
- En la tabla 15 se puede apreciar que a medida que aumenta el costo de almacenamiento, tanto el costo total como el número de pedidos también aumentan. Por otro lado, sucede lo contrario con el EOQ, ya que este será mayor cuando se reduzca el número de pedidos.

Tabla 17: Tabla comparativa

	% Costo de almacenar unitario	Costo Total (\$)	Número de pedidos	Unidad por pedido (EOQ)
Simulación 1	0.01	12.24	8	18
Simulación 2	0.02	16.42	9	13
Simulación 3	0.009	11.26	7	20

Se pueden formular las siguientes suposiciones para respaldar la toma de decisiones de la empresa:

- Si se reduce el porcentaje de costos de almacenamiento, disminuirá tanto el costo total como el número de pedidos. Sin embargo, esto resultará en un aumento en la cantidad de producto (materia prima) que se debe solicitar.
- Si se incrementa el porcentaje de costos de almacenamiento, aumentará tanto el costo total como el número de pedidos. No obstante, esto llevará a una reducción en la cantidad de producto (materia prima) que se necesita pedir.
- La empresa debe tomar la decisión más adecuada según su capacidad de almacenamiento de productos en sus instalaciones. Aunque la empresa cuenta con suficiente espacio, enfrentaba problemas con sus inventarios debido a la falta de una cantidad y número de pedidos definidos. Al establecer un EOQ (Cantidad Económica de Pedido) y un número de pedidos, se podrá tener un mejor control del producto en el almacén. Sin embargo, se recomienda a la empresa adoptar un enfoque intermedio basado en las simulaciones realizadas en este estudio. Además, se pueden realizar más simulaciones al cambiar los valores y los datos, lo que podría conducir a resultados aún mejores.
- El modelo de planificación y control de la producción propuesto en este trabajo de titulación es altamente flexible y puede adaptarse a cambios en el horizonte de tiempo, variables y ecuaciones. Además, es capaz de representar de manera exitosa cualquier simulación que se le aplique. Esto demuestra que, en todas las empresas que utilicen este modelo de

planificación y control de la producción de manera correcta, se obtendrán resultados de gran utilidad para la dirección. Esto les permitirá tomar las decisiones correctas en el momento oportuno.

5.2. RECOMENDACIONES

- Es recomendable que For You considere la limitada cantidad de personal disponible para la producción de sus productos. Si la empresa decidiera aumentar su fuerza laboral, existe la posibilidad de que la demanda supere la capacidad de producción actual.
- La incorporación de maquinaria más moderna en la empresa podría generar mejoras significativas en el proceso de producción al eliminar ciertos procedimientos manuales, reducir los tiempos y acelerar la producción.
- Se sugiere que For You incorpore necesariamente una herramienta tecnológica actualizada que permita mantener una mejor organización en las bases de datos y comprender de manera más eficiente los datos que se manejan.
- Es importante que se realice una entrada de datos más precisa en For You. Actualmente, existen descripciones de los diversos artículos que la empresa artesanal comercializa, pero solo el encargado tiene el conocimiento necesario para interpretar o aclarar dicha información a otros miembros del equipo que puedan estar involucrados en la manipulación de los datos. Se requiere una mayor claridad y comprensión de las descripciones de los artículos para facilitar el trabajo y la colaboración entre los miembros del equipo.
- Sería ventajoso para la empresa implementar el modelo de simulación en Vensim, ya que su aplicación requiere la participación y el respaldo de todas las partes involucradas en la empresa para garantizar su correcto funcionamiento. Asimismo, se necesita capacitación y compromiso por parte de todos los involucrados.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agudelo, D., y Lopez, Y. (2018). Dinámica de sistemas en la gestión de inventarios. *Ingenierías USBMed*, 9(1), 75-85. <https://n9.cl/xjbnp>
- Aracil, J. (1995). *Dinámica de sistemas*. Isfede. <https://n9.cl/60w9e>
- Boulding, K. (2007). La teoría general de sistemas, *Management Science*, 2(4), 103-115. http://cienciared.com.ar/ra/usr/37/451/103_115.pdf
- Caballero, F. (2020). *Materia prima*. Economipedia. <https://n9.cl/clnu>
- Cajales, A. (s.f). *Investigación de Campo: Características, Tipos, Técnicas y Etapas*. <file:///E:/Descargas/Investigaci%C3%B3n%20de%20Campo.pdf>
- Carro, R., y Gonzales, D. (2012). *Administración de las operaciones*. Universidad Nacional de Mar del Plata. <https://n9.cl/1ajqg>
- Causado, R. (2015). Modelo de inventarios para control económico de pedidos en empresa comercializadora de alimentos, *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 14(27), 163-177. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=75045730012>
- Donado, J., Dormido, S., y Morilla, F. (2005). *Fundamentos de la dinámica de sistemas y Modelos de dinámica de sistemas en epidemiología*. Proyectosame. <https://n9.cl/ncm8u>
- Dormido, S., y Morilla, F. (2005). *Tutorial de Vensim*. Uned. <https://n9.cl/ezmvr>
- Drouet, K. (2016). *Análisis de control del inventario de la microempresa TUBEC* [Tesis de grado, Universidad Politécnica Salesiana]. <https://n9.cl/eulfb>
- Engineering. (2023, 08 de agosto). AnyLogic. <https://www.indx.com/es/product/anylogic-simulation-software>

- Fullana, C., y Urquía, E. (2009). *Los modelos de simulación: una herramienta multidisciplinar de investigación*. Encuentros Multidisciplinarios. <https://n9.cl/v56b>
- González, J. (2015). *Introducción del Factor Humano al Análisis de Riesgo* [Tesis de doctorado]. Universidad Politécnica de Catalunya. <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/325427/TJRGD1de1.pdf>
- Gómez, R., y Guzmán, O. (2016). *Desarrollo de un sistema de inventarios para el control de materiales, equipos y herramientas dentro de la empresa Construcción Ingeniería Solida Ltda* [Tesis de grado, Universidad Libre]. <https://n9.cl/hm42r5>
- Guzmán, I. (2022). ¿Qué es el control de inventario y qué sistemas de inventarios existen? Seidor. <https://n9.cl/zi58b>
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2010). *Metodología de la investigación*. McGrawHill. <https://n9.cl/rbnx>
- Hamdy, A. (2012). *Investigación de operaciones*. Pearson Educación. [file:///C:/Users/Alejandra%20Vallejo/Downloads/Taha Investigación De Operaciones 9na E-1.pdf](file:///C:/Users/Alejandra%20Vallejo/Downloads/Taha%20Investigacion%20De%20Operaciones%209na%20E-1.pdf)
- Kofman, E. (2017, 11 de mayo). *Simulación de Sistemas Continuos* [Archivo PDF]. Fceia. https://www.fceia.unr.edu.ar/control/ssc/notas_ssc.pdf
- López, J. (2014). *Gestión de inventarios*. Editorial Elearning. <https://n9.cl/dnk12>
- Llanos, N. (2017). *Manual de procesos y procedimientos*. Aycardi ingenieros civiles S.A.S. <https://n9.cl/9en5u>
- Morales, F. (2010). *Conozca 3 tipos de investigación: Descriptiva, Exploratoria y Explicativa*. Scalahed. <https://n9.cl/7zj0t>
- Ochoa, A., y Tovia, W. (2007). *Diseño y análisis de un modelo de planificación y control de la producción basado en dinámica de sistemas* [Tesis de grado, Universidad de Cartagena]. <https://n9.cl/vhfnz>
- Páez, G. (2021). *Producto terminado*. Economipedia. <https://n9.cl/crp7j>

- Paredes, E. (2010). *Modelo de gestión de producción y su incidencia en las ventas de la empresa La Raíz del Jeans del Cantón Pelileo* [Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato]. <https://n9.cl/98ano>
- Pérez, J. (2010). *Producción. Camaleón*. <https://n9.cl/nv62i>
- Pindyck, R., y Rubinfeld, D. (2009). *Microeconomía*. Pearson. <https://n9.cl/jey9p>
- Pulla, C. (2020). *Gestión de inventarios a través de la clasificación ABC a empresas dedicadas a la venta de materiales de construcción*. Eumed. <https://n9.cl/obesr>
- Quiroa, M. (2019). *Proceso productivo*. Economipedia. <https://n9.cl/bvzi>
- Rodríguez, L., Loyo, J., López, M., y Gonzales, J. (2019). *Simulación dinámica de un sistema de producción retroalimentado*. *Ingeniería Industrial*, 40(2), 171-182. <https://n9.cl/q9m66>
- Samaniego, H. (2019). *Un modelo para el control de inventarios utilizando dinámica de sistemas* [Tesis de grado, Universidad Politécnica Salesiana]. <https://n9.cl/gjw2v>
- Software Shop. (2023, 11 de junio). *Stella Architect*. Software Shop. <https://www.software-shop.com/producto/stellaarchitect#:~:text=Stella%20Architect%20es%20la%20herramienta,lugar%20y%20en%20cualquier%20momento>.
- Tancara, C. (1993). *La investigación documental*. Scielo. <https://n9.cl/qdx3l>
- Valdecasas, J. (2011, octubre). *La simulación basada en agentes: una nueva forma de explorar los fenómenos sociales*. *Reis* (11), 91-11. 010.5477/cis/reis.136.91. <file:///C:/Users/Alejandra%20Vallejo/Downloads/Dialnet-LaSimulacionBasadaEnAgentes-3748058.pdf>
- Villalobos, N., Chamorro, O., y Fontalvo, T. (2011). *Gestión de la producción y operación*. Biblioteca UTEC. <https://n9.cl/mugdp>

Wainer, G. (2018, 20 de julio). *Introducción a la simulación de sistemas de eventos discretos* [Archivo PDF]. Twiki.

<https://twiki.cern.ch/twiki/pub/Main/DEVSTheoryLinks/APUNT.PDF>

VII. ANEXOS

Anexo 1. Acta de la sustentación de Predefensa del TIC



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE COMERCIO INTERNACIONAL, INTEGRACIÓN, ADMINISTRACIÓN Y ECONOMÍA EMPRESARIAL

CARRERA DE LOGÍSTICA Y TRANSPORTE

ACTA

DE LA SUSTENTACIÓN ORAL DE LA PREDEFENSA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

ESTUDIANTE:	Vallejo Quespás Daniela Brigeth	CÉDULA DE IDENTIDAD:	0402164446
PERIODO ACADÉMICO:	2023B		
PRESIDENTE TRIBUNAL	MSc. Heredia Campaña Argenis Lissander	DOCENTE TUTOR:	MSc. Alpala Alpala Luis Omar
DOCENTE:	MSc. Pozo Burgos Eduardo Javier		
TEMA DEL TIC:	"Sistema de control de inventario para la mejora del proceso de producción en la microempresa FOR YOU"		
No.	CATEGORÍA	Evaluación cuantitativa	OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES
1	PROBLEMA - OBJETIVOS	9,00	Mejorar la argumentación del problema considerando las dos variables de estudio
2	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	8,67	Revisar la conceptualización de variables, dimensiones, indicadores y metodologías aplicadas.
3	METODOLOGÍA	9,00	
4	RESULTADOS	7,67	Realizar un cuadro comparativo de los sistemas de simulación que aborden la temática y argumentar el uso de aplicación seleccionada.
5	DISCUSIÓN	9,00	
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	8,00	Ajustar con las observaciones de las categorías anteriores y mejorar la redacción y argumentación.
7	DEFENSA, ARGUMENTACIÓN Y VOCABULARIO PROFESIONAL	8,00	Mejorar la defensa, argumentación y vocabulario profesional
8	FORMATO, ORGANIZACIÓN Y CALIDAD DE LA INFORMACIÓN	9,00	Ajustar con base a los cambios solicitados.

Obteniendo una nota de: 8,63 Por lo tanto, **APRUEBA** ; debiendo el o los investigadores acatar el siguiente artículo:

Art. 36.- De los estudiantes que aprueban el informe final del TIC con observaciones.- Los estudiantes tendrán el plazo de 10 días para proceder a corregir su informe final del TIC de conformidad a las observaciones y recomendaciones realizadas por los miembros del Tribunal de sustentación de la pre-defensa.

Para constancia del presente, firman en la ciudad de Tulcán el martes, 10 de octubre de 2023


MSc. Heredia Campaña Argenis Lissander
PRESIDENTE TRIBUNAL


MSc. Alpala Alpala Luis Omar
DOCENTE TUTOR


MSc. Pozo Burgos Eduardo Javier
DOCENTE

Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI
FOREIGN AND NATIVE LANGUAGE CENTER

ABSTRACT- EVALUATION SHEET				
NAME: Daniela Brigeth Vallejo Quespós				
DATE: 26 de octubre de 2023				
TOPIC: "Sistema de control de inventario para la mejora del proceso de producción en la microempresa FOR YOU"				
MARKS AWARDED		QUANTITATIVE AND QUALITATIVE		
VOCABULARY AND WORD USE	Use new learnt vocabulary and precise words related to the topic	Use a little new vocabulary and some appropriate words related to the topic	Use basic vocabulary and simplistic words related to the topic	Limited vocabulary and inadequate words related to the topic
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1 Vera Játiva Edwin Andrés,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
WRITING COHESION	Clear and logical progression of ideas and supporting paragraphs.	Adequate progression of ideas and supporting paragraphs.	Some progression of ideas and supporting paragraphs.	Inadequate ideas and supporting paragraphs.
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
ARGUMENT	The message has been communicated very well and identify the type of text	The message has been communicated appropriately and identify the type of text	Some of the message has been communicated and the type of text is little confusing	The message hasn't been communicated and the type of text is inadequate
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
CREATIVITY	Outstanding flow of ideas and events	Good flow of ideas and events	Average flow of ideas and events	Poor flow of ideas and events
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
SCIENTIFIC SUSTAINABILITY	Reasonable, specific and supportable opinion or thesis statement	Minor errors when supporting the thesis statement	Some errors when supporting the thesis statement	Lots of errors when supporting the thesis statement
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
TOTAL/AVERAGE	9 - 10: EXCELLENT 7 - 8,9: GOOD 5 - 6,9: AVERAGE 0 - 4,9: LIMITED	TOTAL 9		



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL
CARCHI FOREIGN AND NATIVE LANGUAGE
CENTER**

Informe sobre el Abstract de Artículo Científico o Investigación.

Autor: Daniela Brigeth Vallejo Quespás

Fecha de recepción del abstract: 26 de octubre de 2023

Fecha de entrega del informe: 26 de octubre de 2023

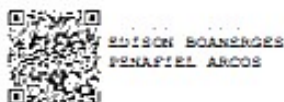
El presente informe validará la traducción del idioma español al inglés si alcanza un porcentaje de: 9 – 10 Excelente.

Si la traducción no está dentro de los parámetros de 9 – 10, el autor deberá realizar las observaciones presentadas en el ABSTRACT, para su posterior presentación y aprobación.

Observaciones:

Después de realizar la revisión del presente abstract, éste presenta una apropiada traducción sobre el tema planteado en el idioma Inglés. Según los rubrics de evaluación de la traducción en Inglés, ésta alcanza un valor de 9, por lo cual se valida dicho trabajo.

Atentamente



Ing. Edison Peñafiel Arcos MSc
Coordinador del CIDEN

Anexo 3. Entrevista

Modelo del instrumento a evaluar para su posterior aplicación



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI
FACULTAD DE COMERCIO INTERNACIONAL, INTEGRACIÓN,
ADMINISTRACIÓN Y ECONOMÍA EMPRESARIAL
CARRERA DE LOGÍSTICA Y TRANSPORTE



ENTREVISTA DE INVESTIGACIÓN

1. Datos generales del entrevistado

- 1.1. Nombre del entrevistado:.....
- 1.2. Edad:.....
- 1.3. Nivel de estudio (primaria, secundaria, tercer nivel):.....
- 1.4. Cargo que ocupa:.....

2. Introducción

El objetivo del siguiente cuestionario es lograr identificar la situación actual de la Microempresa "FOR YOU", sus actividades de control de inventarios y su proceso de producción y así obtener la información necesaria para poder sugerir una mejora en las actividades ya mencionadas.

3. Cuestionario

1. ¿Usted cuenta con un espacio exclusivo para su inventario?
2. ¿Cómo organiza su inventario?
3. ¿Cuáles son los criterios para organizar su inventario?
4. ¿Usted maneja actualmente algún sistema tecnológico de control de inventario?
5. ¿Maneja un sistema especial para la conservación de los productos?
6. ¿Con qué frecuencia usted realiza la limpieza del lugar destinado para el inventario?

7. ¿Qué metodología utiliza para realizar la planificación del stock de los productos?
8. ¿Usted organiza el inventario en base de los productos con más demanda?
9. ¿Cuáles son los productos que tienen mayor rotación de inventarios en la microempresa?
10. ¿Cuáles son los principales rubros de costos en proceso de inventario?
11. ¿Cuáles son los controles de calidad que se realiza en este proceso?
12. ¿Qué estrategias utiliza para almacenar el producto de manera adecuada para su posterior entrega al cliente?
13. ¿Cómo realiza la adquisición de la materia prima?
14. ¿Con que frecuencia adquiere la materia prima necesaria para el proceso de producción?
15. ¿Cuántos proveedores entregan la materia prima?
16. ¿Qué cantidad adquiere de materia prima?
17. ¿Cuál es el proceso de producción para la elaboración del producto más vendido?
18. ¿Cuál es la capacidad máxima de producción de la empresa?
19. ¿Qué tipo de maquinarias, herramientas y equipos utiliza para el proceso de producción?
20. ¿Cuál es el número de unidades producidas al día y en qué tiempo se las realiza?
21. ¿Cuántas personas laboran en cada una de las áreas de la empresa?
22. ¿Cuántas horas laborales cumplen al día los trabajadores?
23. ¿Qué tan bueno es el rendimiento de los trabajadores?
24. ¿Usted realiza controles de calidad para el aprovisionamiento de materia prima?
25. ¿Cuál es el tiempo límite para terminar los productos?
26. ¿Cuál es la producción estimada de productos a vender?
27. ¿Cuáles son los requerimientos que exige el cliente?
28. ¿Cree que se cumple con los tiempos estimados de entrega?
29. ¿Cómo mide la satisfacción de su cliente?

Anexo 4. Ecuaciones

- % demoras por daño"= RANDOM NORMAL (0.025, 0.035, 0.03, 0.001,1
Units: Unid

- "% tiempo de mantenimiento"= 0.12
Units: Unid
- "% tiempo de preparación y ajuste"= 0.07
Units: Unid
- Capacidad de diseño=7
Units: Unid
- Capacidad de producción= Capacidad de diseño*(1-("% demoras por daño"+"% tiempo de mantenimiento" +% tiempo de preparación y ajuste"))
Units: Unid
- Corrección de inventario=Punto de pedido-Stock inicial materia prima
Units: Unid
- Costo Almacén=Costo almacen unitario*Stock inicial materia prima
Units: dolar
- Costo almacen unitario=0.009
Units: dolar
- Costo de pedir= IF THEN ELSE(Pedido>0, Costo de pedir unitario , 0)
Units: dolar
- Costo de pedir unitario= REINITIAL (Costo materia prima unitario*Demanda MP promedio*0.05)
Units: dolar
- Costo materia prima unitario=2
Units: dolar
- Costo total= INTEG ((Costo Almacen+Costo de pedir), 0)
Units: dolar
- REINITIAL((Costo Almacen*48)+(Costo de setup*48))
- Demanda MP promedio=6
Units: Unid
- Desperdicio eacabado= 0.08
Units: Unid
- Desperdicio en cortado=0.01
Units: Unid
- Desperdicio en empaque= 0.01
Units: Unid
- Desperdicio maeria prima inicial=Materia prima a utilizar por periodo*0.003

- Units: Unid
- Desperdicio pegado= 0.01
Units: Unid
- Desperdicio selección por tamaño y calidad del cartón=0.05
Units: Unid
- Devoluciones=INTEGER(RANDOM UNIFORM(0, 5, 99))
Units: Unid
- Discrepancia=Producción requerida-Capacidad de producción
Units: Unid
- EOQ=REINITIAL(INTEGER (IF THEN ELSE (corrección de inventario>=0, (SQRT((2*(Demanda MP promedio)*Costo de pedir unitario)/ (Costo almacen unitario*Costo materia prima unitario))),0)))
- FINAL TIME = 24
Units: Week
- The final time for the simulation
- Horas extras=IF THEN ELSE (Discrepancia>=0, Tiempo producción unidad*Discrepancia,0)
Units: horas
- INITIAL TIME = 0
Units: Week
- The initial time for the simulation.
- Inventario de seguridad MP=1.2*6*SQRT(Plazo de aprovisionamiento)
Units: Unid
- Nivel de servicio 90% = Z= 1.28 Desviación típica= 95
- Materia prima a utilizar por periodo=INTEGER(IF THEN ELSE ((Previsión demanda+Stock de seguridad PT-Stock inicial producto terminado)*Materia prima requerida por unidad <0, 0, (Previsión demanda+Stock de seguridad PT-Stock inicial producto terminado)*Materia prima requerida por unidad))
Units: Unid [0,0]
- Materia prima requerida por unidad = REINITIAL(((Previsión demanda*(Desperdicio en empaque+Desperdicio eacabado +Desperdicio pegado+ Desperdicio en cortado+Desperdicio selección por tamaño y calidad del cartón))+Previsión demanda)/Previsión demanda)
- Número de puestos de trabajo= 4

Units: Puestos de trabajo

- Pedido=IF THEN ELSE(Stock inicial materia prima<Punto de pedido, EOQ , 0)
Units: kg
- Plazo de aprovisionamiento= 1
Units: días
- Previsión demanda=WITHLOOKUP(Time,([(0,0)(24,6)],(1,5),(2,5),(3,7),(4,10),(5,5),(6,5),(7,6),(8,10),(9,5),(10,5),(11,6),(12,10),(13,5),(14,4),(15,6),(16,9),(17,5),(18,4),(19,6),(20,9),(21,4),(22,4),(23,6),(24,9)))
Units: Unid
- Producción requerida=INTEGER (Previsión demanda+Stock de seguridad PT-Stock inicial producto terminado)
Units: Unid
- Punto de pedido= REINITIAL (INTEGER(Inventario de seguridad MP+(Plazo de aprovisionamiento*Demanda MP promedio)))
Units: Unid
- SAVEPER = TIME STEP
Units: Week [0,?]
- Stock de seguridad PT= 5
Units: Unid
- Stock inicial materia prima= INTEG (INTEGER(Pedido-Desperdicio maeria prima inicial-Inventario de seguridad MP-Materia prima a utilizar por periodo),5)
Units: Unid
- Stock inicial producto terminado= INTEG (INTEGER(Producción requerida-Previsión demanda+Devoluciones),0)
Units: Unid
- Tiempo de espera= 0.002
Units: horas
- Tiempo laboral= (Horas extras+Turno)*5
Units: días
- Tiempo operación=RANDOM NORMAL (0.15, 0.18, 0.1704, 0.03 ,99)
Units: horas
- Tiempo preparación= 0.0053
Units: horas

- Tiempo producción unidad=(Tiempo de espera+Tiempo operación+Tiempo preparación+Tiempo transferencia)*Número de puestos de trabajo
Units: horas
- Tiempo transferencia= 0.002
Units: horas
- TIME STEP = 1
Units: Week [0,?]]
- The time step for the simulation.
Turno=1
Units: Unid