



DEPARTAMENTO DE POSGRADOS

**MODELO DE SIMULACIÓN DE EVENTOS DISCRETOS
PARA REFLEJAR LA REALIDAD DEL SISTEMA LOGÍSTICO
DE IMPORTACIÓN DE PRODUCTOS
PERECIBLES**

Trabajo de graduación previo a la obtención del título de:

Magister en Matemática Aplicada

Autor:

Cristina Maribel Jaramillo Castillo

Director:

Dr. Julio César Mosquera Gutierrez

Cuenca – Ecuador

2024

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi profunda gratitud a todas las personas que han contribuido de manera significativa a la realización de este trabajo de titulación de la Maestría en Matemática Aplicada.

En primer lugar, agradezco sinceramente a mi director de tesis, Dr. Julio Mosquera, por su orientación experta y apoyo a lo largo de este proceso.

Asimismo, quiero agradecer al departamento de Posgrados de la Universidad del Azuay, por su invaluable retroalimentación y sugerencias que han enriquecido este trabajo y han contribuido a su calidad.

También deseo reconocer el apoyo brindado por mis compañeros de clase, amigos y familiares, quienes me han impulsado y motivado en cada etapa de este viaje académico.

Sin la ayuda y el apoyo de todas estas personas, este logro no hubiera sido posible. Estoy profundamente agradecida por su confianza, guía y ánimo a lo largo de este proceso.

¡Gracias!

DEDICATORIA

A mi querida hija Cristina Ochoa

Este trabajo de titulación de la Maestría en Matemática Aplicada está dedicado a ti, mi fuente inagotable de inspiración y motivo de orgullo. Desde el momento en que llegaste a mi vida, has sido mi mayor motivación para perseguir mis sueños y superar cualquier obstáculo.

A lo largo de este arduo camino académico, tu amor, comprensión y paciencia han sido mi apoyo inquebrantable. Este logro no solo es mío, sino también tuyo, pues cada sacrificio y esfuerzo ha sido enriquecido por tu presencia en mi vida.

Que este trabajo sea un testimonio de mi amor incondicional por ti y de mi compromiso constante de brindarte lo mejor de mí. Que sirva como un recordatorio de que no hay límites para lo que podemos lograr cuando nos apoyamos mutuamente y creemos en nuestros sueños.

Con todo mi amor y gratitud,

Cristina Jaramillo

INDICE

Resumen	6
Abstract	6
Introducción	7
Revisión bibliográfica	8
Introducción a la Simulación de Eventos Discretos (SED)	8
Aplicaciones de la Simulación de Eventos Discretos (SED).....	8
Impacto de la Simulación de Eventos Discretos (SED) en la Mejora de Sistemas.....	9
Desarrollo y Metodología de la Simulación de Eventos Discretos (SED).....	10
Metodología	11
Recopilación de Datos Históricos y Actuales.....	11
Identificación de Variables y Parámetros Clave.....	12
Creación del Modelo Utilizando ProModel.....	13
Representación de las Etapas del Proceso Logístico	13
Validación del Modelo	15
Análisis de Sensibilidad del Modelo	15
Exploración de Diferentes Escenarios	15
Propuesta y Comparación de Escenarios de Mejora.....	15
Resultados	15
Escenarios Simulados	16
Conclusiones	22
Recomendaciones	23
Referencias	25

INDICE DE TABLAS Y FIGURAS

Tabla 1 Probabilidad del ingreso de pedidos solicitado a los proveedores.....	11
Tabla 2 Probabilidad del ingreso de pedidos por tipo de insumo solicitado a los proveedores..	11
Tabla 3 Parámetros del escenario actual	16
Tabla 4 Parámetros del escenario optimista.....	17
Tabla 5 Parámetros del escenario pesimista	19
Tabla 6 Resultados de las variables de los tres escenarios	19
Tabla 7 Variables por proveedor de la categoría Controladores-Calibradores	20
Tabla 8 Variables por proveedor de la categoría Insumos Varios	21
Figura 1 Proceso de importación de la empresa	13
Figura 2 Modelo conceptual proceso de importación de la empresa.....	13
Figura 3 Parámetros de entrada de los escenarios simulados	16

MODELO DE SIMULACIÓN DE EVENTOS DISCRETOS PARA REFLEJAR LA REALIDAD DEL SISTEMA LOGÍSTICO DE IMPORTACIÓN DE PRODUCTOS PERECIBLES

Cristina Jaramillo crisjaramillo@hotmail.com – Dr. Julio Mosquera julimosquera@uazuay.edu.ec

Resumen

La investigación se centró en la creación y validación de un modelo de simulación detallado de eventos discretos que describe el funcionamiento del sistema logístico utilizado para importar productos perecibles en Ecuador. El propósito principal consistía en incrementar tanto la eficacia como la eficiencia de esta operación logística. Para ello, se recopilaron datos históricos y actuales, se identificaron variables críticas y se desarrolló un modelo de simulación que permitió explorar diversos escenarios y evaluar sus efectos en el sistema logístico. La metodología utilizó el software ProModel con el propósito de llevar a cabo simulaciones que representaran fielmente la operativa real y explorar las diferentes opciones de mejora. Los resultados del estudio indicaron que, al realizar ajustes estratégicos en los tiempos de procesamiento y la eficiencia de gestión, es posible lograr mejoras tanto en la cantidad de importaciones completadas como en la reducción de los tiempos de ciclo. Estos hallazgos respaldan la eficacia de la simulación como una herramienta valiosa para analizar y optimizar los procesos logísticos.

Palabras clave: Simulación de Eventos Discretos, Optimización Logística, Gestión de Inventario, Importación de Productos Perecibles, Análisis de Sensibilidad, Modelado y Simulación.

Abstract

The study focused on the development and verification of a discrete event simulation model that accurately represents the logistics system for importing perishable products to Ecuador. The objective was to improve the effectiveness and efficiency of this logistics process. To do this, historical and current data were collected, critical variables were identified and a simulation model was created that allowed exploring various scenarios and evaluating their impact on the logistics system. The methodology used ProModel software to simulate operational reality and its possible optimizations. The results demonstrated that strategic changes in processing times and management capacity could mean improvements in the number of imports completed and in the reduction of cycle times, thus corroborating the usefulness of simulation as a process analysis and improvement tool logistics.

Key Words: Simulation of Discrete Events, Logistics Optimization, Inventory Management, Importation of Perishable Products, Sensitivity Analysis, Modeling and Simulation.



Introducción

La importación de productos es una actividad clave para el comercio internacional que implica la planificación, organización y control del flujo de bienes desde el punto de origen hasta el punto de destino y aún más la importación de productos perecibles, lo cual se convierte en un sistema complejo que requiere de una buena coordinación entre los diferentes actores y etapas involucradas, desde el proveedor hasta el cliente final.

Sin embargo, esto implica una serie de desafíos y dificultades que pueden afectar la calidad, el costo y la satisfacción de los clientes. Siendo un desafío la operación logística de importación, que involucra la coordinación de múltiples agentes, procesos y recursos entre dos países con diferentes normativas, infraestructuras y condiciones. Algunas de las consecuencias negativas de una mala gestión logística en la importación son: el retraso en la entrega de los productos, la reducción de su vida útil, el aumento de los costos operativos y la pérdida de competitividad y fidelidad de los clientes.

La literatura actual sobre la gestión logística de importación resalta cuestiones habituales que pueden presentarse, tales como posibles demoras en la distribución de mercancías, disminución en la durabilidad de los productos, incremento en los gastos operativos y disminución de la ventaja competitiva y la lealtad de los clientes los cuales son en su mayoría ocasionadas por una logística ineficiente.

En base a lo anterior se planteó claramente cuál es la cuestión a abordar o el problema a resolver, es decir se requiere dar respuesta a la siguiente pregunta ¿De qué manera se podrían optimizar la eficacia y la eficiencia en el proceso logístico de importación de artículos que tienen caducidad a través de la creación y la comprobación de un modelo que simule eventos puntuales y que represente con precisión la complejidad del sistema logístico?

El propósito principal de este estudio consiste en elaborar y comprobar la eficacia de un modelo de simulación de eventos discretos que pueda representar de forma precisa el complejo sistema logístico implicado en la importación de productos perecederos desde diversas naciones hacia el territorio ecuatoriano. Los objetivos específicos del proyecto implican recopilar datos históricos y actuales, identificar variables importantes para el análisis, desarrollar y verificar un modelo de simulación, así como mostrar escenarios para evaluar el sistema logístico de manera efectiva.

Para hacer frente a este problema, se planea utilizar el software ProModel, que se basará en la recopilación y análisis de datos históricos y actuales del sistema logístico de importación. Se llevará a cabo la creación de un modelo de simulación que posibilite la evaluación de la sensibilidad de los factores fundamentales y diversas variables del sistema, facilitando también la comparación entre distintos escenarios que presenten variaciones en sus configuraciones.

Este artículo está estructurado con varias secciones que cubren todo, desde proporcionar contexto al problema hasta presentar resultados y sacar conclusiones. Durante la discusión, se abordarán varios temas importantes, tales como la fundamentación teórica en la que se basa el estudio, detallando la metodología que ha sido empleada para llevar a cabo la investigación, así como se analizarán en profundidad los descubrimientos realizados y se explorarán las posibles implicaciones prácticas que podrían derivarse de las conclusiones obtenidas.

Revisión bibliográfica

Introducción a la Simulación de Eventos Discretos (SED)

La simulación de eventos discretos (SED) es una técnica muy beneficiosa que resulta ser invaluable en el contexto de representar y examinar el modo en que se comportan tanto sistemas reales como también sistemas hipotéticos. Este método se fundamenta en la utilización de programas informáticos, datos y algoritmos con el propósito de crear representaciones de sucesos que tienen lugar en momentos concretos, teniendo un impacto en la condición del sistema objeto de análisis. Según Zarza (2023), la utilización de la Simulación de Eventos Discretos (SED) facilita la exploración y comprensión de sistemas complejos que son tanto dinámicos como estocásticos, además de estar interconectados entre sí, y que su estudio mediante enfoques convencionales tales como métodos analíticos o experimentales presentaría importantes dificultades.

Este enfoque se utiliza en una amplia variedad de áreas, tales como la industria y la logística, donde se destacan sus aplicaciones relevantes. Según lo expresado por Martínez (2023) la Simulación por Eventos Discretos (SED) se puede emplear con el propósito de elaborar representaciones de sistemas operativos en ámbitos como la producción, los servicios y la logística.

En el ámbito de los sistemas de producción, se llevan a cabo simulaciones que incluyen la visualización de procesos tales como el movimiento de materiales a lo largo de la cadena de suministro, la distribución eficiente de recursos y el control y seguimiento de existencias disponibles, de los que los sistemas de servicio, la SED se encargan de analizar y gestionar aspectos como la interacción de los clientes, sus necesidades y expectativas, así como también los tiempos de espera, la eficiencia del servicio y la percepción de satisfacción por parte de los clientes (Cerinza, 2022). En el ámbito de los sistemas logísticos, la simulación de eventos discretos (SED) desempeña un papel fundamental al brindar la capacidad de representar de manera detallada y dinámica la secuencia de operaciones relacionadas con el flujo de productos, así como los procesos de transporte, almacenamiento y distribución, por lo que durante este proceso, se consideran diversas variables, restricciones y riesgos que intervienen en la optimización y gestión eficiente de la cadena logística en su totalidad (Cruz, 2022).

En la misma línea, en la investigación realizada por González (2022) se resalta la capacidad de la Simulación de Eventos Discretos (SED) para optimizar el rendimiento de la cadena logística que se encarga de exportar productos básicos, demostrando descensos importantes en los niveles de stock y en los gastos de mantenimiento, además de generar mejoras en los índices de atención al cliente y en la eficiencia de la utilización de los recursos disponibles.

Aplicaciones de la Simulación de Eventos Discretos (SED)

La simulación de eventos discretos (SED) es considerada una herramienta versátil y poderosa que cuenta con una amplia gama de aplicaciones importantes en los campos industrial y logístico, es decir, este brinda la capacidad de analizar y optimizar una amplia gama de operaciones al abordar de manera efectiva sistemas complejos que son dinámicos, estocásticos y están interconectados (Quespás y Brigeth, 2023).

De una manera más específica en el campo industrial, la Simulación de Eventos Discretos se utiliza para emular y modelar sistemas de producción en distintos procesos y operaciones dentro de una empresa o fábrica, en el cual se puede influir en varios aspectos fundamentales de una organización, tales como la optimización del flujo de materiales, la asignación eficaz de recursos, el control de inventarios y la mejora de la calidad en los procesos, dicha capacidad avanzada de modelado brinda a los

investigadores y profesionales la posibilidad de analizar una variedad de situaciones hipotéticas y mejorar de manera estratégica la eficacia y rendimiento de las operaciones industriales (Vargas et al., 2022).

Además, en el ámbito de los servicios, la simulación de eventos discretos se aplica para imitar de manera precisa la forma en que los clientes ingresan y salen, estimar la cantidad de demanda, calcular la duración del servicio y evaluar el nivel de satisfacción del cliente, es decir, esta herramienta se considera sumamente importante por su capacidad de proporcionar un mayor entendimiento y optimización en la operación de diversos servicios, tales como hospitales, aeropuertos, centros de llamadas y bancos (Jacobo, 2020).

En el campo de la logística, la simulación de eventos discretos (SED) brinda la capacidad de crear representaciones y mejorar la eficiencia de estructuras logísticas complicadas que abarcan transporte, almacenamiento y distribución, lo que significa que esta técnica tiene la capacidad de ser utilizada en diversas áreas, que van desde la planificación de rutas hasta la gestión de inventarios, lo que resulta en una mejora de la eficiencia y la reducción de costos en todos los aspectos de la cadena logística (Gómez y Pontón, 2022).

Impacto de la Simulación de Eventos Discretos (SED) en la Mejora de Sistemas

De acuerdo con Badilla (2022) la simulación de eventos discretos (SED) se ha comprobado que tiene un efecto notable y relevante en la optimización de diferentes facetas de los sistemas, englobando desde la eficacia hasta la excelencia en la calidad y la reducción de los costos asociados, lo que significa que, se destaca que la SED no se limita a ofrecer una descripción detallada del comportamiento de los sistemas, sino que también brinda herramientas esenciales que pueden ser utilizadas para mejorar su operatividad.

En la misma línea, según Cardenas et al. (2021) uno de los elementos fundamentales en los cuales la simulación de eventos discretos (SED) ha logrado generar un efecto beneficioso es en la mejora de la eficacia de las operaciones, resaltando la importancia de la habilidad para crear representaciones y simulaciones de procesos complejos, ya que esto facilita la identificación de puntos de congestión, repeticiones innecesarias y oportunidades de mejora dentro de los sistemas industriales y logísticos, en donde adicionalmente, esto resulta en una mejora de los procesos de trabajo y la gestión de los recursos, lo que a su vez incrementa la eficacia general de toda la estructura del sistema en su conjunto.

Además de eso, se ha comprobado que la simulación de eventos discretos es una herramienta sumamente útil que ha mostrado su eficacia en incrementar la eficiencia y el rendimiento en una amplia variedad de situaciones y entornos, dicha habilidad de probar distintos escenarios y estrategias posibilita la identificación y puesta en marcha de prácticas más eficaces, lo que conlleva a un incremento en la producción y el aprovechamiento de los recursos disponibles (Rodríguez L. , 2023).

Además, de acuerdo con Mena (2021) en lo que respecta a la calidad, también se han observado beneficios importantes por parte de la SED, gracias a la habilidad de representar con precisión procesos de alta complejidad y simular diferentes escenarios bajo diversas condiciones posibilita la detección temprana y la corrección de potenciales desafíos con la calidad, evitando que se materialicen, lo que conlleva a una elevación en la excelencia del producto que se entrega al final del proceso de producción, al mismo tiempo que genera un descenso en los gastos vinculados con actividades de corrección y fallos.

En síntesis, se podría decir que se ha confirmado que la simulación de eventos discretos es una herramienta eficiente y útil que ha resultado en una disminución de los gastos relacionados con las operaciones, en donde al detectar zonas de ineficacia y poner en práctica tácticas para mejorar, las empresas pueden alcanzar importantes reducciones en los gastos que implican la fabricación,

almacenamiento, distribución y otros elementos asociados con el funcionamiento del sistema (James et al., 2024).

Desarrollo y Metodología de la Simulación de Eventos Discretos (SED)

La metodología utilizada para elaborar y verificar modelos de simulación de eventos discretos (SED) emerge como un procedimiento esencial que asegura la eficacia y la exactitud de la simulación por lo que es importante destacar que este proceso sigue una secuencia metódica compuesta por diversas etapas, que abarcan desde la conceptualización precisa del problema hasta la ejecución y registro detallados de las posibles soluciones propuestas (Benites, 2022).

De acuerdo con Foguelman (2023) el inicio de este enfoque implica como primer paso la formulación del problema, lo cual consiste en definir de manera precisa y detallada los objetivos que se desean alcanzar mediante la simulación, así como identificar los componentes esenciales del sistema que se va a modelar. Después de eso, se lleva a cabo la etapa de recolección de datos, en la que se recopila toda la información pertinente acerca del sistema y los valores de sus parámetros. Una vez que se dispone de estos datos, se inicia el proceso de elaboración del modelo, el cual implica la creación de una representación detallada y estructurada del sistema junto con todas sus partes en el programa de simulación.

Después de haber creado el modelo, se procede a realizar la verificación y validación del mismo, con el objetivo de garantizar que el modelo sea capaz de replicar de forma exacta el funcionamiento del sistema real, este procedimiento implica evaluar los resultados de la simulación comparándolos con datos reales y hacer que expertos en el dominio del sistema los revisen y analicen (Orozco y Badilla, 2022).

Luego de esto, se lleva a cabo la fase experimental y la posterior revisión de los resultados, en la que se realizan diversas simulaciones con el fin de analizar una variedad de escenarios y estrategias, en donde se proporciona la oportunidad de adquirir información de gran utilidad acerca de cómo está funcionando el sistema y cuáles podrían ser las consecuencias de las elecciones realizadas (Callejas, 2020).

Finalmente, en esta etapa se procede a la ejecución y elaboración de la implementación y documentación de las soluciones, durante la cual se presentan los resultados encontrados y las sugerencias resultantes de la simulación, lo que implica la tarea de elaborar reportes exhaustivos y documentación detallada sobre el modelo y los resultados que generó (Ronseria, 2020).

En este procedimiento, es crucial mencionar que el software ProModel se convierte en un recurso fundamental que sobresale por su capacidad para llevar a cabo simulaciones de eventos discretos, el cual se destaca que este software ofrece la posibilidad de construir, validar y ejecutar modelos de SED de forma eficiente y precisa, lo que simplifica el proceso de análisis y mejora al máximo la optimización de sistemas complejos (Sena et al., 2020).

Metodología

El sistema modelado corresponde al proceso de importación el mismo tiene como objetivo gestionar todos los trámites necesarios para las operaciones logísticas de importación de tres tipos de insumos: reactivos, controles-calibradores e insumos varios de diferentes proveedores por vía aérea hacia Ecuador. Los pedidos consisten en unidades separadas de cada tipo de insumo. Para el modelo desarrollado se realizaron las siguientes etapas:

Recopilación de Datos Históricos y Actuales

Se utilizó información de importaciones de insumos de 3 años recurrentes del que se realizó un análisis y se estimó la distribución teórica de probabilidad. Por ejemplo, la llegada de pedidos de tres diferentes tipos de ítems de los proveedores principales.

Tabla 1 Probabilidad del ingreso de pedidos solicitado a los proveedores.

Categoría	Importaciones	Probabilidad (%)
Reactivos	172	63
Controles y Calibradores	66	24
Insumos Varios	36	13
Total	274	100

Nota. En la tabla se muestra la probabilidad de ingreso de pedidos solicitados

Tabla 2 Probabilidad del ingreso de pedidos por tipo de insumo solicitado a los proveedores

TIPO INSUMO	PROVEEDOR	IMPORTACIONES	PROBABILIDAD/PROVEEDOR (%)
Reactivos	Proveedor 1	51	30
	Proveedor 2	32	19
	Proveedor 3	16	9
	Proveedor 4	11	6
	Proveedor 5	11	6
	Otros	51	30
Controles-Calibradores	Proveedor 2	31	47
	Proveedor 3	16	24
	Proveedor 6	6	9
	Otros	13	20
Insumos Varios	Proveedor 1	10	28
	Proveedor 7	8	22

Proveedor 8	4	11
Otros	14	39

Nota. En la tabla se muestra la probabilidad de ingreso de pedidos por tipo de insumo solicitados

Identificación de Variables y Parámetros Clave

Identificar las variables y parámetros esenciales que están vinculados a la logística de importación constituye un aspecto crucial que debe abordarse al intentar comprender y mejorar la eficiencia del proceso de importación en el seno de una empresa u organización. En relación a este tema, se han descubierto tres factores principales que tienen una influencia considerable en el funcionamiento global del sistema de importación: el intervalo de tiempo requerido por cada proceso de importación, la cantidad de artículos importados provenientes de cada proveedor y la cantidad de operaciones de importación realizadas por cada proveedor.

- Tiempo de ciclo por importación

El tiempo de ciclo por importación se refiere al periodo completo en que se lleva a cabo el proceso de importación, abarcando desde el instante en que se solicita la importación hasta la llegada de la mercancía importada al almacén designado. El ciclo de importación abarca todas las fases del procedimiento logístico, desde solicitar precios a los proveedores hasta la aprobación de presupuestos, la confirmación de la compra, el desembolso, la expedición del producto, la tramitación aduanera, el envío a nivel internacional, la gestión en el país de destino y la entrega final en el almacén. Un período de tiempo más breve necesario para completar un ciclo indica que el proceso de importación es más eficiente, lo que a su vez puede ayudar a disminuir tanto los costos como los tiempos de espera asociados.

- Cantidad de productos importados por Proveedor

La cantidad de artículos comprados a proveedores: Este término hace referencia a la suma total de productos adquiridos de cada proveedor en un intervalo de tiempo determinado. El número de artículos adquiridos de fuentes exteriores por cada proveedor puede tener un impacto significativo en la administración de inventario, en la programación de la fabricación, así como en la toma de decisiones estratégicas vinculadas con la elección de proveedores. Un proveedor que pueda proporcionar una mayor cantidad y variedad de productos puede influir de manera importante en la disponibilidad de inventario y en la habilidad de satisfacer las necesidades de los consumidores en el mercado.

- Cantidad de importaciones por proveedor.

La cantidad de importaciones por proveedor se refiere a la frecuencia con la que se llevan a cabo las importaciones de bienes o servicios de diversos proveedores. Esta información revela la cantidad de veces que se adquieren productos de cada proveedor específico a lo largo de un período de tiempo determinado. Un incremento en la cantidad de bienes importados de un proveedor puede indicar una conexión más estrecha en términos comerciales con dicho proveedor, lo que puede resultar en una elevada dependencia de sus productos para garantizar la continuidad de las actividades de la empresa. El número de productos traídos de otros países por cada proveedor puede causar impacto en la programación de la fabricación, el manejo de los productos almacenados y la valoración del desempeño de los proveedores en relación a la calidad de los productos, el precio de los mismos y la puntualidad en la entrega.

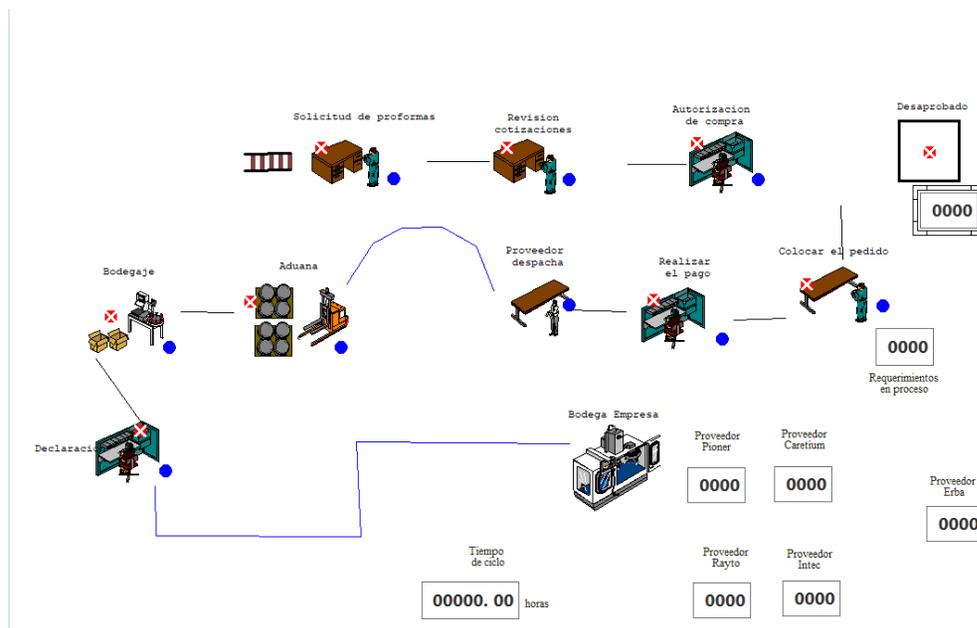
En síntesis, es importante destacar que estos factores y elementos esenciales vinculados con la logística de importación ofrecen datos fundamentales que son necesarios para comprender y potenciar la eficacia del sistema de importación de una compañía. Cuando las organizaciones supervisan y administran de forma correcta estos aspectos, logran mejorar la gestión de sus operaciones logísticas,

disminuir sus gastos, aumentar la eficacia y asegurar un movimiento constante y efectivo de los productos desde el origen hasta el destino deseado.

Creación del Modelo Utilizando ProModel

Con PROMODEL interpretamos el modelo definido y conceptualizado, esta herramienta facilitó el diseño y el desarrollo del modelo a través de una interfaz gráfica Figura 1, sin embargo, requiere la ejecución de ciertos comandos propios de la aplicación. Por ejemplo, en el enrutamiento se usan comandos que deben seguir todos los elementos de entrada según el flujo del sistema.

Figura 1 *Proceso de importación de la empresa*



Nota. En la Figura 1 se muestra el proceso de importación que usa la empresa.

Representación de las Etapas del Proceso Logístico

Se ha seleccionado como sistema de interés para la simulación el sistema de importación de insumos de una empresa ubicada en la ciudad de Cuenca – Ecuador, dedicada a la importación y venta de Insumos Médicos, Odontológicos y de Laboratorio. La empresa cuenta con un departamento de importaciones dedicado a gestionar la importación de las solicitudes que llegan por parte de los jefes de cada línea. Por sus características el sistema fue clasificado como discreto.

Figura 2 *Modelo conceptual proceso de importación de la empresa*

Validación del Modelo

Si bien a través de la simulación no se realizó una representación exacta del sistema de interés, sin embargo, se garantiza que el modelo desarrollado refleja el comportamiento del sistema. La simulación generada a través del software de simulación representa la realidad del sistema de importación y para su validación se ejecutó el modelo por un tiempo de un mes los datos generados se compararon con los datos históricos y se observó que el número de importaciones cerradas por proveedor y tipo de ítem eran en porcentaje similares. Por lo que se dio la validez del modelo.

Análisis de Sensibilidad del Modelo

Con las variables identificadas que principalmente son los tiempos de procesamiento de cada fase y las cantidades importadas por proveedor e insumo se analizó la sensibilidad del modelo donde en cada ejecución del mismo se redujeron los tiempos y el resultado variaba tanto en cantidad de importaciones como en tiempo del ciclo total.

Exploración de Diferentes Escenarios

Se crearon y se exploraron diferentes escenarios creados en PROMODEL modificando los valores de las variables identificadas inicialmente. El escenario donde se disminuyeron los tiempos de procesamiento de las etapas identificadas como cuello de botella, dio como resultado más importaciones cerradas y por ende más cantidades de insumos importados en menos tiempo en comparación con el modelo probable, con esto se dedujo que disminuir los tiempos son favorables para el sistema.

Propuesta y Comparación de Escenarios de Mejora

Basándose en los resultados de la simulación de los escenarios creados se seleccionó el escenario de mejora más efectivo para su implementación importación en el cual se identificaron cuellos de botella determinados por demoras significativas en las siguientes etapas: revisión de las proformas, autorización, colocación del pedido y pago; esto debido a problemas de coordinación interna y entre proveedores:

El escenario propuesto es el incremento de un recurso (Empleado 2) para así reducir los tiempos de los procesos que realiza el Empleado 1

Cabe indicar que el tiempo que toma la autorización del pedido es extenso debido a que Gerencia está copado con múltiples funciones y por ende se retrasa el proceso. En este caso para reducir el tiempo se tendría que realizar una actualización en la política de pedidos para que el proceso de autorización lo realice solo el jefe de marca y así poder agilizar por lo que este proceso no podríamos modificarlo.

Resultados

Ante el problema de falta de stock en las bodegas que trae consigo pérdidas de ventas y fidelidad. Se realizó el modelo y se identificaron las variables más relevantes como son: el tiempo de ciclo que representa el número de horas requeridas para completar una importación de determinado tipo de insumo, esta variable es clave debido a que impacta en el total de importaciones completadas. El tiempo de ciclo varía según el proveedor y tipo de insumo, otra variable es el total de importaciones por tipo de insumo completadas de las que se derivan las variables por proveedor, por lo que los escenarios simulados deben

ajustarse para encontrar un equilibrio óptimo en la cantidad de importaciones completadas. La simulación se ejecutó por un periodo de un año.

Escenarios Simulados

Se simularon tres escenarios: actual, optimista y pesimista, los parámetros que se modificaron se muestran a continuación:

Figura 3 Parámetros de entrada de los escenarios simulados

#	Parámetros	Escenario Actual	Optimista	Pesimista	+
	Simular Escenario?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Ultima Corrida de Simulación				
*	tiempo_autorizado	U(6,2)	U(3,1)	U(8,2)	
*	realizar_pago	16	8	24	
*	cap_solicitud_revision	3	6	3	
*	cap_colocar_pedido	2	4	2	
*	demanda_importaciones	U(24,32)	U(24,32)	U(24,32)	

Nota. Elaboración propia en base a los parámetros del software PROMODEL

La Figura 3 muestra una tabla con parámetros de entrada para tres escenarios de simulación en el proceso de importación. Estos parámetros son clave para comprender cómo las modificaciones operativas afectan la eficacia global (Cortés, 2024). Las diferencias en los plazos de aprobación y habilidades indican la posibilidad de ajustar el proceso para mejorar su eficiencia (Villanueva y Salazar, 2024).

En un escenario optimista, se observa una reducción en los plazos y un aumento en las capacidades, lo que sugiere una optimización y posibles ahorros (Barrera, 2023). En contraste, la perspectiva negativa sugiere demoras y mayores gastos (Arias y López, 2023). Es esencial analizar cómo estos parámetros afectan el proceso y cómo se pueden aprovechar para optimizar la gestión (Marin y Aráuz, 2021).

Escenario Actual. - La **Tabla 3**. Muestra las localizaciones y los tiempos que toman cada una de las operaciones para completar una importación de insumos, se considera que la llegada de los requerimientos de importación sigue una distribución U (24-32) horas, y todas las operaciones tiene un tiempo de procesamiento.

Tabla 3 Parámetros del escenario actual

n	ACTIVIDADES	ESCENARIO ACTUAL TIEMPO	RECURSO	OBSERVACIONES
1	LLEGADA DE LOS REQUERIMIENTOS	24-32 hr.	EMPLEADO 1	
2	SOLICITUD DE PROFORMAS AL PROVEEDOR	2-3 hr.	EMPLEADO 1	min 2 horas máximo 3 horas
3	RESPUESTA DE PROVEEDORES CON LAS PROFORMAS	8-16 hr.	EMPLEADO 1, JEFE DE LÍNEA	SOLICITADAS Se revisan los items solicitados.
4	REVISIÓN Y AUTORIZACIÓN DE LAS PROFORMAS			
5	AUTORIZACIÓN DE COMPRA (GERENCIA Y DPTO. FINANCIERO)	4-8 hr.	GERENTE Y DPTO.FINANCIERO	95% de proformas son aprobadas.
6	COLOCAR EL PEDIDO	4 hr.	EMPLEADO 1	

7	REALIZAR EL PAGO A PROVEEDOR PARA PRODUCCIÓN O DESPACHO.	16 hr.		
8	DESPACHO (PROVEEDOR)	8 hr.	PROVEEDOR EXTERNO	El tiempo de llegada a aduana depende del proveedor.
9	LLEGADA A ADUANA	TIEMPO DEPENDE DE PROVEEDOR Y TIPO DE ITEM		
10	BODEGAJE	24-72 hr. EN BODEGA	ADUANA	
11	DECLARACIÓN Y SACAR MERCADERÍA DE ADUANA	8 hr.	ADUANA	
12	ENVÍO HASTA BODEGA DE LA EMPRESA	8 hr.	TRANSPORTISTA	

Nota. Elaboración propia en base a la situación actual del sistema

Al revisar detenidamente la Tabla 3, la cual muestra el "Escenario Actual" que ha sido investigado en la presente tesis sobre la importación de insumos, es posible reconocer y determinar los diferentes momentos temporales y los recursos que han sido designados para llevar a cabo cada una de las actividades relacionadas con el proceso de importación. Los valores actuales indican el estado operativo existente antes de la introducción de mejoras notables o alteraciones estratégicas en el procedimiento.

En un primer vistazo, es evidente que la distribución de la llegada de los requerimientos es constante, lo que podría indicar la ausencia de regulaciones establecidas para los horarios de inicio del procedimiento de importación (Santisteban y Silva, 2022). El periodo de tiempo necesario para realizar la solicitud y recibir las proformas puede oscilar entre 2 y 16 horas, siendo que se asegura un tiempo mínimo de 2 horas. La revisión minuciosa y aprobación de presupuestos y compras pueden llegar a ocupar un tiempo de hasta 8 horas, lo que sugiere que el proceso de revisión es eficaz, considerando la elevada cantidad de proformas que son aprobadas (Jara y Álvarez, 2023).

La duración del proceso de pago a los proveedores puede extenderse hasta un máximo de 16 horas, lo cual indica un área de oportunidad para incrementar la rapidez en esta etapa. Las tareas relacionadas con la logística, tales como coordinar las entregas, organizar el almacenamiento, gestionar los trámites aduaneros y coordinar el transporte, deben cumplirse dentro de un límite de tiempo definido, aunque pueden depender del rendimiento de los proveedores y agentes aduanales (López, 2022).

A pesar de que el sistema logístico en vigencia está operando de manera aceptable, se identifican posibilidades para incrementar su rendimiento a través de planes que disminuyan la variabilidad y agilicen los procesos comerciales (Llerena, 2023). La introducción de un método sistemático para mejorar de manera constante, el cual se sustenta en la excelencia empresarial y la mejora de los procedimientos logísticos, podría llevar a una disminución en los costos y a un incremento en la satisfacción de los clientes (Barreras, 2022).

Escenario Optimista. - En este este escenario se incrementa un empleado para realizar las operaciones previas al despacho del proveedor extranjero, y se disminuye el tiempo de pago como se muestra en la **Tabla 4**.

Tabla 4 *Parámetros del escenario optimista*

n	ACTIVIDADES	ESCENARIO OPTIMISTA TIEMPO	RECURSO	OBSERVACIONES
1	LLEGADA DE LOS REQUERIMIENTOS	24-32 hr.	EMPLEADO 1	
2	SOLICITUD DE PROFORMAS AL PROVEEDOR	2-3 hr.	EMPLEADO 1 Y EMPLEADO 2	Se incrementa la capacidad de la localidad al doble para simular dos empleados.
3	RESPUESTA DE PROVEEDORES CON LAS PROFORMAS SOLICITADAS	8-16 hr.	EMPLEADO 1 Y EMPLEADO 2	Se incrementa la capacidad de la localidad al doble para simular dos empleados.

4	REVISIÓN Y AUTORIZACIÓN DE LAS PROFORMAS	8-16 hr.	EMPLEADO1, JEFE DE LÍNEA Y EMPLEADO 2	Se incrementa la capacidad de la localidad al doble para simular dos empleados.
5	AUTORIZACIÓN DE COMPRA (GERENCIA Y DPTO. FINANCIERO)	4-8 hr.	GERENTE Y DPTO.FINANCIERO	95% de proformas son aprobadas.
6	COLOCAR EL PEDIDO	4 hr.	EMPLEADO 1 Y EMPLEADO 2	Se incrementa la capacidad de la localidad al doble para simular dos empleados.
7	REALIZAR EL PAGO A PROVEEDOR PARA PRODUCCIÓN O DESPACHO.	8 hr.	EMPLEADO 1 Y EMPLEADO 2	Se disminuye a la mitad el tiempo de pago, priorizando pagos de importaciones.
8	DESPACHO (PROVEEDOR)	8 hr.	PROVEEDOR EXTERNO	
9	LLEGADA A ADUANA	TIEMPO DEPENDE DE PROVEEDOR Y TIPO DE ITEM	ADUANA	El tiempo de llegada a aduana depende del proveedor.
10	BODEGAJE	24-72 hr. EN BODEGA	ADUANA	
11	DECLARACIÓN Y SACAR MERCADERÍA DE ADUANA	8 hr.	ADUANA	
12	ENVÍO HASTA BODEGA DE LA EMPRESA	8 hr.	TRANSPORTISTA	

Nota. Elaboración propia en base a los parámetros del escenario optimista

El examen del escenario optimista, que se puede observar en la Tabla 4, muestra una notoria mejora en los tiempos requeridos para responder y completar actividades fundamentales en el procedimiento de logística de importación, por ejemplo el lapso durante el cual se reciben los requerimientos se encuentra limitado a un intervalo de tiempo que oscila entre las 24 y las 32 horas, lo que sugiere que es un período suficientemente extenso para que el empleado 1 pueda encargarse de las solicitudes iniciales de manera efectiva (Parinango, 2023). La eficiencia en la gestión de recursos humanos se refleja en la solicitud y recepción de cotizaciones por parte de los proveedores, lo cual aumenta la capacidad de la localidad al involucrar a dos empleados, indicando una estrategia para agilizar la comunicación con los proveedores y acelerar la revisión y aprobación de las cotizaciones (Rodríguez J. , 2020).

La colaboración entre el gerente y el departamento financiero es evidente en el proceso de autorización de compras, ya que las proformas son aprobadas en un plazo de 4 a 8 horas. Durante la gestión de pedidos, se puede observar claramente un incremento notable en la eficiencia operativa, lo que a su vez ha permitido acelerar el flujo del proceso logístico (Paredes, 2023).

Se resalta un avance importante en la prontitud de liquidación de las facturas a los proveedores, disminuyendo el tiempo requerido en un 50%, lo cual es crucial para garantizar la constante circulación de mercancías, sobre todo aquellas de carácter perecedero. A pesar de la posible presencia de influencias externas, el procedimiento de almacenamiento y extracción de artículos en la bodega aduanera generalmente sigue un plazo que varía entre 8 y 72 horas. Por último, el proceso de mover los productos hacia la bodega de la compañía se lleva a cabo en un lapso de 8 horas, lo que demuestra la efectividad en el funcionamiento de las operaciones dentro de la cadena de suministro. Este estudio pone de manifiesto la relevancia de asignar recursos y desarrollar tácticas específicas con el objetivo de incrementar la eficacia en el proceso de importación de productos que tienen un periodo de vida limitado (Guaman, 2024).

Escenario Pesimista. - En este escenario se supone que solo trabaja el empleado 1 y los tiempos de autorización y pago al proveedor se incrementan como se muestra en la **Tabla 5**.

Tabla 5 *Parámetros del escenario pesimista*

n	ACTIVIDADES	ESCENARIO PESIMISTA	RECURSO	OBSERVACIONES
1	LLEGADA DE LOS REQUERIMIENTOS	24-32 hr.	EMPLEADO 1	
2	SOLICITUD DE PROFORMAS AL PROVEEDOR	2-3 hr.	EMPLEADO 1	Se supone que solo está trabajando el Empleado 1.
3	RESPUESTA DE PROVEEDORES CON LAS PROFORMAS SOLICITADAS	8-16 hr.		
4	REVISIÓN Y AUTORIZACIÓN DE LAS PROFORMAS	8-16 hr.	EMPLEADO1, JEFE DE LÍNEA	Se supone que solo está trabajando el Empleado 1.
5	AUTORIZACIÓN DE COMPRA (GERENCIA Y DPTO. FINANCIERO)	6-10 hr.	GERENTE Y DPTO.FINANCIERO	Se incrementó el tiempo de autorización del pedido para simular imponderables en tiempo de aprobación por parte de Gerencia.
6	COLOCAR EL PEDIDO	4 hr.	EMPLEADO 1	Se supone que solo está trabajando el Empleado 1.
7	REALIZAR EL PAGO A PROVEEDOR PARA PRODUCCIÓN O DESPACHO.	24 hr.		Se incrementó el tiempo de pago del pedido para simular imponderables en tiempo de pago por parte del departamento financiero.
8	DESPACHO (PROVEEDOR)	8 hr.		
9	LLEGADA A ADUANA	TIEMPO DEPENDE DE PROVEEDOR Y TIPO DE ITEM	PROVEEDOR EXTERNO	El tiempo de llegada a aduana depende del proveedor.
10	BODEGAJE	24-72 hr EN BODEGA	ADUANA	
11	DECLARACIÓN Y SACAR MERCADERÍA DE ADUANA	8 hr.	ADUANA	
12	ENVÍO HASTA BODEGA DE LA EMPRESA	8 hr.	TRANSPORTISTA	

Nota. *Elaboración propia en base a los parámetros del escenario pesimista*

El escenario pesimista que se muestra en la Tabla 5 plantea una serie de desafíos que tienen el potencial de tener un efecto negativo en la eficiencia de las operaciones logísticas relacionadas con la importación, por ejemplo, el período de tiempo durante el cual se pueden realizar solicitudes varía entre 24 y 32 horas, lo que puede ocasionar demoras en el procesamiento de los presupuestos preliminares, provocando que los proveedores pueden tardar entre 8 y 16 horas en responder, lo que contribuye a la incertidumbre en el proceso, en donde, revisar y aprobar proformas puede llevar entre 8 y 16 horas, lo cual implica la necesidad de una colaboración eficaz por parte de todo el equipo involucrado en el proceso (Campos y Ríos, 2023). La aprobación de compras puede tardar desde 6 hasta 10 horas, teniendo en cuenta la posibilidad de contratiempos que puedan surgir y que puedan afectar el tiempo estimado para la aprobación. El pago al proveedor, que normalmente demora 24 horas, se está ampliando, lo que posiblemente sugiere un retraso financiero.

El horario de atención del proveedor tiene una duración de 8 horas, tras las cuales se realizan una serie de trámites aduaneros de diferente duración. El proceso de almacenamiento en un almacén implica un período que puede variar de 24 a 72 horas, seguido por el procedimiento de declaración y extracción, el cual ocupa aproximadamente unas 8 horas. El tiempo que se tarda en transportar los productos a la bodega es de 8 horas. La presencia de estos plazos indica la probabilidad de enfrentar obstáculos, lo que resalta la importancia de contar con estrategias de respaldo y una óptima administración de los recursos disponibles (Velasco y Vega, 2018).

La **Tabla 6**. presenta los resultados de los escenarios simulados, permitiendo una comparación de las variables frente a la modificación de los parámetros de entrada definidos en cada escenario.

Tabla 6 *Resultados de las variables de los tres escenarios*

Escenario	Nombre	Total, Cambios	Tiempo promedio por cambio (min)	Mínimo	Máximo	Valor Actual	Promedio
Actual	V TIEMPO CICLO	98	5,755.10	0	927.3	343.75	285.87

Optimista	V TIEMPO CICLO	102	5.529.41	0	1.996.84	182.59	295.12
Pesimista	V TIEMPO CICLO	87	6.394.48	0	1.791.24	575.28	320.57
Actual	V TOTAL REACTIVOS	54	10444.45	0	54	54	27.82
Optimista	V TOTAL REACTIVOS	66	8545.46	0	66	66	28.87
Pesimista	V TOTAL REACTIVOS	47	120150.06	0	47	47	22.44
Actual	V TOTAL CONTROLES CALIBRADORES	28	20074.29	0	28	28	11.09
Optimista	V TOTAL CONTROLES CALIBRADORES	23	33747.7	0	23	23	10.45
Pesimista	V TOTAL CONTROLES CALIBRADORES	23	38845.72	0	23	23	9.91
Actual	V TOTAL INSUMOS VARIOS	13	2862.94	0	16	16	7.95
Optimista	V TOTAL INSUMOS VARIOS	16	2751.22	0	13	13	8.15
Pesimista	V TOTAL INSUMOS VARIOS	14	3351.48	0	14	14	7.33
Actual	REQUERIMIENTOS TRANSITO	197	2862.94	0	5	5	1.95
Optimista	REQUERIMIENTOS TRANSITO	205	2857.12	0	5	5	2.38
Pesimista	REQUERIMIENTOS TRANSITO	169	3351.48	0	7	1	2.04

Nota. Elaboración propia en base a los resultados obtenidos de la simulación

El examen detallado de la Tabla 6 pone de manifiesto diferencias en el procedimiento de importación en diversos contextos y situaciones. En una instancia donde las condiciones son propicias, el promedio de tiempo necesario para cada modificación es de 295.12 minutos, lo cual representa una mejora con respecto a la duración actual de 285.87 minutos y al período pesimista de 320.57 minutos, lo que indica una mayor eficacia en el proceso y la probabilidad de una disminución en el tiempo total requerido para importar (Luyo, 2023).

En el escenario optimista, se observa que hay un aumento en la cantidad total de importaciones de reactivos, que es de 66, en contraste con la cifra actual de 54, este incremento es mayor que el registrado en el escenario pesimista, que es de 47, lo que sugiere que hay una mejor capacidad de respuesta en el escenario optimista. En relación a los controles calibradores, se han identificado un total de 23 en el escenario más positivo, una cifra ligeramente inferior a los 28 actuales, pero que se mantiene igual al escenario más negativo. Esto podría indicar la posibilidad de mejorar la asignación de recursos para el control de calidad (Ramos, 2023).

En el escenario más favorable, se observa un leve incremento en la cantidad de importaciones re insumos varios, con un total de 16 elementos, en contraste con la cantidad actual de 13 elementos y la cantidad de 14 elementos en el escenario menos favorable, lo que sugiere la posibilidad de una mayor diversidad de insumos o una mayor complejidad en el proceso (Nuñez, 2020).

En lo referente a los requerimientos en tránsito, se nota un incremento en la situación positiva en la que se han iniciado 205 requerimientos, en contraste con la realidad actual (que se han iniciado 197) y el peor escenario posible (que iniciaron 169), lo que indica una mejora en la rapidez del procedimiento y una disminución de los tiempos de espera, lo cual contribuye a reforzar la efectividad del sistema de logística (Castro y Custodio, 2023).

Tabla 7 Variables por proveedor de la categoría Controladores-Calibradores

Escenario	Nombre	Total, Cambios	Tiempo promedio por cambio (min)	Mínimo	Máximo	Valor Actual	Promedio
Actual	V TOTAL CON CAL RROV2	9	62453.33	0	2532	2532	1037.02
Actual	V TOTAL CON CAL RROV3	8	69.72	0	1528	1528	626.13
Actual	V TOTAL CON CAL PROV6	9	228720.04	0	446	446	140.65
Actual	V TOTAL CON CAL OTROS	9	59631.25	0	938	938	361.03
Optimista	V TOTAL CON CAL PROV2	7	78925.73	0	2005	2005	718.89
Optimista	V TOTAL CON CAL RROV3	5	86304.00	0	1012	1012	548.49
Optimista	V TOTAL CON CAL PROV6	6	77920.01	0	1295	1295	616.85
Optimista	V TOTAL CON CAL OTROS	5	106464.02	0	543	543	244.75
Pesimista	V TOTAL CON CAL PROV2	11	51141.83	0	3178	3178	1120.79
Pesimista	V TOTAL CON CAL RROV3	6	73600.01	0	1167	1167	611.23
Pesimista	V TOTAL CON CAL PROV6	2	273360.04	0	443	443	129.49
Pesimista	V TOTAL CON CAL OTROS	4	138840.02	0	386	386	199.06

Nota. Elaboración propia en base a los resultados obtenidos de la simulación

El examen de los resultados detallados por cada proveedor en la categoría de Controladores-Calibradores, como se ilustra en la **Tabla 7**, evidencia notables diferencias en los tiempos y modificaciones previstas en diversos contextos, lo que repercute directamente en la efectividad del procedimiento logístico de importación. En un contexto positivo, se puede apreciar una inclinación hacia la mejora en diversos aspectos vinculados con los insumos de tipo controladores-calibradores. A modo de ejemplo, se observa que el tiempo promedio necesario para realizar un cambio por parte del proveedor 2 es de 718.89 minutos, lo cual supone una disminución significativa en contraste con la duración actual de 1037.02 minutos y la proyección más pesimista de 1120.79 minutos. Esto indica que las operaciones vinculadas a este proveedor específico podrían ejecutarse de manera más rápida y eficiente, lo que a su vez posiblemente resultaría en una mejoría global en cuanto al tiempo necesario para completar el procedimiento de importación (Cueva, 2021).

Asimismo, es importante mencionar que el tiempo promedio necesario para completar un cambio por parte del proveedor 3 es de 548.49 minutos en el escenario optimista, lo cual sugiere una reducción notable en contraste con el tiempo actual de 626.13 minutos y el tiempo esperado en el escenario pesimista de 611.23 minutos. La disminución en la duración promedio de cada cambio implica que las tareas vinculadas a este proveedor se están llevando a cabo de manera más eficiente, lo que posiblemente resulte en una aceleración en los plazos de entrega y en una mejor gestión de los recursos empleados (Flores, 2023). En contraste, se puede notar que, en la situación más favorable, se requieren aproximadamente 616.85 minutos en promedio para que el proveedor 6 realice un cambio, lo cual muestra una mejora en comparación con el tiempo actual (140.65 minutos) y una leve reducción en relación al escenario más negativo (129.49 minutos). Esta situación indica que habría una mejora en la manera en que se maneja este proveedor específico, lo que posiblemente resultaría en un aumento de la efectividad en la etapa logística relacionada con la importación (Lay et al., 2022).

En lo que respecta a los demás proveedores de la categoría Controladores-Calibradores, se puede notar una tendencia parecida en la mejora de los tiempos promedio por cambio en el escenario optimista cuando se compara con el escenario actual y pesimista, lo que señala que ha habido una mejora en general en la eficacia del proceso de importación específicamente en lo que concierne a estos proveedores (Tejada, 2022).

Tabla 8 Variables por proveedor de la categoría Insumos Varios

Escenario	Nombre	Total, Cambios	Tiempo promedio por cambio (min)	Mínimo	Máximo	Valor Actual	Promedio
Actual	V TOTAL INSUMOS VARIOS PROV1	9	57226.68	0	588	588	282.73
Actual	V TOTAL INSUMOS VARIOS PROV7	5	183200.03	0	144	144	60.85
Actual	V TOTAL INSUMOS VARIOS PROV8	3	201120.00	0	620	620	360.68
Actual	V TOTAL INSUMOS VARIOS OTROS	2	202080.04	0	22600	22600	12387.3
Optimista	V TOTAL INSUMOS VARIOS PROV1	3	146240.03	0	196	196	125.45
Optimista	V TOTAL INSUMOS VARIOS PROV7	2	80880.00	0	104	104	73.21
Optimista	V TOTAL INSUMOS VARIOS PROV8	1	310560.09	0	321	321	145.14
Optimista	V TOTAL INSUMOS VARIOS OTROS	7	56640.00	0	74900	74900	46257.04
Pesimista	V TOTAL INSUMOS VARIOS PROV I	6	67600.01	0	414	414	210.03
Pesimista	V TOTAL INSUMOS VARIOS PROV7	2	172560.04	0	102	102	61.91
Pesimista	V TOTAL INSUMOS VARIOS PROV8	3	181280.03	0	939	939	565.42
Pesimista	V TOTAL INSUMOS VARIOS OTROS	3	177440.03	0	30000	30000	12604.74

Nota. Elaboración propia en base a los resultados obtenidos de la simulación

El examen detallado de los resultados relacionados con cada proveedor en la categoría de Insumos Varios, como se detalla en la **Tabla 8**, ofrece datos esenciales acerca de las posibles modificaciones en los plazos y la frecuencia de cambios en diversas situaciones, lo cual influye de forma directa en la eficiencia del proceso logístico relacionado con la importación (Barriga, 2020).

En una perspectiva optimista, se pueden notar varios cambios positivos que tienen el potencial de impactar de manera beneficiosa en la eficacia del procedimiento. A modo de ilustración, se observa que el proveedor 1 tiene un tiempo medio necesario para realizar un cambio de 125.45 minutos, indicando un descenso destacado en contraste con los valores actuales (282.73 minutos) y los hipotéticos menos favorables (210.03 minutos). La reducción de los tiempos promedio necesarios para realizar cambios indica que la administración de una variedad de insumos provenientes de este proveedor se ha vuelto más ágil, lo que posiblemente resulte en una mejora global en la eficacia del procedimiento logístico (Lescano, 2024).

Además de eso, es importante resaltar que, en el mejor de los casos, el tiempo promedio necesario para realizar un cambio por parte del proveedor 8 es de 145.14 minutos, lo que muestra una disminución considerable en contraste con el escenario actual (360.68 minutos) y un nivel constante en comparación con el peor escenario posible, el cual requiere 565.42 minutos. Esta mejora en la eficiencia de los tiempos de cambio implica una optimización en la forma en que se gestionan los diferentes insumos provenientes específicamente de este proveedor, lo que podría resultar en una mayor efectividad en el procedimiento de importación (Cabrera et al., 2023).

Además, se puede notar que, en la situación más favorable, el tiempo medio necesario para realizar un cambio por parte de proveedores no identificados es de 46257.04 minutos, lo que muestra una mejora sustancial en contraste con el tiempo actual de 12387.3 minutos y el escenario menos favorable de 12604.74 minutos. La notable mejora en los tiempos promedio por cambio indica que se ha logrado una mayor eficiencia en la gestión de una variedad de insumos procedentes de proveedores no designados específicamente, lo que posiblemente podría generar una mejora en todo el flujo logístico de importación (Venegas y Jiménez, 2022).

Conclusiones

La utilización de la Simulación para Optimizar Procesos Logísticos ha permitido comprobar que la simulación de eventos discretos se presenta como una herramienta sumamente beneficiosa y efectiva para examinar detalladamente la complejidad que caracteriza al sistema logístico encargado de la importación de productos perecibles. Los resultados obtenidos a través de la simulación han dado lugar a la identificación y comprensión del impacto que diversas variables tienen en el proceso de importación, lo que a su vez ha brindado la oportunidad de proponer cambios estratégicos con el fin de mejorar y hacer más eficientes las operaciones. Este enfoque proporciona una respuesta positiva a la pregunta de investigación inicial y al objetivo principal del estudio, ya que logró representar con precisión el sistema logístico y recomendar mejoras respaldadas por evidencia empírica.

Se ha notado que, en el mejor de los casos, se produce un aumento significativo en la cantidad de importaciones finalizadas, en particular en lo que respecta a los reactivos, lo que a su vez tiene un efecto positivo en la gestión del inventario y en la satisfacción del cliente. Este incremento en la producción tiene el potencial de disminuir los inconvenientes causados por la escasez de inventario y aumentar la variedad de productos disponibles para la clientela. El aumento mencionado se encuentra en línea con el propósito específico del proyecto que busca optimizar la eficiencia del sistema logístico, y al mismo tiempo, en sintonía con la meta de elevar tanto la satisfacción de los clientes como la competitividad de la compañía.

La simulación realizada apunta a la necesidad de realizar un análisis independiente detallado específicamente para la importación de insumos de las categorías de controles-calibradores e insumos

varios. Los resultados encontrados indican que es posible que estas categorías presenten dinámicas únicas en el sistema logístico, lo cual podría requerir enfoques de gestión específicos y adaptados para cada una de ellas. La importancia de este hallazgo pone de manifiesto la importancia y la conveniencia de adoptar estrategias individualizadas en el ámbito logístico, subrayando la flexibilidad y practicidad de utilizar herramientas de simulación con el propósito de perfeccionar la organización y funcionamiento de las importaciones. Esto coincide con el propósito de diseñar un enfoque que permita valorar y mejorar de manera eficiente el sistema de distribución de mercancías.

En el futuro y para mejorar continuamente, se sugiere en la tesis que investigaciones posteriores podrían obtener ventajas al combinar métodos de optimización con la simulación a fin de analizar y descubrir nuevas posibilidades y contextos. Este planteamiento destaca la capacidad del modelo de simulación no solamente para ser utilizado como una herramienta de análisis, sino también como un medio efectivo en el cual tomar decisiones tanto estratégicas como operativas. Al trazar cómo el modelo puede ser útil en estudios que se realizarán en el futuro, se crea un plan detallado que servirá como guía para llevar a cabo mejoras constantes y lograr el crecimiento de un sistema logístico sólido y efectivo.

Recomendaciones

Se sugiere incorporar de forma constante herramientas de simulación en las operaciones logísticas de una empresa, poniendo especial atención en adaptarlas a las necesidades y particularidades de la organización. Este proceso implica la modificación de los parámetros de la simulación de manera dinámica y en el momento actual para poder representar con precisión las variaciones que ocurran en el entorno de importación y la demanda del mercado. Es importante proporcionar una formación apropiada a los usuarios al implementar estas herramientas, así como incorporarlas de forma efectiva en el proceso de toma de decisiones estratégicas.

Se propone revisar y perfeccionar la gestión de inventario con el objetivo de mantener un nivel adecuado de existencias, considerando el posible aumento de las importaciones realizadas y la disminución de los tiempos de ciclo en un escenario positivo. Esto podría incluir la necesidad de analizar y modificar las normas relacionadas con la gestión de existencias, los métodos utilizados para prever la demanda y las tácticas de reposición con el objetivo de garantizar que los artículos estén siempre disponibles y así prevenir la disminución en las ventas que podría ocurrir si los productos no están en stock.

Las variaciones identificadas entre las distintas categorías de insumos indican la posibilidad de la necesidad de adoptar un enfoque de gestión particular para cada una de ellas. Por lo tanto, sería aconsejable crear planes logísticos adaptados específicamente para las categorías de controles-calibradores e insumos diversos, quizás mediante la creación de equipos especializados o la adopción de sistemas de información para facilitar una gestión más detallada y eficiente.

Se promueve la realización de investigaciones en el futuro que combinen la simulación con diferentes técnicas de optimización, tales como la programación lineal y los algoritmos genéticos, con el objetivo de descubrir configuraciones de sistema que sean aún más eficaces en términos de eficiencia. Esto podría posibilitar la investigación y análisis de una variedad más extensa de situaciones

imaginarias, lo que a su vez simplificaría la implementación de las tácticas más efectivas en un contexto que está constantemente evolucionando y lleno de competencia.

Referencias

- Arias, J., & López, D. (2023). Propuesta de mejoramiento del proceso productivo para la elaboración de cofres fúnebres de la empresa inversiones calo. *repositorio.unbosque.edu.co*. <https://repositorio.unbosque.edu.co/server/api/core/bitstreams/7e531602-d73e-4868-a08e-575886863996/content>
- Badilla, F. (2022). Análisis del efecto en la capacidad instalada productiva de los procesos diagnósticos en ingeniería hospitalaria mediante el uso de modelos de simulación de eventos discretos. *oa.upm.es*. <https://oa.upm.es/id/eprint/75469>
- Barrera, A. (2023). Estructura de capital en pymes: optimización para el crecimiento empresarial. *repositorio.eia.edu.co*. <https://repositorio.eia.edu.co/entities/publication/3cfa6488-28a1-46c9-99c1-e39ece3ec3ca>
- Barreras, I. (2022). La mejora continua: Elemento de competitividad empresarial. *Revista electrónica sobre cuerpos académicos y grupos de investigación*. <http://mail.cagi.org.mx/index.php/CAGI/article/view/253>
- Barriga, A. (2020). Gestión logística y su influencia en los procesos de adquisiciones y contrataciones de la Municipalidad Provincial de Tacna, periodo 2017. *repositorio.upt.edu.pe*. <https://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/1596>
- Benites, F. (2022). Análisis y mejora del proceso operativo del servicio de donación de sangre en un banco de sangre de Piura aplicando simulación discreta. *pirhua.udep.edu.pe*. https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/5674/ING_2216.pdf?sequence=1
- Cabrera, L., Vargas, Y., Redondo, R., Beltran, J., & Betancourt, E. (2023). Propuesta en Supply Chain Management y Logística en la empresa Friogan SA. *repositorio.unad.edu.co*. <https://repositorio.unad.edu.co/handle/10596/57304>
- Callejas, R. (2020). Implementación de una simulación de eventos discretos, para mejorar el flujo de pacientes en una IPS. *repositorio.cuc.edu.co*. <https://repositorio.cuc.edu.co/handle/11323/7104>
- Campos, E., & Ríos, Á. (2023). Implementación de Lean Manufacturing para incrementar la eficiencia en una línea de producción de luminaria NEO. *repositorioacademico.upc.edu.pe*. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/672399>
- Cardenas, L., Gutiérrez, C., & García, R. (2021). Evaluación de los procesos de siembra y corte de flores mediante simulación de eventos discretos. *Prospectiva*. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7997613>
- Castro, E., & Custodio, D. (2023). Implementación de un sistema de facturación electrónica para mejorar el proceso de envío de comprobantes electrónicos en la empresa “OSIS FISH”, Lima-2023. *repositorio.utp.edu.pe*. <https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/7984>
- Ceranza, B. (2022). Análisis de sistemas de producción mediante el uso de herramientas digitales orientadas a la simulación de procesos productivos que integren modelado, análisis y visualización. *repositoriodspace.unipamplona.edu*. <http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/handle/20.500.12744/5310>

- Cortés, J. (2024). Diseño y análisis estructural de una banda transportadora de pesos para una empresa de alimentos empleando Softwares de ingeniería. *dspace.ups.edu.ec*. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/27438>
- Cruz, G. (2022). Modelo de simulación de eventos discretos y optimización de una línea de producción automotriz a través de Tecnomatix Plant Simulation. *repositorio.tec.mx*. <https://repositorio.tec.mx/handle/11285/651626>
- Cueva, J. (2021). Plan de mejora basado en gestión por procesos para desarrollar la productividad en la empresa Integración y Tecnología Global Protection SA. *dspace.ups.edu.ec*. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/21059>
- Flores, K. (2023). Optimización del rendimiento y eficiencia en la última milla de mensajería: Evaluación del aprovechamiento de recursos y su impacto en el tiempo de entrega. *repositorio.unitec.edu*. <https://repositorio.unitec.edu/handle/123456789/12875>
- Foguelman, D. (2023). Métodos formales para el modelado y simulación de sistemas complejos con propiedades emergentes. *bibliotecadigital.exactas.uba.ar*. https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/download/tesis/tesis_n7250_Foguelman.pdf
- Gómez, J., & Pontón, N. (2022). Diseño de un modelo logístico para la biomasa residual agrícola y pecuaria en torno a un sistema centralizado de aprovechamiento. *repository.universidadean.edu.co*. <https://repository.universidadean.edu.co/handle/10882/11754>
- González, C. (2022). Análisis, Simulación y Optimización de las Operaciones en el Lado Aire del Aeropuerto de Sevilla mediante un Modelo de Eventos Discretos. *idus.us.es*. <https://idus.us.es/handle/11441/141199>
- Guaman, L. (2024). Plan estratégico para el fortalecimiento de la gestión de la planta purificadora Agua Los Ríos, cantón Montalvo, provincia Los Ríos, período 2023-2027. *Universidad Estatal de Bolívar*. <https://dspace.ueb.edu.ec/handle/123456789/6803>
- Jacobo, F. (2020). 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. *CIATEQ, Ed., México*. <https://ciateq.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1020/411>
- James, A., Cortes, Y., & Narvaez, J. (2024). Modelo De Mejoramiento Para Atención En Sala De Urgencias De Bogotá. *repository.universidadean.edu.co*. <https://repository.universidadean.edu.co/handle/10882/13271>
- Jara, B., & Álvarez, G. (2023). Mejoras en la gestión de capacitaciones externas de una empresa de telecomunicaciones en Ecuador. *Compendium: Cuadernos de Economía y Administración*. revistas.espol.edu.ec
- Lay, R., Acevedo, A., & Acevedo, J. (2022). Guía para la aplicación de una estrategia de mejora continua. *Ingeniería Industrial*. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1815-59362022000300030&script=sci_arttext
- Lescano, A. (2024). Desarrollo de una aplicación web para mejorar el control y gestión de los procesos de producción en la empresa textil Acuatex. *repositorio.utn.edu.ec*. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/15435>

- Llerena, D. (2023). Análisis de procesos y aplicación de control de calidad en la confección de indumentaria en denim para la fábrica Rinotex. *repositorio.uta.edu.ec*. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/38456>
- López, E. (2022). Optimización en logística de importaciones para la cadena de abastecimiento de materia prima en una fábrica de productos alimenticios. *Universidad de San Carlos de Guatemala*. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/17704/>
- Luyo, A. (2023). El despacho anticipado de importación y su relación con los tiempos de importación en el Perú 2016-2020. *repositorio.unfv.edu.pe*. <https://repositorio.unfv.edu.pe/handle/20.500.13084/6945>
- Marin, D., & Aráuz, C. (2021). La función de auditoría interna en la toma de decisiones corporativas de las empresas industriales manufactureras de Quito en el periodo 2018-2019. *repositorio.espe.edu.ec*. <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/25969/1/T-ESPE-044798.pdf>
- Martinez, M. (2023). Análisis y mejora del flujo de producción en la fabricación de cabezas de cilindros para motores de automóviles mediante la simulación de eventos discretos. *ciateq.repositorioinstitucional.mx*. <https://ciateq.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1020/700>
- Mena, E. (2021). Incorporación de variables capacitarias de energía, agua y ventilación en la modelación del manejo de marinas en Block Caving, utilizando simulación de eventos discretos. *repositorio.uchile.cl*. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/181995>
- Nuñez, J. (2020). Estructura y autoorganización comunitaria: elementos de resiliencia social para escenarios de desastres. *Cultura y representaciones sociales*. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-81102020000200331&script=sci_arttext
- Orozco, C., & Badilla, F. (2022). Análisis del proceso de empaque de banano para el aprovechamiento del recurso hídrico mediante la simulación de eventos discretos. *Revista Tecnología en Marcha*. https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0379-39822022000400175
- Paredes, J. (2023). Diseño de mejora en la gestión logística para incrementar la productividad en una empresa del sector industrial, Trujillo, 2023. *repositorio.ucv.edu.pe*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/135512>
- Parinango, R. (2023). Propuesta de mejora de la gestión de la producción para incrementar la productividad en la línea de extracción de jugo de maracuyá" *Passiflora Edulis* Var. *Flavicarpa*" en una empresa procesadores de jugos. *tesis.usat.edu.pe*. <http://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/6399>
- Qespás, V., y Brigeth, D. (2023). Sistema de control de inventario para la mejora del proceso de producción en la microempresa FOR YOU. UPEC. *repositorio.upec.edu.ec*. <http://repositorio.upec.edu.ec/handle/123456789/2050>
- Ramos, V. (2023). Propuesta de mejora en el nivel de servicio de gestión de almacen de la empresa Logistore, Lima 2023. *repositorio.usil.edu.pe*. <https://repositorio.usil.edu.pe/entities/publication/f9cbd956-0680-42c8-846c-7ef359a482e0>

- Rodríguez, J. (2020). Acciones necesarias para mejorar la relación causa-efecto entre la inversión en prácticas de gestión de recursos humanos y la motivación en la empresa. *Información tecnológica*. https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-07642020000200207&script=sci_arttext&tlng=pt
- Rodríguez, L. (2023). Optimización de tráfico de datos en el internet de las cosas médicas utilizando un simulador de redes de eventos discretos y lora: caso de estudio centros médicos de la PUCESE. *repositorio.pucese.edu.ec*. <https://repositorio.pucese.edu.ec/bitstream/123456789/3418/1/TesisAlejandroRodriguez-3-04-2023.pdf>
- Ronseria, J. (2020). Diseño e Implementación de un protocolo de pruebas automatizado para un Simulador de Eventos Discretos Basado en Análisis RAM. *repositorio.udistrital.edu.co*. <https://repositorio.udistrital.edu.co/handle/11349/28106>
- Santisteban, D., & Silva, S. (2022). Diseño de un sistema de gestión logística para las ventas en la empresa corporación Bim SAC, José Leonardo Ortiz 2018. *repositorio.uss.edu.pe*. <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/9319>
- Sena, A., Acosta, R., & Delgado, V. (2020). Simulación de eventos discretos para reducir el tiempo de espera en el área de consulta externa de un hospital público. *NGnosis*. <http://revistas.ucv.edu.pe/index.php/ingnosis/article/view/1443>
- Tejada, D. (2022). Balanced Scorecard basado en la mejora continua para la permanencia empresarial de la pyme importadora Pathrosrep SAC Lima 2021. *repositorio.upn.edu.pe*. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/31941>
- Vargas, J., Castrillón, O., & Giraldo, J. (2022). Modelo de simulación de eventos discretos y emulación de sensores para mejorar una ruta de transporte rural al reducir los tiempos de espera. *Información tecnológica*. https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-07642022000600135&script=sci_arttext
- Velasco, W., & Vega, H. (2018). Estudio de un plan de organización de materia prima e insumos en el área de bodega para agilizar los procesos productivos en la Empresa Industrial Metálica Cotopaxi. *Universidad Técnica de Cotopaxi*. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/4553>
- Venegas, V., & Jiménez, D. (2022). Propuesta de un modelo de mejora para la gestión financiera en la empresa Asesoría Óptima en Seguridad Industrial Sociedad Anónima (ASOSI). *kerwa.ucr.ac.cr*. <https://www.kerwa.ucr.ac.cr/handle/10669/87042>
- Villanueva, B., & Salazar, A. (2024). Plan estratégico para el fortalecimiento de la gestión de la Asociación Mundo Express, cantón Pallatanga, provincia del Chimborazo, periodo 2023-2027. *Universidad Estatal de Bolívar*. <https://dspace.ueb.edu.ec/handle/123456789/6771>
- Zarza, R. (2023). Simulación de eventos discretos desde la ingeniería industrial. *Pädi Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías del ICBI*. <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icbi/article/view/10207>