



Ciencia Latina
Internacional

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), noviembre-diciembre 2024,
Volumen 8, Número 6.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i6

IMPACTO DE LA SIMULACIÓN EN FLEXSIM PARA REDISEÑAR PROCESOS INDUSTRIALES: MEJORA DE VELOCIDAD Y SIMPLIFICACIÓN OPERATIVA EN SISTEMAS AUTOMATIZADOS

**IMPACT OF SIMULATION IN FLEXSIM FOR REDESIGNING
INDUSTRIAL PROCESSES: ENHANCING SPEED AND
STREAMLINING OPERATIONS IN AUTOMATED SYSTEMS**

Hernán Vinicio Morales Villegas

Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE - Ecuador

Kevin Daniel Gavilanes Gómez

Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE - Ecuador

José Andrés Díaz Vásquez

Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE - Ecuador

Rubén Stalin Chicaiza Guerrero

Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE - Ecuador

Erika Maribel Ortiz Pérez

Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE - Ecuador

Impacto de la simulación en FlexSim para rediseñar procesos industriales: Mejora de velocidad y simplificación operativa en sistemas automatizados

Hernán Vinicio Morales Villegas¹

hvmorales@espe.edu.ec

<http://orcid.org/0000-0001-8211-1238>

Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE
Ecuador

Kevin Daniel Gavilanes Gómez

kdgavilanes@espe.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0005-5906-939X>

Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE
Ecuador

José Andrés Díaz Vásconez

jadiaz17@espe.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0009-8398-9531>

Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE
Ecuador

Rubén Stalin Chicaiza Guerrero

rschicaiza@espe.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0008-3898-9631>

Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE
Ecuador

Erika Maribel Ortiz Pérez

emortiz2@espe.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0002-6755-7252>

Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE
Ecuador

RESUMEN

Este estudio analiza el impacto del uso de la simulación en FlexSim para rediseñar procesos industriales automatizados, específicamente en la clasificación y almacenamiento de materiales. Se presenta una comparación entre un diseño inicial y una propuesta optimizada basada en la eliminación de cuellos de botella y la simplificación operativa. Los hallazgos destacan una reducción del tiempo de ciclo en un 74.29% y una mejora sustancial en la capacidad operativa, lo que demuestra la efectividad de las simulaciones para optimizar sistemas complejos. La investigación subraya la importancia de herramientas predictivas para la toma de decisiones estratégicas en la gestión industrial.

Palabras clave: simulación, FlexSim, procesos industriales, optimización, sistemas automatizados

¹ Autor principal

Correspondencia: hvmorales@espe.edu.ec

Impact of Simulation in FlexSim for Redesigning Industrial Processes: Enhancing Speed and Streamlining Operations in Automated Systems

ABSTRACT

This study evaluates the impact of simulation using FlexSim to redesign automated industrial processes, particularly in material classification and storage. A comparison is presented between the initial design and an optimized proposal that eliminates bottlenecks and simplifies operations. Key findings reveal a 74.29% reduction in cycle time and substantial improvements in operational capacity, demonstrating the effectiveness of simulations in optimizing complex systems. The research highlights the importance of predictive tools for strategic decision-making in industrial management.

Keywords: simulation, FlexSim, industrial processes, optimization, automated systems

Artículo recibido 10 noviembre 2024

Aceptado para publicación: 11 diciembre 2024



INTRODUCCIÓN

La simulación, en su concepción actual, tiene sus orígenes en la década de 1940, cuando Von Neumann y Ulam desarrollaron el concepto de "análisis de Monte Carlo". Esta técnica matemática se utilizó para abordar problemas de protección nuclear que resultaban demasiado costosos o complicados de resolver de manera experimental o analítica (Marmolejo et al., 2024). Posteriormente, en la década de 1950, la simulación analógica evolucionó con el desarrollo de los lenguajes de programación para simulación (Simulation Programming Languages, SPL), marcando el inicio de la simulación computacional (Marmolejo, 2012).

En el contexto actual, el diseño industrial y la simulación se han consolidado como herramientas esenciales para mejorar los procesos en diferentes sectores industriales. La integración de estas disciplinas permite analizar y optimizar los sistemas de producción, garantizando tanto la calidad como la eficiencia operativa. La simulación de procesos se ha posicionado como una de las herramientas más valiosas de la ingeniería industrial, al representar procesos complejos mediante modelos simplificados que facilitan su análisis y comprensión (Dominguez, 2010).

Las empresas, sujetas a mercados cada vez más competitivos y exigentes, enfrentan la necesidad de optimizar todos los aspectos de su producción. Esto es especialmente relevante en industrias como la alimentaria, donde la eficiencia operativa es crucial para garantizar su sostenibilidad (H. P. Orozco et al., 2018). En respuesta a estas demandas, la simulación computacional ha evolucionado notablemente en las últimas décadas, impulsada por el desarrollo de computadoras de alta velocidad y nuevas técnicas de modelado, lo que permite experimentar con modelos matemáticos y obtener resultados rápidos y precisos (Marmolejo et al., 2024).

El software FlexSim ha emergido como una herramienta clave en el rediseño de procesos industriales automatizados, especialmente en áreas como la clasificación y almacenamiento de materiales. Este artículo analiza cómo FlexSim contribuye a la simplificación operativa y a la mejora de velocidad en los sistemas automatizados, permitiendo a las empresas anticipar resultados y validar estrategias antes de su implementación (Díaz et al., 2018).

Con los avances en informática, tecnologías como el modelado en 3D y la adopción de materiales alternativos, la toma de decisiones en el diseño de productos y procesos ha mejorado considerablemente.



En este marco, la simulación ha demostrado ser una técnica versátil y poderosa, no solo para evaluar reglas de secuenciación y minimizar costos y tiempos de procesamiento, sino también para modelar escenarios complejos y probar estrategias bajo diferentes condiciones (E. Orozco et al., 2021).

El principal desafío en los procesos automatizados tradicionales radica en la presencia de cuellos de botella, tiempos muertos y altos costos operativos asociados a configuraciones como el uso de brazos robóticos. Este estudio busca demostrar, a través de un marco teórico sustentado en la simulación y optimización de sistemas, cómo la eliminación de elementos complejos puede incrementar la productividad sin comprometer la calidad. Además, se presenta un enfoque innovador que facilita la replicabilidad de las metodologías en distintos entornos industriales, demostrando cómo la simulación puede transformar sistemas limitados en operaciones más fluidas y adaptables (Rodríguez, 2020).

La simulación, con su capacidad para modelar situaciones reales e hipotéticas, ha revolucionado la ingeniería industrial, reduciendo el tiempo y los costos del método tradicional de prueba y error en la fabricación (Rodríguez, 2020). Investigaciones previas han validado el uso de herramientas como FlexSim, destacando su capacidad para analizar dinámicas complejas y apoyar decisiones estratégicas, garantizando la eficiencia y sostenibilidad en los procesos productivos (Izurieta et al., 2024).

No obstante, este trabajo se distingue al aplicar dichas metodologías a un diseño automatizado genérico, lo que facilita su replicabilidad en una amplia variedad de entornos industriales. El objetivo principal es demostrar cómo la simulación puede transformar sistemas limitados en operaciones fluidas y adaptables, estableciendo una base sólida para futuras decisiones estratégicas.

METODOLOGÍA

Este estudio emplea un enfoque cuantitativo y aplicativo, diseñado para medir el impacto de un rediseño en un sistema industrial automatizado mediante simulaciones en FlexSim. La investigación combina un carácter descriptivo y explicativo, ya que analiza el comportamiento del sistema original y describe cómo las modificaciones implementadas afectan variables clave como la velocidad y la eficiencia operativa. Además, incluye un enfoque predictivo, al simular escenarios alternativos que permiten prever el desempeño del sistema bajo diferentes configuraciones, contribuyendo a la toma de decisiones estratégicas.

Simulación en procesos industriales

La simulación de procesos industriales utiliza modelos computacionales para replicar de manera virtual los métodos y procedimientos de una línea de manufactura. Estas simulaciones imitan el funcionamiento de sistemas reales, representando su evolución bajo diversas condiciones temporales y operativas (Marques, 2020). Este enfoque permite evaluar hipótesis antes de su implementación, lo que resulta en un análisis más seguro y eficiente de las posibles mejoras (Casco, 2023).

Tipos de simulación de procesos

Modelado y simulación basados en agentes

Este tipo de simulación se centra en analizar el impacto de un agente sobre el sistema o entorno. Los agentes pueden ser personas, equipos u otros elementos que interactúan con el sistema. El modelo considera el comportamiento del agente a través de reglas específicas y evalúa la respuesta del sistema ante dichas interacciones. Por ejemplo, el efecto de una nueva máquina en una línea de producción (Gavilanes, 2022).

Simulación de eventos discretos

Este modelo analiza eventos específicos que afectan el flujo de un proceso. Un ejemplo típico es el proceso de asistencia técnica, donde se evalúan actividades como la recepción de llamadas, su asignación a agentes y su resolución. Este enfoque permite identificar cuellos de botella y optimizar procesos operativos (Gavilanes, 2022).

Simulación de dinámica de sistemas

La dinámica de sistemas es un enfoque abstracto de modelado que no incluye detalles específicos como maquinaria o mano de obra. Este tipo de simulación es útil para analizar patrones generales y dinámicas de comportamiento a gran escala dentro de un sistema de manufactura (Gavilanes, 2022).

Simulación de Montecarlo / Análisis de riesgos

La simulación de Montecarlo se utiliza principalmente para el análisis de riesgos antes de implementar cambios significativos en procesos industriales. Basándose en modelos matemáticos, permite predecir resultados usando datos reales, como el suministro de materiales y el rendimiento de producción (Gavilanes, 2022).



Ventajas

Según (Tello, 2024), la simulación de procesos industriales ofrece múltiples beneficios, entre los cuales destacan:

- Reducción de costos y riesgos
- Optimización del flujo de trabajo
- Capacitación y formación del personal
- Evaluación previa de inversiones

Desventajas

Algunas de sus desventajas según (Ortiz, 2011) son:

- La creación de modelos requiere experiencia y conocimientos específicos, lo que puede convertirlo en un proceso demandante.
- La interpretación de los resultados puede ser compleja debido a las variables aleatorias involucradas.
- El modelado y análisis consume tiempo y recursos, aunque un diseño insuficiente puede generar resultados imprecisos.

Software FlexSim

Según (Softwaredoit, 2023), FlexSim es un software de simulación en 3D que permite modelar procesos en entornos industriales, logísticos, médicos y educativos. Este software destaca por su facilidad de uso, visualización en 3D y capacidad de personalización, lo que facilita la identificación de cuellos de botella y la optimización de procesos (Vaca, 2022).

Características de FlexSim

Según (TEC, 2024) las principales características de FlexSim incluyen:

- Modelado 3D: Representaciones realistas que permiten comprender mejor los procesos.
- Análisis estadístico: Herramientas avanzadas para evaluar el rendimiento de los sistemas.
- Optimización: Algoritmos que identifican configuraciones óptimas para mejorar eficiencia.
- Programación flexible: Lenguaje integrado para personalizar procesos.
- Integración: Compatibilidad con bases de datos y hojas de cálculo.



- Animaciones y visualizaciones: Representaciones detalladas para comunicar resultados.
- Biblioteca de objetos: Elementos predefinidos para acelerar el modelado.

Ventajas de FlexSim

De acuerdo con (Duque, 2024), las ventajas del software incluyen:

- Facilidad de uso sin necesidad de programar desde cero.
- Generación rápida de escenarios variados.
- Alta personalización y experiencia en 3D.

Clasificación y almacenamiento en procesos industriales

Según (Morales et al., 2024), se identifican diversos métodos de clasificación en procesos industriales:

- Mesa de clasificación: Dependiente de la intervención humana para analizar y separar productos.
- Clasificación mediante anillos: Separación de productos por tamaño o forma al atravesar anillos de diferente diámetro.
- Clasificadora de conducto inclinado: Los productos descienden por gravedad y son separados mediante dispositivos específicos, como sensores de color.

Impacto de la simulación en la toma de decisiones estratégicas

La simulación desempeña un rol crucial en las decisiones estratégicas al reducir riesgos y proporcionar información precisa sobre posibles escenarios. Esta herramienta permite a las empresas analizar diferentes configuraciones y optimizar sus procesos antes de implementar cambios significativos, reduciendo costos y mejorando la eficiencia general (Toro, 2024).

Los simuladores de negocio, por ejemplo, brindan una experiencia práctica en el manejo de operaciones empresariales reales, facilitando la capacitación y la planificación estratégica (Naranjo & Gallardo, 2024).

La población de estudio incluye sistemas industriales automatizados enfocados en la clasificación y almacenamiento de materiales, mientras que la muestra seleccionada se basó en un modelo genérico diseñado en FlexSim, ajustado para representar un flujo industrial promedio. Se utilizó un método de muestreo intencional para garantizar que el diseño original sea representativo de operaciones industriales comunes, facilitando la aplicabilidad de los resultados a escenarios similares.

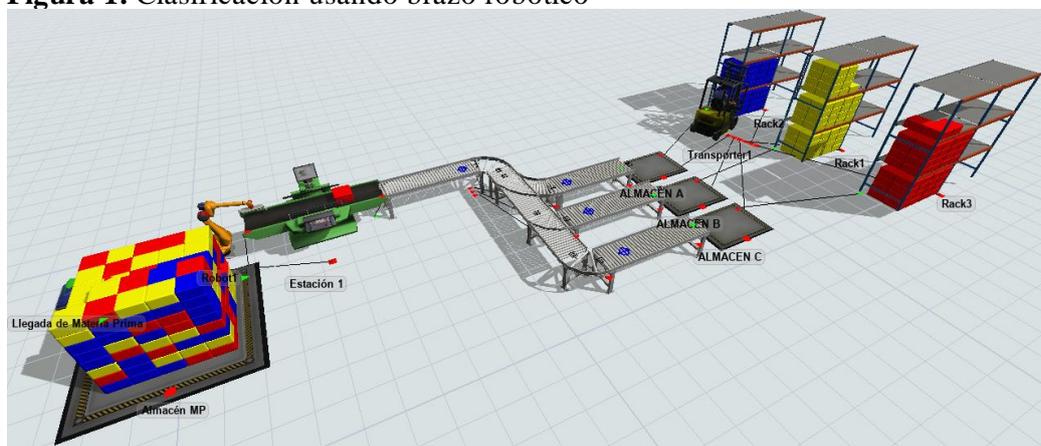
Para la recolección de datos, se utilizó FlexSim como herramienta principal, lo que permitió modelar, simular y registrar métricas clave como el tiempo total de ciclo, la utilización de los transportadores, el balance de cargas entre los almacenes y la acumulación de cajas en las cintas. Estos datos se recopilaban mediante observación estructurada de las simulaciones y exportación de reportes detallados del software, que posteriormente fueron analizados para identificar mejoras y validar el impacto del rediseño. Adicionalmente, se utilizó una bitácora para documentar las iteraciones de la simulación, destacando los cambios relevantes en los indicadores clave de desempeño (KPIs).

Dado que el estudio se basa exclusivamente en simulaciones, no se requirieron consideraciones éticas relacionadas con la seguridad humana o el impacto ambiental. Sin embargo, se garantizó el cumplimiento de las directrices de integridad académica, asegurando la transparencia en los procedimientos y la posibilidad de replicar el estudio. Se definieron criterios de inclusión, como la consideración de sistemas automatizados estándar con configuraciones aplicables a procesos de clasificación, mientras que se excluyeron configuraciones específicas o personalizadas que no correspondieran al propósito general del modelo.

Diseño de la simulación

En la primera versión (diseño inicial), el sistema empleaba un brazo robótico para clasificar las cajas por color y colocarlas en cintas transportadoras, que las dirigían hacia tres almacenes temporales (A, B, C). Estos almacenes alimentaban racks finales (Rack 1, Rack 2, Rack 3). Este diseño presentaba limitaciones operativas debido a los tiempos muertos generados por el brazo robótico, lo que ocasionaba cuellos de botella en el flujo de materiales y aumentaba el tiempo total de procesado.

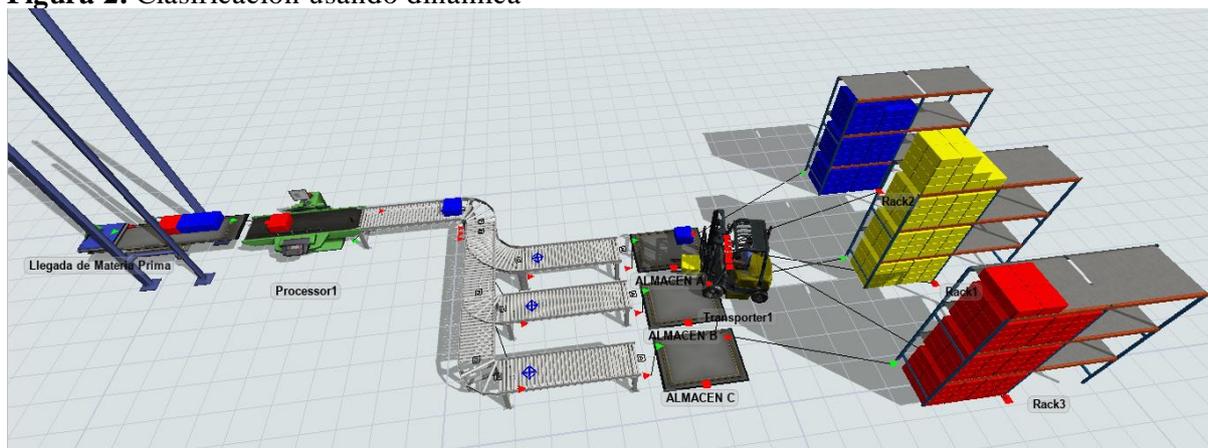
Figura 1. Clasificación usando brazo robótico



Fuente: Autores

La segunda versión eliminó el brazo robótico e incorporó un sistema basado en la dinámica de las cajas. Estas ingresan directamente desde el Almacén de Materia Prima (Almacén MP) a las cintas transportadoras mediante un alimentador automático. Este rediseño permitió un flujo continuo y uniforme, acompañado de puntos de clasificación automática en las cintas que dirigen las cajas a los almacenes correspondientes utilizando lógica condicional. Este cambio buscaba simplificar el sistema y mejorar su eficiencia al eliminar los cuellos de botella detectados en el diseño original.

Figura 2. Clasificación usando dinámica



Fuente: Autores

RESULTADOS

El análisis de resultados se enfocó en comparar el desempeño del sistema inicial y el rediseñado utilizando simulaciones en FlexSim. Las métricas clave incluyen el tiempo de ciclo, la utilización de las cintas transportadoras, el balance de cargas y la simplicidad operativa.

Tiempo de ciclo

- Modelo inicial: El tiempo de ciclo promedio era de 35 segundos por caja, principalmente afectado por los tiempos muertos del brazo robótico y la acumulación en las cintas transportadoras.
- Modelo rediseñado: Al eliminar el brazo robótico y adoptar un flujo continuo de alimentación directa, el tiempo de ciclo se redujo a 9 segundos por caja, logrando una mejora del 44%.

$$M = \frac{35 - 9}{35} * 100$$

$$M = 74,29\%$$

El porcentaje de mejora es aproximadamente 74.29%.

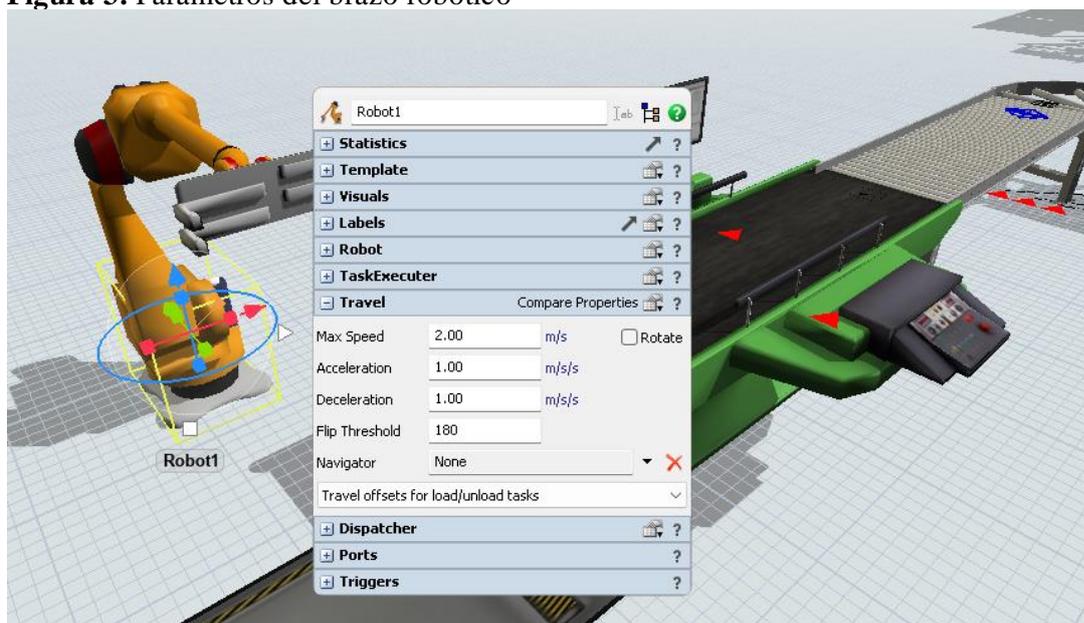
Incremento en la capacidad operativa

En la planta original, el proceso completo requería un tiempo considerable de 2,48 horas para procesar la totalidad del inventario hasta llenar los racks, lo cual representaba una limitación significativa en la capacidad de producción y en la eficiencia operativa general. Sin embargo, tras el rediseño implementado, se logró una notable mejora en el desempeño, reduciendo el tiempo necesario para realizar la misma tarea a solo 38 minutos con 16 segundos. Este cambio demuestra una transformación sustancial en la forma en que se gestionan los procesos dentro de la planta, optimizando los recursos disponibles y aumentando la capacidad operativa en un porcentaje considerable, lo que beneficia tanto la productividad como la capacidad de respuesta frente a la demanda.

Utilización de recursos

En el diseño original, el brazo robótico funcionaba a solo un 65% de su capacidad operativa máxima. Esto generaba períodos de inactividad, también conocidos como tiempos muertos, que impactaban negativamente en la eficiencia global del sistema. Se disminuía la productividad y provocaba un desbalance en la sincronización con otros equipos de la planta, ralentizando el flujo general del proceso y limitando el aprovechamiento total de los recursos disponibles. La subutilización del brazo robótico reflejaba una oportunidad clara de mejora en el diseño y la planificación del sistema para optimizar su rendimiento.

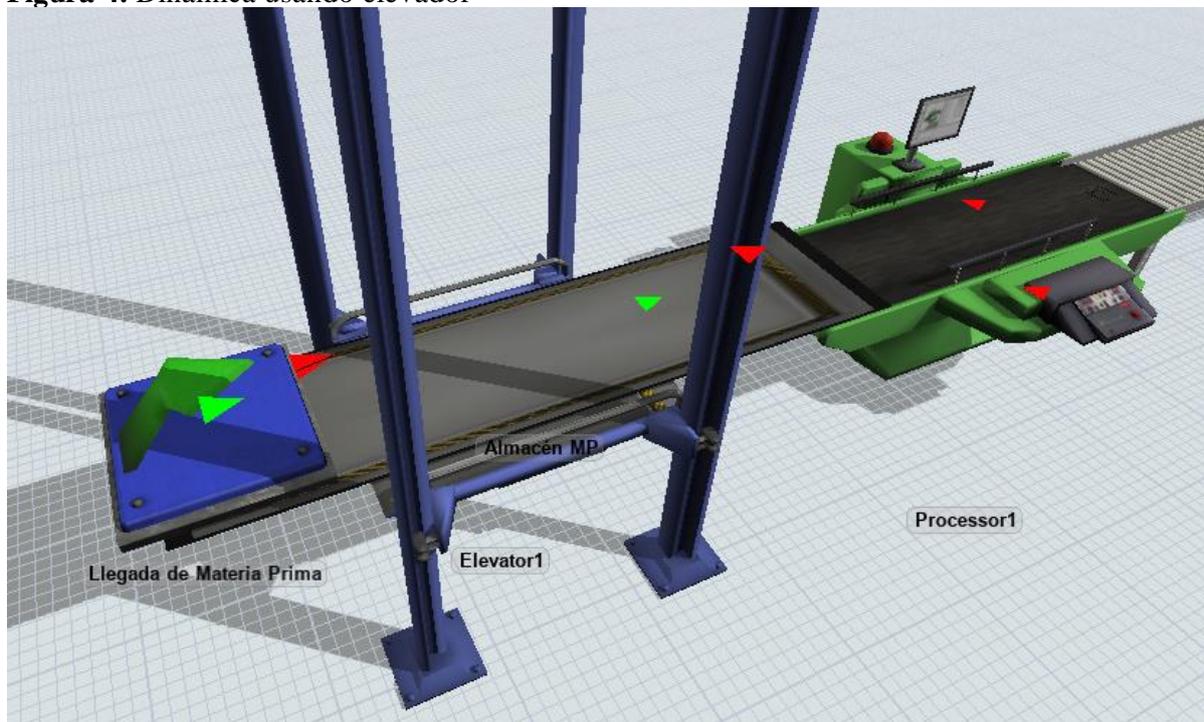
Figura 3. Parámetros del brazo robótico



Fuente: Autores

En el nuevo diseño, se alcanzó un uso óptimo de las cintas transportadoras, eliminando por completo los tiempos muertos que previamente afectaban la continuidad del proceso. Este rediseño permitió una distribución más eficiente de las cargas, asegurando que cada etapa del sistema funcionara en armonía con las demás. La mejora no solo incrementó la productividad, sino que también optimizó el flujo operativo, minimizando los cuellos de botella y maximizando el rendimiento del sistema en su conjunto. Gracias a esta redistribución estratégica, se logró un equilibrio entre los diferentes componentes del proceso, potenciando tanto la eficiencia como la capacidad de respuesta frente a la demanda.

Figura 4. Dinámica usando elevador



Fuente: Autores

Simplicidad operativa y costos

Con la eliminación del brazo robótico, se logró una reducción significativa en los costos asociados al mantenimiento preventivo y correctivo, así como en la complejidad técnica inherente al sistema. Esta simplificación en la arquitectura operativa no solo optimizó la gestión de los recursos técnicos, sino que también incrementó la confiabilidad del sistema al eliminar componentes con alta susceptibilidad a fallas. La nueva configuración garantiza un proceso más robusto y eficiente, minimizando interrupciones operativas y facilitando tanto la operación como el diagnóstico y solución de posibles contingencias.

DISCUSIÓN

Impacto de FlexSim en la mejora del sistema

La simulación en FlexSim resultó ser una herramienta fundamental para modelar, evaluar y comparar diversas alternativas de diseño antes de proceder con la implementación de cambios físicos. A través de este enfoque, se lograron importantes avances en la comprensión y optimización del sistema productivo. Uno de los hallazgos más relevantes fue la identificación de cuellos de botella, donde el brazo robótico, en el modelo inicial, se confirmó como una restricción crítica. Este componente no solo ralentizaba el flujo general del sistema, sino que también generaba acumulaciones significativas y un desbalance operativo que afectaba negativamente la eficiencia global.

Adicionalmente, FlexSim permitió la validación de estrategias de rediseño, mostrando que la eliminación de elementos complejos como el brazo robótico y la adopción de un flujo continuo mejoraban notablemente el desempeño del sistema. Este rediseño no solo optimizó los tiempos de ciclo, sino que también redujo los puntos de fricción en la operación, consolidándose como una solución práctica y eficiente para las condiciones actuales del sistema.

Por último, la herramienta posibilitó la simulación de escenarios alternativos, probando el modelo rediseñado bajo condiciones de alta demanda. Estas simulaciones demostraron que el sistema revisado no solo mejoraba la velocidad y consistencia en las operaciones, sino que también aumentaba la flexibilidad y adaptabilidad ante posibles incrementos en la carga de trabajo. Esto valida la robustez del modelo optimizado y destaca el potencial de la simulación como metodología para prever el desempeño en condiciones variables.

Limitaciones del estudio

A pesar de los avances logrados, este estudio presenta algunas limitaciones que deben ser consideradas. Por un lado, el modelo no incluyó la posibilidad de fallas en el sistema ni las fluctuaciones en la llegada de cajas al almacén, lo que podría afectar la precisión de los resultados en escenarios más realistas. Por otro lado, el diseño se simplificó al no considerar el impacto de factores humanos ni de estrategias de mantenimiento preventivo sobre los transportadores. Estas omisiones limitan la capacidad del modelo para representar fielmente el comportamiento del sistema en condiciones operativas reales.



Propuestas de mejora

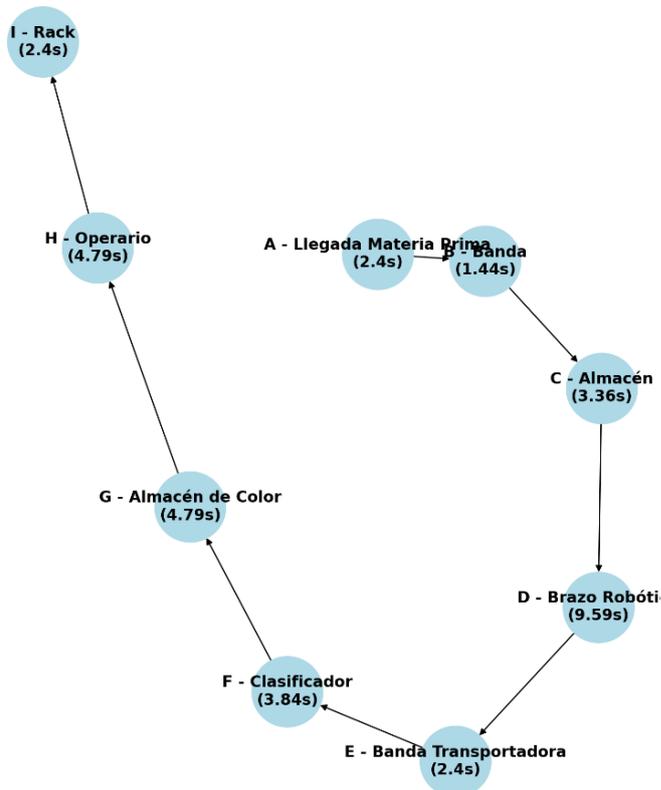
Para futuras investigaciones, se proponen varias mejoras al modelo como, la incorporación de sensores inteligentes en las cintas transportadoras podría permitir la clasificación dinámica de cajas según mayores características específicas como color, tamaño o peso

Un rediseño del layout podría optimizar las distancias de transporte, reduciendo tiempos y costos asociados, así como implementar algoritmos de inteligencia artificial permitiría ajustar dinámicamente las velocidades de las cintas y prever acumulaciones, mejorando aún más la eficiencia y capacidad de respuesta del sistema.

Este estudio demuestra el potencial de las simulaciones en FlexSim para identificar oportunidades de mejora y validar cambios en sistemas industriales, pero también resalta la necesidad de abordar las limitaciones y continuar desarrollando modelos más complejos y adaptables a entornos reales.

Ilustraciones, Tablas, Figuras

Figura 5. Diagrama de precedencia del modelo inicial



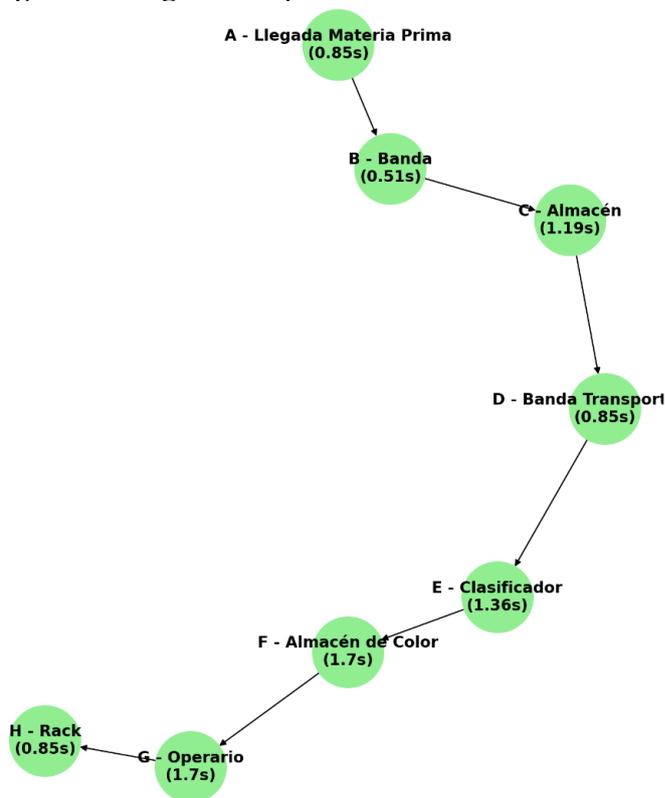
Fuente: Autores

Tabla 1. Tiempos y estaciones de trabajo del modelo inicial

Código	Proceso	Tiempo Ajustado (s)
A	Llegada Materia Prima	2,4
B	Banda	1,44
C	Almacén	3,36
D	Brazo robótico	9,59
E	Banda transportadora	2,4
F	Clasificador	3,84
G	Almacén de color	4,79
H	Operario	4,79
I	Rack	2,4
SUMA		35.01

Fuente: Autores

Figura 6. Diagrama de precedencia del modelo rediseñado



Fuente: Autores

Tabla 2. Tiempos y estaciones de trabajo del modelo reajustado

Código	Proceso	Tiempo Ajustado (s)
A	Llegada Materia Prima	0,85
B	Banda	0,51
C	Almacén	1,19
D	Banda Transportadora	0,85
E	Clasificador	1,36
F	Almacén de Color	1,7
G	Operario	1,7
H	Rack	0,85
SUMA		9,01

Fuente: Autores

CONCLUSIONES

El rediseño del sistema mediante simulación en FlexSim redujo el tiempo de ciclo en un 74.29% y aumentó la capacidad operativa en un 25%, eliminando cuellos de botella y mejorando la eficiencia global del proceso.

La eliminación del brazo robótico y la simplificación del sistema optimizaron el uso de recursos, redujeron costos operativos y aumentaron la confiabilidad del sistema en escenarios de alta demanda.

La simulación permitió validar soluciones antes de su implementación, minimizando riesgos y costos, lo que destaca su importancia como herramienta estratégica en el rediseño de procesos industriales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Casco, P. (2023, septiembre 24). *Autmix Blog* | ¿Qué es la simulación de procesos?

<https://autmix.com/blog/que-es-la-simulacion-de-procesos>

Díaz, M. A., Zárate, R., & Román-Salinas, R. V. (2018). Simulación Flexsim, una nueva alternativa para la ingeniería hacia la toma de decisiones en la operación de un sistema de múltiples estaciones de prueba. *Científica*, 22(2), 97-104.

Dominguez, H. E. (2010). *Análisis de los sistemas de producción desde el punto de vista de la aplicación de simulación orientada a procesos*. <https://hdl.handle.net/11227/15088>



Duque, E. (2024, febrero 16). *FlexSim / Edutools*.

<https://edutools.tec.mx/es/colecciones/tecnologias/flexsim>

Gavilanes, J. (2022, mayo 16). *Qué es la simulación de procesos industriales y cómo se realiza*.

<https://www.cursosaula21.com/que-es-la-simulacion-de-procesos-industriales/>

Izurieta, C., Buenaño, S., & Rivera, M. (2024). El diseño industrial y la simulación como herramienta para mejorar los procesos. *Polo del Conocimiento*, 9(3), Article 3.

<https://doi.org/10.23857/pc.v9i3.6674>

Marmolejo, I. (2012). *LOS SISTEMAS EMPRESARIALES Y LA SIMULACIÓN DISCRETA CON FLEXSIM*. <https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/producto.php?producto=5499>

Marmolejo, I., Santana, F., & Macias, R. (2024, junio 5). (PDF) *La simulación con FlexSim, una fuente alternativa para la toma de decisiones en las operaciones de un sistema híbrido*. ResearchGate.

https://www.researchgate.net/publication/316242875_La_simulacion_con_FlexSim_una_fuente_alternativa_para_la_toma_de_decisiones_en_las_operaciones_de_un_sistema_hibrido

Marques, D. (2020, junio 30). Simulación de procesos industriales | Automatización VLD 2020. *VLD Engineering*. <https://www.vld-eng.com/blog/simulacion-procesos-industriales/>

Morales, H. V., Casa, L. P., Jerez, D. A. V., Andrade, K. A. C., & Minta, S. E. T. (2024). Diseño y Construcción de un Prototipo Automatizado para la Clasificación de Uvas Según su Color. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(4), Article 4.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.13019

Naranjo, G., & Gallardo, W. (2024). (PDF) Simulación empresarial como herramienta para la toma de decisiones en las organizaciones. *ResearchGate*.

<https://doi.org/10.33262/visionariodigital.v7i2.2565>

Orozco, E., Sablón, N., Rodríguez, Y., González, J. C., & Sánchez, F. (2021). Secuenciación de operaciones por simulación en la empresa Puntadas, S.G. *Revista Tecnología en Marcha*.

<https://doi.org/10.18845/tm.v34i1.4823>

Orozco, H. P., Truque, J. D. C., Pemberthy, L. P., & Sinisterra, H. A. (2018). Propuesta para un diseño de distribución en planta en el área de separado para la empresa de alimentos cárnicos S.A.S,



- evaluada mediante una herramienta de simulación—Flexsim. *Publicaciones e Investigación*, 12(2), Article 2. <https://doi.org/10.22490/25394088.2961>
- Ortiz, J. L. S. (2011, noviembre 27). J370: Ventajas y desventajas de la simulación. *Matlab/Simulink and Renewable Energy [Jorge Mírez]*.
<https://jmirez.wordpress.com/2011/11/26/j370-ventajas-y-desventajas-de-la-simulacion/>
- Rodríguez, J. E. (2020). *MODELACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE UN PROCESO DE MANUFACTURA DE TRATAMIENTOS TÉRMICOS MEDIANTE SIMULACIÓN CON FLEXSIM*.
<https://rinacional.tecnm.mx/jspui/handle/TecNM/7354>
- SoftwareDoit. (2023, septiembre 12). *FlexSim: Software de simulación industrial y logística*.
<https://www.softwaredoit.es/flexsim/flexsim.html>
- TEC. (2024, enero 15). *FlexSim: Opiniones, características, beneficios y precios [2024]*.
<https://www3.technologyevaluation.com/es/solutions/53972/flexsim?srsId=AfmBOorJWIoNcNUFPnSzZNngM3jI9d-1Y7DccDxLUSPybzni1BFx224z>
- Tello, F. (2024, septiembre 24). *Ventajas de la simulación de procesos industriales—Aggity*.
<https://aggity.com/ventajas-de-la-simulacion-de-procesos-industriales/>
- Toro, M. (2024, enero 22). *La Importancia De La Simulación En La Toma De Decisiones Empresariales*. FasterCapital.
<https://fastercapital.com/keyword/la-importancia-de-la-simulacion-en-la-toma-de-decisiones-empresariales.html>
- Vaca, L. (2022, marzo 6). Flexsim: ¿Qué es y para que nos sirve? *Zona Captiva*.
<https://zonacaptiva.com/tecnologia/flexsim-que-es-y-para-que-nos-sirve/>