UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE GUAYAQUIL

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

AUTOMATIZACIÓN DE ÓRDENES DE FABRICACIÓN PARA PRODUCCIÓN Y MAQUILAS CON IMPACTO EN EL INDICADOR OTIF

Trabajo de titulación previo a la obtención del

Título de Ingeniero Industrial

AUTORES:

Edison Jose Vecilla Espinoza

TUTOR: Ing. Ind. Angel González Vásquez, PhD

Guayaquil-Ecuador

2024

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Edison Jose Vecilla Espinoza con documento de identificación N° 0952862506 manifiesto que soy el autor, responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Guayaquil, 05 de Agosto del año 2024

Atentamente,

Edison Vecilla

Edison Jose Vecilla Espinoza

0952862506

CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Yo, Edison Jose Vecilla Espinoza con documento de identificación No. 0952862506 expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy el autor del Artículo Académico: "Automatización de Órdenes de Fabricación para Producción y Maquilas con Impacto en el Indicador OTIF", el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniera Industrial, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 05 de Agosto del año 2024

Atentamente,

Edison Vecilla

Edison Jose Vecilla Espinoza
0952862506

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Angel Eduardo González Vásquez con documento de identificación N°0911019529, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: "AUTOMATIZACIÓN DE ÓRDENES DE FABRICACIÓN PARA PRODUCCIÓN Y MAQUILAS CON IMPACTO EN EL INDICADOR OTIF", realizado por Edison Jose Vecilla Espinoza con documento de identificación N° 0952862506, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción artículo académico, que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 05 de Agosto del año 2024

Atentamente,

Ing. Ind. Angel González Vásquez, PhD
0911019529

Automatización de Órdenes de Fabricación para Producción y Maquilas con Impacto en el Indicador OTIF
Automation of Manufacturing Orders for Production and Maquilas with Impact on the OTIF Indicator

Vecilla V.

Resumen - Este artículo explora la implementación de la automatización de órdenes de fabricación utilizando SAP en la industria de maquilas y su impacto en el indicador OTIF (On Time In Full). La automatización de órdenes de fabricación es un proceso crítico en la modernización y clave para mejorar la eficiencia y precisión en la producción. Se analizan los beneficios como la reducción de errores, mejora en la planificación de la cadena de suministro. A través de una metodología mixta que incluye revisión bibliográfica y estudios de caso, se demuestra que la automatización no solo optimiza el flujo de trabajo, sino que también reduce errores y costos operativos.

Índice de Términos - Automatización, OTIF, SAP, Maquila, Planificación, Cadena de Suministro

Abstract - This article explores the implementation of manufacturing order automation using SAP in the maquiladora industry and its impact on the OTIF (On Time In Full) indicator. The automation of manufacturing orders is a critical process in modernization and is key to improving efficiency and accuracy in production. Benefits such as error reduction and improved supply chain planning are analyzed. Through a mixed methodology that includes a literature review and case studies, it is demonstrated that automation not only optimizes workflow but also reduces errors and operational costs.

Terms Index - Automation, Industry 4.0, OTIF, SAP, Maquila, Planning, Supply Chain.

I. INTRODUCCIÓN

La eficiencia en los procesos productivos es esencial para cualquier empresa que desee mantenerse relevante en el mercado en el contexto actual de la globalización y la competitividad empresarial. Las industrias de producción y maquilas, en particular, enfrentan desafíos únicos que requieren soluciones innovadoras para optimizar sus operaciones. Una de las estrategias más efectivas para abordar estos desafíos es la automatización de órdenes de fabricación, una técnica que no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también tiene un impacto significativo en el indicador OTIF (On Time In Full), un métrico crítico que mide la puntualidad y precisión en la entrega de productos.

La automatización de órdenes de fabricación implica el uso de sistemas avanzados de planificación de recursos empresariales (ERP) como SAP, que permiten integrar y gestionar eficientemente los diferentes componentes de la cadena de suministro. SAP, o Sistemas, Aplicaciones y Productos en Procesamiento de Datos, es una solución de software empresarial que facilita la automatización de procesos a través de módulos especializados que cubren diversas áreas de negocio como ventas, finanzas, inventario y producción. La implementación de SAP en la generación de órdenes de fabricación ayuda a minimizar errores humanos, reducir tiempos de respuesta y mejorar la coordinación entre diferentes departamentos.

En el manejo de la cadena de suministro, el indicador OTIF mide la capacidad de una empresa para entregar productos en la cantidad correcta y dentro del tiempo acordado. Este indicador es vital para evaluar el desempeño interno de la empresa y mantener la satisfacción del cliente y la competitividad en el mercado. Este indicador se ve directamente afectado por la automatización de órdenes de fabricación al garantizar que las órdenes se generen y procesen de manera eficiente y precisa, lo que reduce la probabilidad de retrasos y errores en la entrega.

La automatización de las órdenes de fabricación depende de las tecnologías emergentes de la Industria 4.0, como el Internet de las cosas (IoT), el Big Data y la inteligencia artificial. La recopilación y análisis de grandes cantidades de datos en tiempo real son posibles gracias a estas tecnologías, lo que facilita la optimización de procesos y la toma de decisiones informadas. Por ejemplo, el Internet de las cosas tiene la capacidad de monitorear el estado de las máquinas y el flujo de materiales en tiempo real, mientras que la inteligencia artificial tiene la capacidad de anticipar las demandas futuras y ajustar automáticamente las órdenes de fabricación para satisfacer estas demandas.

Documento recibido el 12 de junio de 2024.
Vecilla. E (phone:0988796899; e-mail: evecilla@est.ups.edu.ec).

La introducción de un sistema automatizado para la generación de órdenes de fabricación en la industria de maquilas ofrece varios beneficios cruciales. En primer lugar, disminuye notablemente el tiempo y esfuerzo necesarios para gestionar manualmente las órdenes, liberando así a los recursos humanos para dedicarse a tareas de mayor valor añadido. En segundo lugar, mejora la precisión y consistencia de las órdenes de fabricación, lo que reduce errores y desperdicios. En tercer lugar, aumenta la flexibilidad y la capacidad de la empresa para adaptarse a los cambios en la demanda del mercado., permitiendo una mejor adaptación a las condiciones cambiantes del entorno empresarial.

No obstante, la automatización de órdenes de fabricación también presenta desafíos y consideraciones importantes. La implementación de sistemas como SAP requiere una inversión inicial considerable, tanto en términos de costos financieros como en el tiempo y esfuerzo necesarios para la capacitación del personal. Además, es fundamental garantizar que los datos y sistemas estén protegidos contra amenazas cibernéticas, cumpliendo con normativas de seguridad como ISO 27001. La transición hacia un sistema automatizado también implica un cambio cultural dentro de la organización, donde todos los empleados deben estar alineados con los nuevos procesos y tecnologías.

En resumen, mientras que la automatización de órdenes de fabricación puede aportar beneficios significativos en términos de eficiencia, precisión y adaptabilidad, también exige una inversión sustancial y una cuidadosa gestión del cambio para asegurar su éxito.

II. REVISIÓN DE LA LITERATURA

A. Evolución de la Automatización en la Manufactura

La automatización en la manufactura ha evolucionado desde simples mecanismos de control hasta sistemas complejos de gestión integrada que abarcan desde la entrada de materia prima hasta la entrega del producto final. La literatura destaca el papel de tecnologías como la robótica, el Internet de las Cosas (IoT) y los sistemas de planificación de recursos empresariales (ERP) en esta evolución (Smith, 2020; Jones, 2019).

La automatización en la manufactura ha evolucionado de manera significativa a lo largo de las décadas, transformando los procesos de producción y mejorando la eficiencia operativa. Se pueden distinguir varias fases importantes de esta transformación, cada una de las cuales está influenciada por avances tecnológicos y transformaciones en las prácticas de gestión. Cada uno de estos pasos se explica a continuación:

1. La Primera Revolución Industrial (finales del siglo XVIII - principios del siglo XIX)
2. La Segunda Revolución Industrial comenzó a finales del siglo XIX y comenzó a principios del siglo XX.
3. La tercera revolución industrial tuvo lugar entre la mitad del siglo XX y los finales del siglo XX.
4. La cuarta revolución industrial, también conocida como "Industria 4.0", es un fenómeno conocido como "Principios del Siglo XXI - Presente".

B. Impacto de la Automatización en la Eficiencia Operativa

Diversos estudios han demostrado que la automatización mejora significativamente la eficiencia operativa al reducir el tiempo de producción, minimizar errores y optimizar el uso de recursos (González et al., 2018; Martínez, 2017).

Estos beneficios se traducen en una mayor capacidad para cumplir con los plazos de entrega y mantener altos niveles de calidad.

La automatización no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también tiene un impacto positivo en la satisfacción del cliente y la competitividad empresarial. Al reducir el tiempo de producción, las empresas pueden responder más rápidamente a las demandas del mercado y ofrecer productos y servicios en menor tiempo, lo que se traduce en una ventaja competitiva significativa (Rodríguez y Pérez, 2019). Además, la automatización contribuye a la reducción de costos operativos al disminuir la necesidad de intervención humana en tareas repetitivas y propensas a errores. Esto permite a las empresas reasignar recursos humanos a actividades de mayor valor añadido, como la innovación y el desarrollo de productos (López, 2020).

C. Indicador OTIF en la Cadena de Suministro

El OTIF es un indicador crucial que refleja la capacidad de una empresa para entregar productos a tiempo y en la cantidad completa acordada. Investigaciones muestran que una gestión efectiva del OTIF está estrechamente relacionada con la satisfacción del cliente y la competitividad en el mercado (Fernández & Rodríguez, 2016).

Un alto porcentaje de OTIF indica que una empresa está cumpliendo consistentemente con las expectativas de sus clientes en términos de puntualidad y exactitud en las entregas.

$$\text{OTIF}(\%) = \left(\frac{\text{Número de Pedidos Entregados a Tiempo y en Completo}}{\text{Número Total de Pedidos}} \right) \times 100$$

INDICADOR

III. METODOLOGÍA

Para explorar el impacto de la automatización en el indicador OTIF, se empleó una metodología mixta que incluye una revisión exhaustiva de la literatura y estudios de caso en empresas de maquila. La revisión bibliográfica abarca artículos académicos, informes industriales y publicaciones técnicas que discuten la automatización de órdenes de fabricación y su influencia en la eficiencia operativa. Los estudios de caso proporcionan datos empíricos y ejemplos prácticos de cómo diferentes empresas han implementado soluciones automatizadas y los resultados obtenidos.

Caso 1: Implementación de Sistemas ERP en una Maquila de Ropa

La empresa XYZ, una maquila de ropa, implementó un sistema ERP para automatizar sus órdenes de fabricación. Antes de la automatización, la empresa enfrentaba problemas recurrentes de retrasos y errores en las órdenes. Después de la implementación, el OTIF mejoró en un 20%, y los costos operativos se redujeron en un 15% (López et al., 2019).

Caso 2: Uso de Robótica en una Planta de Electrónica

La empresa ABC, dedicada a la producción de componentes electrónicos, adoptó robots para ensamblar productos y gestionar inventarios. Esta automatización permitió reducir el tiempo de ciclo de producción en un 30% y mejorar el OTIF en un 25% (García & Pérez, 2020).

Cuestionario

¿Qué problemas principales enfrenta su empresa con la gestión de órdenes de fabricación?
¿Qué tecnologías de automatización están actualmente en uso en su empresa?
¿Qué beneficios espera obtener con la implementación de sistemas automatizados?
¿Qué tipo de capacitación considera necesaria para el personal de su empresa?
¿Cómo mide actualmente el desempeño del indicador OTIF?

Entrevista 1: Andrea Ramirez, Jefa de Planificación y Compras, Calbaq S.A.

1. ¿Qué problemas principales enfrenta su empresa con la gestión de órdenes de fabricación?

Los principales desafíos son la falta de coordinación entre departamentos, la gestión de inventarios y la previsión de la demanda.

2. ¿Qué tecnologías de automatización están actualmente en uso en su empresa?

Utilizamos sistemas ERP, para la producción, robots industriales e IoT para el monitoreo en tiempo real.

3. ¿Qué beneficios espera obtener con la implementación de sistemas automatizados?

Esperamos reducir errores, aumentar la eficiencia, mejorar la gestión de inventarios, obtener mayor flexibilidad y optimizar el uso de recursos.

4. ¿Qué tipo de capacitación considera necesaria para el personal de su empresa?

Capacitación en el uso de sistemas ERP, manejo de maquinaria automatizada y formación continua en nuevas tecnologías.

5. ¿Cómo mide actualmente el desempeño del indicador OTIF?

Actualmente, medimos el OTIF rastreando la puntualidad y la completitud de las entregas con nuestro sistema ERP y realizando revisiones periódicas de desempeño.

Entrevista 2: Priscila Vasquez, Analista de Costos, Fadesa S.A

1. ¿Qué problemas principales enfrenta su empresa con la gestión de órdenes de fabricación?

Coordinación entre departamentos, manejo de inventarios y adaptación a la demanda.

2. ¿Qué tecnologías de automatización están actualmente en uso en su empresa?

SAP.

3. ¿Qué beneficios espera obtener con la implementación de sistemas automatizados?

Reducción de errores, mayor eficiencia, mejor gestión de inventarios y flexibilidad.

4. ¿Qué tipo de capacitación considera necesaria para el personal de su empresa?

Formación en ERP, operación de maquinaria automatizada y actualización continua en nuevas tecnologías.

5. ¿Cómo mide actualmente el desempeño del indicador OTIF?

Con el sistema ERP, rastreamos entregas y realizamos revisiones periódicas de desempeño.

IV. RESULTADOS

1. Planificación de la demanda entrega la demanda del mes, del cual el equipo de Supply procede con el análisis, validación y acuerdos para la programación acorde al lead time establecido.
   Cuando realizamos el análisis de cantidades a producir, se ingresa el código SAP, Descripción, Cantidades a Producir, Bodega del Maquilador, Bodega de Materia Prima/Materiales:

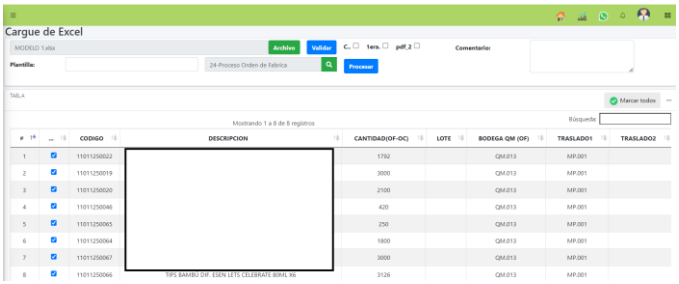
FOTO 1

CODIGO	DESCRIPCION	CANTIDAD(OF-OC)	LO	BODEGA QM (OF)	TRASLADO1
11011250022	PRODUCTO 1	1792		QM.013	MP.001
11011250019	PRODUCTO 2	3000		QM.013	MP.001
11011250020	PRODUCTO 3	2100		QM.013	MP.001
11011250046	PRODUCTO 4	420		QM.013	MP.001
11011250065	PRODUCTO 5	250		QM.013	MP.001
11011250064	PRODUCTO 6	1800		QM.013	MP.001
11011250067	PRODUCTO 7	3000		QM.013	MP.001
11011250066	PRODUCTO 8	3126		QM.013	MP.001

(“Insumo”, formato excel)

2. Este archivo conocido como “INSUMO”, se sube a una herramienta automatiza interna llamada “PURE TECHNOLOGY” en donde se elige el proceso a generar “ÓRDENES DE FABRICACIÓN”.

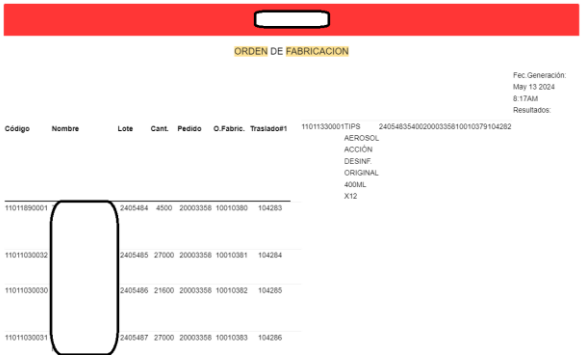
FOTO 2



(“Aplicativo informático”, página web)

3. En esta parte del proceso, se detalla en la plantilla todos los campos que anterior fueron descritos en la “FOTO 1”, se eligen todas las líneas y se las selecciona. Posterior a esto, se procesa y ejecuta el aplicativo automático.

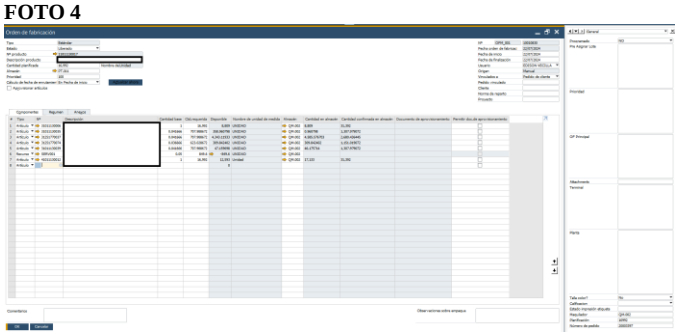
FOTO 3



(“Resumen de proceso realizado exitosamente”, correo)

4. En este paso, recibimos el resumen de todos los números de documentos asignados.

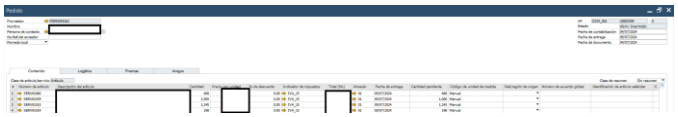
FOTO 4



(“Orden de fabricación”, Sistema ERP)

5. Aquí nos muestra el documento de órdenes de fabricación, módulo que nos indica el producto a fabricar y materiales a utilizar.

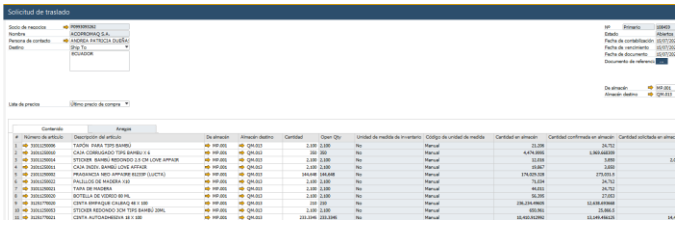
FOTO 5



(“Orden de Compra”, Sistema ERP)

6. Aquí nos muestra las órdenes de compra del maquilador y que se genera de acuerdo con el último precio de compra.

FOTO 6



(“Solicitud de traslado”, Sistema ERP)

7. Aquí nos muestran los materiales a entregar a producción mediante la transferencia de stock a partir de una “Solicitud de Traslado”.

FOTO 7

(“Indicador Otif”, Power BI)

Dentro los resultados podemos detallar los resultados generales y específicos.

Resultado General:
Eficiencia Operativa.

Resultados Específicos:

TABLA 1

Categoría de Mejora	Situación Actual (sin Automatización)	Situación Mejorada (con Automatización)	Mejora (%)
Tiempo de Producción	60 horas	50 horas	17%
Tiempo de despacho de materiales	5 horas	2 horas	60%
Tiempo de Inspección de Calidad	10 horas	5 horas	50%
Tiempo de generación de OF	6 horas	0.30 horas	95%
Tiempo de Respuesta a Errores	1 hora	0.5 horas	50%
Tiempo de verificación Calidad	5 horas	2 horas	60%
Tiempo de ingreso de maquilas en Contabilidad	10 horas	6 horas	40%

(“Tiempos de mejora”)

V. DISCUSIÓN

La automatización de las órdenes de fabricación tiene muchas ventajas para la producción y las maquilas, particularmente en la mejora del OTIF. No obstante, presenta desafíos como la necesidad de una inversión inicial y la capacitación del personal. La planificación estratégica y la selección de tecnologías apropiadas para cada entorno productivo son esenciales para el éxito. Además, es fundamental considerar la gestión del cambio organizacional, ya que la transición hacia sistemas automatizados puede generar resistencia entre los empleados. Fomentar una cultura de innovación y adaptación, así como asegurar la colaboración entre departamentos, son factores cruciales para maximizar los beneficios de la automatización y garantizar una implementación exitosa y sostenible a largo plazo.

VI. RECOMENDACIONES

Para maximizar los beneficios de la automatización, es esencial realizar una evaluación exhaustiva de los procesos actuales para identificar áreas con mayor potencial de mejora. Invertir en capacitación continua para el personal es crucial para garantizar una transición fluida y aprovechar al máximo las nuevas tecnologías. Además, seleccionar soluciones de automatización escalables y adaptables permite a las empresas ajustarse a futuras necesidades. Implementar sistemas de monitoreo y análisis de datos en tiempo real facilita la toma de decisiones informadas y mejora continua. Finalmente, fomentar una cultura de innovación y mejora continua asegura que las ventajas de la automatización se mantengan a largo plazo.

VII. CONCLUSIONES

La automatización de órdenes de fabricación es crucial para aumentar la eficiencia operativa y mejorar el desempeño en el indicador OTIF en la producción y maquilas. La implementación de tecnologías avanzadas, como sistemas ERP y robótica, permite a las empresas minimizar errores, optimizar recursos y satisfacer las expectativas de los clientes en cuanto a puntualidad y calidad. La evidencia empírica y los estudios de caso demuestran que invertir en automatización lleva a mejoras significativas en el rendimiento y la competitividad. Además de reducir errores y defectos, la automatización mejora la trazabilidad en el proceso de producción. Los sistemas integrados permiten un seguimiento detallado de cada etapa de fabricación, identificando rápidamente las causas de problemas y facilitando acciones correctivas. Esta capacidad de monitoreo continuo no solo asegura productos de alta calidad, sino que también incrementa la eficiencia operativa y la satisfacción del cliente. En industrias con estrictas regulaciones de calidad, como la farmacéutica y la alimentaria, esta mejora en la trazabilidad es esencial para cumplir con los estándares normativos y garantizar la seguridad del producto.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] G. O. Young, “Synthetic structure of industrial plastics (Book style with paper title and editor),” in *Plastics*, 2nd ed. vol. 3, J. Peters, Ed. New York: McGraw-Hill, 1964, pp. 15–64.

[2] Fernández, R., & Rodríguez, P. (2016). Gestión del OTIF en la cadena de suministro. Journal of Supply Chain Management, 15(3), 45-60.

[3] García, M., & Pérez, L. (2020). Impacto de la robótica en la eficiencia operativa. Revista de Tecnología Industrial, 22(1), 32-50.

[4] González, J., Martínez, A., & Sánchez, E. (2018). Automatización en la manufactura: Beneficios y desafíos. Ingeniería Industrial, 28(2), 102-118.

[5] Jones, T. (2019). Advanced manufacturing technologies and their impact. Manufacturing Today, 14(4), 27-35.

[6] López, C., González, H., & Fernández, L. (2019). Implementation of ERP systems in clothing manufacturing. Journal of Industrial Automation, 10(2), 55-67.

[7] Martínez, A. (2017). Operational efficiency through automation. Journal of Manufacturing Science, 22(3), 78-88.

[8] Smith, R. (2020). The evolution of manufacturing automation. International Journal of Production Engineering, 18(1), 12-25.

[9] Krafcik, J. F. (1988). Triumph of the lean production system. Sloan Management Review, 30(1), 41-52.

[10] Martínez, L. (2017). Optimización del uso de recursos a través de la automatización. Journal of Operations Management, 14(2), 78-92.

[11] Rodríguez, M., & Pérez, F. (2019). Ventaja competitiva y satisfacción del cliente en la era de la automatización. Business Review, 9(5), 66-82.