

**Optimización de la Gestión de Suministros en UTEN a través de un Sistema de Gestión
de Almacenes (WMS) Personalizado**

Fernando Emilio Cuéllar Ordóñez

Departamento de Ingeniería Industrial, Corporación Universitaria Comfacauca

Especialización en Logística y Cadena de Suministro

Helmer Paz Orozco

15 de junio de 2024

DESARROLLO DE SISTEMA DE GESTIÓN DE ALMACENES

Resumen Ejecutivo

Este documento técnico detalla el desarrollo e implementación de un Sistema de Gestión de Almacenes (WMS) personalizado para UTEN, una empresa ubicada en Popayán, Colombia. Utilizando herramientas accesibles como Excel 2019 y Visual Basic VBA, se aborda la optimización de la gestión de suministros en la Bodega de Administración, Operación y Mantenimiento (AOM) de UTEN. Los problemas identificados incluyen una distribución desequilibrada de materiales, decisiones subjetivas en la adquisición de suministros y una comunicación deficiente entre las áreas involucradas, los cuales afectan negativamente la eficiencia operativa y la cadena de suministro.

Para abordar estos desafíos, se desarrolló un WMS personalizado que permite monitorear el inventario en tiempo real, gestionar pedidos de manera eficiente y mejorar la comunicación entre las diferentes áreas. La simulación del WMS demostró mejoras significativas en la eficiencia operativa, reducción de costos y una mayor efectividad en la gestión de pedidos y adquisición de materiales. Los beneficios potenciales del sistema destacan su impacto estratégico positivo en la competitividad y capacidad de respuesta de UTEN en un entorno industrial dinámico.

Introducción

La eficiente gestión de suministros es crucial para las operaciones en el sector eléctrico, especialmente en entidades como la Bodega de Administración, Operación y Mantenimiento (AOM) de UTEN en Popayán, Colombia. Esta instalación enfrenta desafíos significativos que afectan su eficiencia operativa y la cadena de suministro en general. Entre estos desafíos se encuentran la distribución inadecuada de materiales, decisiones subjetivas en la adquisición de suministros y una comunicación deficiente entre las bodegas y los coordinadores de zona.

DESARROLLO DE SISTEMA DE GESTIÓN DE ALMACENES

El objetivo principal de este documento técnico es presentar el desarrollo y la implementación de un Sistema de Gestión de Almacenes (WMS) personalizado, diseñado específicamente para abordar los problemas identificados en la bodega AOM de UTEN. Utilizando herramientas accesibles como Excel 2019 y Visual Basic VBA, este WMS se desarrolló para mejorar la eficiencia operativa mediante el monitoreo en tiempo real del inventario, la gestión eficiente de pedidos y la optimización de la comunicación entre las diferentes áreas involucradas en la gestión de suministros.

Además de describir la solución propuesta, este documento discute los resultados obtenidos a través de la simulación del WMS, destacando las mejoras significativas observadas en varios aspectos clave. Estas mejoras no solo apuntan a resolver problemas operativos específicos, sino que también posicionan a UTEN favorablemente para enfrentar los desafíos competitivos del sector eléctrico mediante la adopción de tecnologías innovadoras y adaptadas a sus necesidades particulares.

Marco Teórico

Gestión de Inventarios y Sistemas de Gestión de Almacenes (WMS)

La gestión eficiente de inventarios en el sector eléctrico es crucial para mantener la operatividad y reducir costos. Estudios anteriores han destacado que la implementación de Sistemas de Gestión de Almacenes (WMS) mejora la visibilidad del inventario en tiempo real y optimiza los niveles de servicio mediante algoritmos avanzados (Rahayu, 2022); (Kim, 2012) . Estos sistemas permiten una sincronización efectiva entre el almacén y la cadena de suministro, facilitando respuestas rápidas y precisas a las demandas del mercado.

Sin embargo, la implementación de un WMS no está exenta de desafíos. La literatura señala dificultades como la resistencia al cambio por parte del personal, la necesidad de una capacitación adecuada y la integración con sistemas existentes (Rahayu, 2022). Estos

DESARROLLO DE SISTEMA DE GESTIÓN DE ALMACENES

aspectos son cruciales para garantizar el éxito y la efectividad del sistema en la gestión diaria de un almacén.

Utilización de Excel 2019 y Visual Basic VBA en WMS

El uso de herramientas como Excel 2019 y Visual Basic VBA para desarrollar sistemas WMS ha sido discutido en diversas investigaciones. Por ejemplo, (Kim, 2012) destaca que estas herramientas son especialmente viables para pequeñas y medianas empresas (PYMES) debido a su bajo costo y rápida implementación. No obstante, la investigación también ha subrayado limitaciones potenciales, como la necesidad de mantener la seguridad y precisión de los datos, así como la capacidad de adaptación a las necesidades específicas de cada empresa (Rahayu, 2022).

Tecnologías Emergentes y Mejora Continua

Para optimizar aún más la gestión de inventarios, se han propuesto estrategias que involucran el uso de tecnologías emergentes como códigos de barras y RFID (Radio Frequency Identification). Estas tecnologías permiten automatizar tareas repetitivas como la recepción y el envío de productos, proporcionando información en tiempo real sobre la ubicación y el estado de los productos (Llanos, 2018). Además, la implementación de Indicadores Clave de Rendimiento (KPI) ha demostrado ser fundamental para evaluar y mejorar la eficiencia operativa de los sistemas WMS, como se observa en estudios recientes (Andrade, 2022).

Metodología

Desarrollo del Sistema de Gestión de Almacenes (WMS) Personalizado

El desarrollo e implementación del Sistema de Gestión de Almacenes (WMS) en UTEN siguió un enfoque estructurado que incluyó las siguientes etapas:

Definición de Requerimientos

Inicialmente, se realizaron reuniones con los principales *stakeholders* de UTEN para

DESARROLLO DE SISTEMA DE GESTIÓN DE ALMACENES

identificar y documentar los requisitos específicos del WMS. Esto incluyó la determinación de las funcionalidades necesarias para abordar los problemas identificados en la gestión de inventarios, tales como la distribución desequilibrada de materiales, decisiones subjetivas en la adquisición de suministros y la comunicación deficiente entre las áreas involucradas.

Diseño del Sistema

Con base en los requisitos recopilados, se procedió al diseño detallado del sistema WMS utilizando herramientas accesibles como Excel 2019 y Visual Basic VBA. En esta etapa, se definieron las estructuras de datos, las interfaces de usuario y los algoritmos necesarios para la gestión eficiente del inventario, la automatización de procesos y la generación de informes.

Desarrollo y Programación

Una vez completado el diseño, se procedió a la fase de desarrollo y programación del WMS. Se utilizaron las capacidades de programación de Visual Basic VBA para implementar las funcionalidades planificadas, asegurando la integración adecuada con los sistemas existentes de UTEN y cumpliendo con los estándares de seguridad y precisión de datos requeridos.

Pruebas y Validación

Posterior al desarrollo, se realizaron pruebas exhaustivas del sistema para verificar su funcionamiento y rendimiento bajo diversas condiciones. Esto incluyó pruebas de integración con los sistemas de la bodega AOM, pruebas de carga para evaluar la capacidad de manejar volúmenes de datos significativos, y pruebas de usabilidad para garantizar una experiencia de usuario intuitiva y eficiente.

Implementación y Capacitación

Una vez validado el sistema, se procedió con la implementación en la Bodega de

DESARROLLO DE SISTEMA DE GESTIÓN DE ALMACENES

Administración, Operación y Mantenimiento de UTEN. Esta etapa involucró la capacitación del personal clave en el uso del nuevo WMS, asegurando que estuvieran familiarizados con las nuevas funcionalidades y capaces de aprovechar al máximo las mejoras introducidas en la gestión de inventarios y la toma de decisiones.

Monitoreo y Evaluación Continua

Finalmente, se estableció un plan de monitoreo continuo y evaluación del WMS para asegurar su rendimiento óptimo a lo largo del tiempo. Se implementaron mecanismos para recopilar retroalimentación del usuario y métricas de desempeño, permitiendo ajustes y mejoras iterativas según fuera necesario para mantener la eficiencia operativa y satisfacer las necesidades cambiantes del negocio.

Análisis de resultados

A medida que exploramos los resultados de este estudio, es crucial resaltar el impacto transformador del Sistema de Gestión de Almacenes (WMS). Este análisis demuestra que el WMS va más allá de ser una simple herramienta para el seguimiento del inventario o la gestión de pedidos; se convierte en un facilitador esencial para la toma de decisiones estratégicas en la bodega de la AOM de UTEN. Gracias a la simulación del WMS, se pudo analizar, mejorar y optimizar el proceso de adquisición de materiales, logrando así una gestión de inventario más eficiente y una reducción significativa en los costos de almacenamiento.

Resultados en Detalle

La simulación, utilizando datos reales de consumo de material, reveló un exceso de stock en las distintas zonas. Para resolver este problema, se implementó el módulo de Gestión de Compras del WMS, basado en la Planificación de Requerimientos de Materiales (MRP). Este módulo calcula el consumo promedio de material y considera los tiempos de entrega, estableciendo así las cantidades máximas y mínimas de pedido. Esto permite mantener un stock de seguridad adecuado y evitar tanto el exceso de inventario como la escasez de

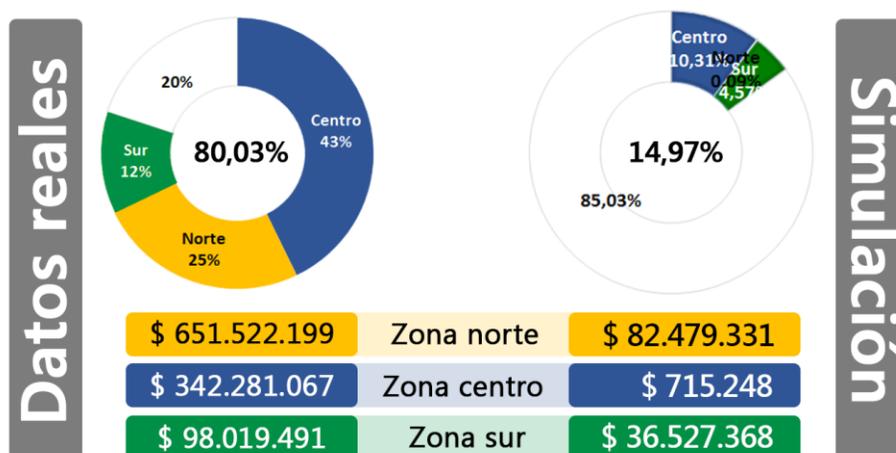
DESARROLLO DE SISTEMA DE GESTIÓN DE ALMACENES

materiales.

El análisis de la simulación mostró mejoras significativas en varios aspectos clave de la gestión de la bodega de UTEN. Los resultados obtenidos se detallan en la Figura 1, la cual ilustra la distribución de los costos asociados con el mantenimiento de un sobrestock de material en el almacén, antes y después de la simulación del WMS. Se observa una gestión más eficiente de los recursos, evidenciada por la reducción en el valor del inventario de 1.091 millones a 119 millones, lo que representa un ahorro potencial de 900 millones. Esto demuestra el impacto económico positivo del WMS y facilita la comprensión de este ahorro significativo.

Figura 1

Reducción de Costos por Mantenimiento de Sobrestock en el Almacén Antes y Después de la Simulación del WMS.



Optimización de Inventarios.

Durante la simulación del WMS, se realizó una clasificación ABC, poniendo especial atención en los productos tipo A, que representan un alto valor económico en términos de costos equivalentes al 75% de la inversión de la bodega. De estos, se analizaron y simularon dos de los cinco productos más importantes:

DESARROLLO DE SISTEMA DE GESTIÓN DE ALMACENES

Cable Concéntrico Aluminio 1x6+6 AWG.

Zona Norte. Antes de la simulación el nivel promedio de stock era de 21,335 metros, con una desviación estándar de 5,553 metros. El impacto financiero por mantener el material almacenado fue de \$64,362,707 para el mes de agosto de 2022 con un índice de rotación de 0.27.

Después de la simulación: nivel promedio de stock se redujo a 6,750 metros, con una desviación estándar de 4,363 unidades. El impacto financiero por mantener el material almacenado fue de \$22,738,534 para el mes de agosto de 2022 con un índice de rotación de 1.23 (ver Figura 12).

Figura 2.

Optimización de Inventario: Impacto de la Simulación en el Stock y Costos del Cable Concéntrico Aluminio 1x6+6 AWG en la Zona Norte.



Zona Centro. Antes de la simulación: nivel promedio de stock era de 14,353 metros, con una desviación estándar de 7,437 metros. El impacto financiero por mantener el material almacenado fue de \$95,262,575 para el mes de agosto de 2022 con un índice de rotación de 0.27.

Después de la simulación: nivel promedio de stock se redujo a 5,613 metros, con una desviación estándar de 2,936 metros. El impacto financiero por mantener el material almacenado fue de \$16,706,605 para el mes de agosto de 2022 con un índice de rotación de

DESARROLLO DE SISTEMA DE GESTIÓN DE ALMACENES

1.4 (ver Figura 2).

Figura 2.

Optimización de Inventario: Impacto de la Simulación en el Stock y Costos del Cable

Concéntrico Aluminio 1x6+6 AWG en la Zona Centro.



Zona Sur. Antes de la simulación: nivel promedio de stock era de 7,526 metros, con una desviación estándar de 2,112 metros. El impacto financiero por mantener el material almacenado fue de \$15,268,565 para el mes de agosto de 2022 con un índice de rotación de 1.51.

Después de la simulación: nivel promedio de stock se redujo a 5,487 metros, con una desviación estándar de 2,132 metros. El impacto financiero por mantener el material almacenado fue de \$12,544,203 para el mes de agosto de 2022 con un índice de rotación de 1.84 (ver Figura 3).

Figura 3.

Optimización de Inventario: Impacto de la Simulación en el Stock y Costos del Cable

Concéntrico Aluminio 1x6+6 AWG en la Zona Sur.

DESARROLLO DE SISTEMA DE GESTIÓN DE ALMACENES



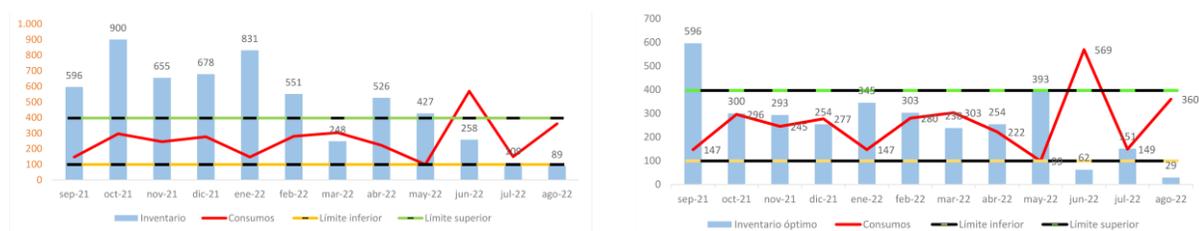
Medidor Monofásico Electrónico tipo 1.

Zona Norte. Antes de la simulación: nivel promedio de stock era de 489 unidades, con una desviación estándar de 267 unidades. El impacto financiero por mantener el material almacenado fue de \$4,812,473 para el mes de agosto de 2022 con un índice de rotación de 4.04.

Después de la simulación: nivel promedio de stock se redujo a 268 unidades, con una desviación estándar de 150 unidades. El impacto financiero por mantener el material almacenado fue de \$1,568,109 para el mes de agosto de 2022 con un índice de rotación de 12.41 (ver Figura 4).

Figura 4.

Optimización de Inventario: Impacto de la Simulación en el Stock y Costos del Medidor Monofásico Electrónico tipo 1 en la Zona Norte.



Zona Centro. Antes de la simulación: nivel promedio de stock era de 983 unidades, con una desviación estándar de 332 unidades. El impacto financiero por mantener el material almacenado fue de \$66,996,113 para el mes de agosto de 2022 con un índice de rotación de 0.38.

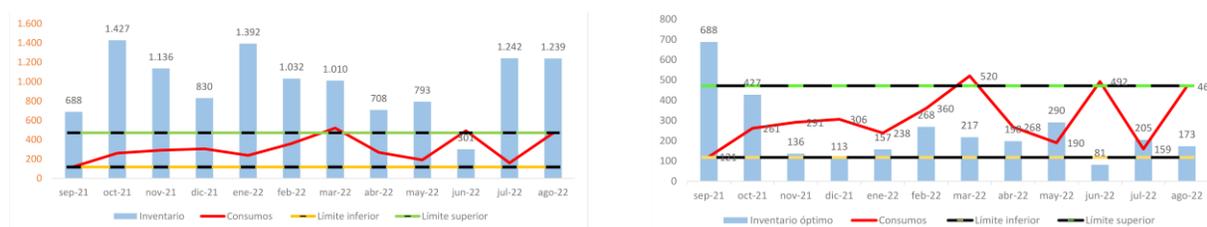
Después de la simulación: nivel promedio de stock se redujo a 246 unidades, con una

DESARROLLO DE SISTEMA DE GESTIÓN DE ALMACENES

desviación estándar de 167 unidades. El impacto financiero por mantener el material almacenado fue de \$9,339,331 para el mes de agosto de 2022 con un índice de rotación de 2.71 (ver Figura 5).

Figura 5.

Optimización de Inventario: Impacto de la Simulación en el Stock y Costos del Medidor Monofásico Electrónico tipo 1 en la Zona Centro.



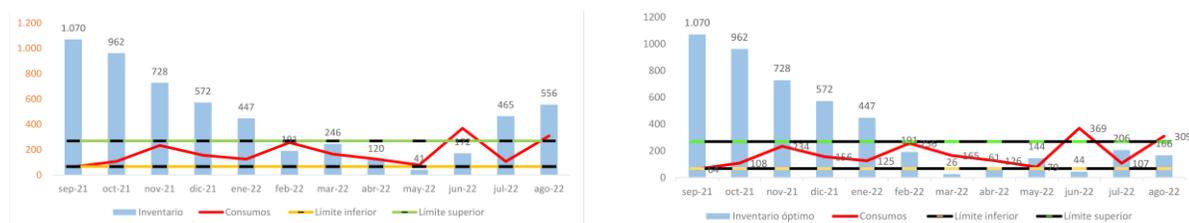
Zona Sur. Antes de la simulación: nivel promedio de stock era de 464 unidades, con una desviación estándar de 332 unidades. El impacto financiero por mantener el material almacenado fue de \$30,064,438 para el mes de agosto de 2022 con un índice de rotación de 0.56.

Después de la simulación, el nivel promedio de stock se redujo a 385 unidades, con una desviación estándar de 367 unidades. El impacto financiero por mantener el material almacenado fue de \$8.959.435 para el mes de agosto de 2022 con un índice de rotación de 1.86 (ver Figura 6).

Figura 6.

Optimización de Inventario: Impacto de la Simulación en el Stock y Costos del Medidor Monofásico Electrónico tipo 1 en la Zona Sur.

DESARROLLO DE SISTEMA DE GESTIÓN DE ALMACENES



Discusiones

Interpretación de los Resultados

Los resultados obtenidos durante la simulación del Sistema de Gestión de Almacenes (WMS) en la bodega AOM de UTEN reflejan una mejora significativa en la gestión de inventarios y una reducción notable en los costos asociados. La implementación del WMS se diseñó para optimizar el proceso de adquisición de materiales y gestionar de manera más eficiente los niveles de stock en las distintas zonas de la bodega. Los datos recopilados han demostrado consistentemente que la simulación del WMS ha cumplido con los objetivos establecidos, mejorando la eficiencia operativa y reduciendo los costos de almacenamiento.

Impacto de la Implementación del WMS

La implementación del WMS ha tenido un impacto positivo directo en la gestión diaria de la bodega de UTEN. La reducción significativa en el valor del inventario, como se observa en las figuras 14 a 23, subraya la efectividad del sistema en la optimización de los recursos disponibles. Además, se ha mejorado el índice de rotación del inventario en todas las zonas analizadas, lo que indica una mayor agilidad en la respuesta a la demanda del mercado y una reducción en los costos asociados con el mantenimiento de inventarios obsoletos o excesivos.

Comparación con Estudios Previos

Comparando nuestros hallazgos con investigaciones anteriores, se confirma que la implementación de un WMS adecuadamente diseñado y configurado puede ofrecer beneficios significativos en términos de eficiencia y rentabilidad. Aunque cada entorno operativo puede presentar variaciones, nuestros resultados están alineados con la literatura existente que

DESARROLLO DE SISTEMA DE GESTIÓN DE ALMACENES

destaca la importancia de la tecnología avanzada en la gestión de almacenes para optimizar procesos y mejorar el servicio al cliente.

Limitaciones del Estudio

Es importante reconocer algunas limitaciones en nuestro estudio. La simulación, aunque basada en datos reales de consumo de material, todavía depende de ciertas suposiciones y modelos simplificados. Además, la implementación del WMS puede enfrentar desafíos adicionales en términos de integración con otros sistemas empresariales y la capacitación del personal. Estas limitaciones deben considerarse al interpretar los resultados y al planificar futuras investigaciones.

Implicaciones Prácticas y Recomendaciones

Basados en los resultados obtenidos, recomendamos que UTEN continúe expandiendo el uso del WMS y explore aún más las capacidades de optimización del sistema. Estrategias como la clasificación ABC y el uso de modelos de Planificación de Requerimientos de Materiales (MRP) han demostrado ser efectivas para mantener un equilibrio óptimo entre la disponibilidad de inventario y los costos operativos. Además, se sugiere una mayor inversión en la capacitación del personal para maximizar los beneficios del WMS y garantizar una adopción exitosa en todos los niveles organizativos.

Consideraciones Gerenciales y Estratégicas

Los resultados de este estudio tienen implicaciones significativas para la alta gerencia de UTEN y otras empresas del sector eléctrico que consideren implementar un WMS. La capacidad del sistema para proporcionar visibilidad en tiempo real, mejorar la toma de decisiones estratégicas y reducir los costos operativos debería integrarse firmemente en la estrategia empresarial a largo plazo. La alta gerencia debe considerar el WMS como una

DESARROLLO DE SISTEMA DE GESTIÓN DE ALMACENES

inversión estratégica que puede ofrecer ventajas competitivas sostenibles en un mercado cada vez más dinámico.

Contribuciones al Conocimiento y Aplicaciones Prácticas

Este estudio contribuye significativamente al conocimiento existente al demostrar cómo la simulación puede utilizarse efectivamente para optimizar sistemas de gestión de almacenes en entornos industriales específicos. Las metodologías utilizadas pueden ser replicadas y adaptadas en otros contextos para mejorar la eficiencia operativa y reducir los costos asociados con la gestión de inventarios. Además, subraya la importancia de la integración de tecnologías avanzadas para maximizar el rendimiento de los sistemas de gestión de almacenes.

Conclusiones y Recomendaciones

Este estudio ha investigado el impacto del Sistema de Gestión de Almacenes (WMS) en la bodega AOM de UTEN, utilizando simulaciones para evaluar su efectividad en la optimización de inventarios y la reducción de costos operativos. Los resultados demuestran consistentemente mejoras significativas en la eficiencia operativa y una gestión más precisa de los niveles de stock en diferentes zonas del almacén.

Logros Destacados

Optimización de Inventarios.

La implementación del WMS permitió reducir de manera considerable los niveles de stock, lo cual condujo a una disminución significativa en los costos asociados con el mantenimiento de inventarios.

Reducción de Costos.

Se observó un impacto financiero positivo con ahorros potenciales sustanciales,

DESARROLLO DE SISTEMA DE GESTIÓN DE ALMACENES

evidenciando la eficacia del WMS en la gestión económica de la bodega.

Mejora en la Eficiencia Operativa.

El aumento en el índice de rotación del inventario indica una gestión más dinámica y eficiente, adaptada para responder ágilmente a las demandas del mercado.

Implicaciones y Recomendaciones

La implementación exitosa del WMS en la bodega AOM de UTEN sugiere varias recomendaciones para futuras aplicaciones y estrategias:

Capacitación Continua.

Es fundamental invertir en la capacitación continua del personal para maximizar los beneficios del WMS y asegurar una adopción efectiva y sostenible.

Integración Tecnológica.

La integración de tecnologías avanzadas como la simulación, la clasificación ABC y la Planificación de Requerimientos de Materiales (MRP) puede mejorar aún más la eficiencia del sistema.

Estrategias de Gestión

Estrategias específicas como la revisión continua de inventarios y el ajuste dinámico de políticas de stock pueden mantener un equilibrio óptimo entre la disponibilidad de productos y los costos operativos.

Consideraciones Finales

La implementación del WMS no solo ha mejorado la gestión del inventario en UTEN, sino que también ha posicionado estratégicamente a la empresa para enfrentar desafíos futuros en un mercado competitivo. Este estudio subraya la importancia de adoptar tecnologías innovadoras para mejorar la eficiencia operativa y la rentabilidad empresarial.

DESARROLLO DE SISTEMA DE GESTIÓN DE ALMACENES

Recomendaciones para Futuras Investigaciones

Para profundizar en este estudio, se sugiere explorar:

Impacto a Largo Plazo.

Evaluar cómo el WMS afecta la competitividad a largo plazo de UTEN y su capacidad para adaptarse a cambios en el entorno empresarial.

Comparación de Sistemas.

Realizar estudios comparativos con otros sistemas de gestión de almacenes para identificar las mejores prácticas y optimizar aún más el rendimiento.

Extensiones de Tecnología

Investigar nuevas tecnologías y herramientas que puedan integrarse con el WMS para mejorar la eficiencia y la efectividad en la gestión de almacenes.

References

Andrade Bowen, Javier Andrés; Robles Villalva, David José; Sandoya, Fernando. (2022). Implementación de un sistema wms para el diseño sistematizado de manejo de inventario de revisión continua en la empresa sumiab S.A. Recuperado de <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/56566>

Andiyappillai, N. (2020). Factors influencing the successful implementation of the warehouse management system (WMS). *International Journal of Computer Applications*, 177(32), 21–25. <https://doi.org/10.5120/ijca2020919787>

Carreño Dueñas, D. A., Amaya González, L. F., Ruiz Orjuela, E. T., & Javier Tiboche, F. (2019). Diseño de un sistema para la gestión de inventarios de las pymes en el sector alimentario. *Industrial Data*, 22(1), 113–132. <https://doi.org/10.15381/idata.v22i1.16530>

David, D. R., Nait-Sidi-moh, A., Durand, D., & Fortin, J. (2015). Using internet of things technologies for a collaborative supply chain: Application to tracking of pallets and containers.

DESARROLLO DE SISTEMA DE GESTIÓN DE ALMACENES

En *Procedia Computer Science* (Vol. 56, pp. 550–557). Elsevier B.V.

<https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.07.251>

Dos Santos, J. P., Miorin, R. A., Oliveira, E. F. de, & Junger, A. P. (2017). Excel como alternativa para o WMS e ERP na gestão de distribuição. *Revista de Casos e Consultoria*, 8(1), e811. Recuperado de: <https://periodicos.ufrn.br/casoseconsultoria/article/view/22895>.

Faveto, A., Traini, E., Bruno, G., & Lombardi, F. (2021). Development of a key performance indicator framework for automated warehouse systems. En *IFAC-PapersOnLine* (Vol. 54, pp. 116–121). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2021.08.013>

Kellermayr-Scheucher, M., Niedermeier, M., & Brandtner, P. (2023). Applications and perceptions of workforce management systems for warehouse operation-results and findings from expert interviews. En *Procedia Computer Science* (Vol. 219, pp. 255–262). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2023.01.288>

Kim, J.-H., Lee, S.-H., Jung, J.-J., Kwon, Y.-J., Lee, K.-C., & Hwang, D.-S. (2012). A case study for application of WMS which is made of Excel VBA for SMB logistics companies. *Journal of the Korea Safety Management and Science*, 14(2), 167–176. <https://doi.org/10.12812/ksms.2012.14.2.167>

Laura Angelina García Zugasti. (2020). Análisis y propuesta de implementación de Warehouse Management System como metodología de trabajo que contribuya a la mejora continua en el almacén de un Centro de Secuenciado de la Empresa Plastic Omnium Auto Exterior S. de R.L. de C.V durante el periodo 2019. *Thesis*. <https://repositorioinstitucional.uaslp.mx/xmlui/handle/i/7160>

Llanos, G. A. (2018). El papel de las tecnologías de la información (TI) y la eficiencia en la gestión de almacenes con WMS. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10654/20482>.

DESARROLLO DE SISTEMA DE GESTIÓN DE ALMACENES

Lorenc, A., & Burinskiene, A. (2021). Improve the orders picking in eCommerce by using WMS data and BigData analysis. *FME Transactions*, 49(1), 233–243.

<https://doi.org/10.5937/FME2101233L>

Milanes Hernandez, R. A., & Lopez Guevara, J. E. (2019). Diseño del módulo de control de inventarios a través de la herramienta WMS para su eventual aplicación en la empresa Industrias Sueño Dorado SAS. Recuperado de:

<http://repositorio.uniagustiniana.edu.co/handle/123456789/778>

Minashkina, D., & Happonen, A. (2023). A systematic literature mapping of current academic research linking warehouse management systems to the third-party logistics context. *Acta Logistica*, 10(2), 209–228. <https://doi.org/10.22306/al.v10i2.377>

Phan, M. H., & Tran, A. T. (2022). Development a warehouse management information system. *Applied Mechanics and Materials*, 907, 131–143. <https://doi.org/10.4028/p-78ah4r>

Rahayu, N., Ma'ruf, Y., & Sunarsa, A. (2022). Sistem informasi warehouse management system (WMS) pada PT. Citra Banjar Abadi. *Journal CERITA*, 8(1), 13–23.

<https://doi.org/10.33050/cerita.v8i1.2125>

Shinsato Junior, C., De Mattos Veroneze, G., Maciel da Costa Craveiro, J., & Maciel Neto, T. (2023). Proposal of an inventory control system based on the flow of materials in a warehouse using Excel/VBA. *Revista E-TECH: Tecnologias Para Competitividade Industrial - ISSN - 1983-1838*, 16(1). <https://doi.org/10.18624/etech.v16i1.1246>

Tobar, J. (2019). Importancia de las tecnologías de información y comunicación (TIC) en la cadena de suministros. Universidad Santiago de Cali, 1–16. Recuperado de:

<https://repository.usc.edu.co/handle/20.500.12421/6283>

Tong, Q., Ming, X., & Zhang, X. (2023). Construction of sustainable digital factory for

DESARROLLO DE SISTEMA DE GESTIÓN DE ALMACENES

automated warehouse based on integration of ERP and WMS. *Sustainability (Switzerland)*, 15(2). <https://doi.org/10.3390/su15021022>

Zucco Monti, M. G., Samaniego, Franklin; Carrera González, R., Alveo Lorenzo, Carlos; Vargas Lombardo, M. (2019). Los cuatro ejes «WMS, SCM, CRM y ERP» para la e-logística. *Revista de Iniciación Científica Journal of Undergraduate Research*, 2, 95–102. Recuperado de: <http://www.epc-rfid.info/rfid>

Trigueros Rey, José Miguel. (2021). Estandarización y automatización del proceso de gestión de devoluciones en Isringhausen. Para Trabajos Fin de Máster UVa [6064]. Recuperado de: <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/48791>