

La importancia de la implementación de Warehouse Management System para los Centros de Distribución¹

Didier Rolando Peláez Gómez

Tecnólogo Agropecuario del Politécnico Jaime Isaza Cadavid. Administrador de Empresa de la Universidad San Martín. Magister en Logística Integral de la Institución Universitaria Esumer. Docente de Cátedra del Tecnológico de Antioquia en la Facultad de Ciencias Administrativas y Económicas. Asesor y Consultor Empresarial. Correo electrónico: didierexito@hotmail.com

Jorge Andrés Acosta Strobel

Tecnólogo en Comercio Internacional, Profesional en Negocios Internacionales y Especialista en Legislación Aduanera de la Institución Universitaria Esumer. Magister en Gestión de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Universidad de Antioquia, Estudiante de Especialización en Paz y Desarrollo Territorial en la Corporación Unificada Nacional (CUN). Docente Tiempo Completo de la Facultad de Estudios Internacionales de la Institución Universitaria Esumer. Correo electrónico: jorge.acosta@esumer.edu.co

Recibido: 30/11/2020 - **Aceptado:** 16/12/2020 - **Publicado:** 02/02/2021

RESUMEN

Los procesos logísticos son fundamentales para el desarrollo de las organizaciones, en este sentido el artículo busca como objetivo establecer la importancia de la implementación de los sistemas de Warehouse Management System (WMS) en los Centros de Distribución, conocidos como CEDI, la investigación es de carácter cualitativo fundamentado en una revisión documental, en esta se analiza la importancia de los CEDI en las organizaciones en tiempos de pandemia, como es el uso de tecnologías de la información y comunicaciones (TIC) en la logística de la cadena de suministro y finalmente cuales son los pasos para la implementación de un sistema (WMS) en la gestión de centro de distribución. Como conclusión se establece que el WMS es un instrumento esencial para las organizaciones en los centros de distribución, este sistema tiene una mayor compatibilidad con robotización, la inteligencia artificial y el internet de las cosas, por lo cual se vuelve esencial para el futuro de las organizaciones.

Palabras clave: Warehouse Management System (WMS); Centros de Distribución (CEDI); Supply Chain Management (SCM); Planificación de Recursos Empresariales.

¹ El presente artículo nace del informe de consultoría “Propuesta de implementación de WMS (Warehouse Management System) con código de barras en la comercializadora de Soy Campo S.A.S: Un enfoque de gestión y modelamiento” realizada por Didier Rolando Peláez Gómez para optar por el título de Magister en Logística Integral de la Institución Universitaria Esumer, el informe de consultoría fue dirigido por Rodrigo Andrés Gómez Correo.

ABSTRACT

The logistics processes are fundamental for the development of organizations, in this sense the article seeks establish the importance of the implementation of Warehouse Management System (WMS) systems in Distribution Centers, known as CEDI, the research is of qualitative nature based on a documentary review, in which the importance of CEDIs in organizations in times of pandemic is analyzed, such as the use of information and communication technologies (ICT) in supply chain logistics and finally what are the steps for the implementation of a system (WMS) in the distribution center management. As a conclusion, it is established that the WMS is an essential instrument for organizations in distribution centers, this system has a greater compatibility with robotization, artificial intelligence and the internet of things, which is why it becomes essential for the future of the organizations.

Keywords: Warehouse Management System (WMS); Distribution Centers; Supply Chain Management (SCM); Enterprise Resource Planning.

1. INTRODUCCIÓN

La logística en la cadena de suministro, y en específico la gestión de almacenes es clave en la productividad y efectividad de la empresa desde la perspectiva de las operaciones y sostenibilidad empresarial (Hernández-Jiménez, 2018). Esto ha venido en auge creciente el cual se ha desencadenado ante el actual escenario de pandemia el cual plantea retos para la gestión de inventarios y diferentes temáticas de carácter logístico a nivel internacional.

La gestión del almacén permite la recepción de productos de proveedores internos o externos de una empresa, pero más allá de esto, permite que las organizaciones puedan tener unos lineamientos de para la revisión y distribución de mercancía, conforme a la demanda que el mercado contemple. Dentro de la provisión de productos siempre será necesario una buena gestión de inventarios de cara a futuros escenarios internacionales que incluso hagan fluctuar el valor de los productos a la luz de fenómenos externos.

En este sentido, los sistemas de gestión de inventarios sirven como un mecanismo de tanteo, más no tienen en cuenta en muchos procesos los Stocks definidos para su manejo, lo cual es visible de cuando las organizaciones hacen el proceso de almacenamiento de manera rudimentaria. Cuando no se tiene un sistema de gestión de inventarios, existen grandes problemas en los depósitos de las organizaciones, que se enfrenta a mercadería apilada, falta de criterio para ordenar la mercancía, espacio de bienes desaprovechados y pérdida de tiempo al no encontrar los productos en los lugares debidos o específicos (Peña & Silva, 2016).

Basado en lo anterior, se debe comprender la importancia de los instrumentos o herramientas que permitan tener una medición óptima de materias primas y productos terminados de acuerdo con la capacidad de producción y la demanda de la empresa. En este sentido, no solo es necesario generar políticas de inventarios en las organizaciones, sino usar mecanismos o sistemas tecnológicos de vanguardia con el fin de optimizar los recursos actuales de la empresa, teniendo en cuenta la estacionalidad de los productos y la demanda actual de los mismos (Arteaga & Corredor, 2015).

Desde la revisión y los diagnósticos empresariales, se detectan grandes oportunidades para mejorar el potencial de la efectividad operacional en diferentes organizaciones a través de la implementación de Tecnologías de la información y de la Comunicación (TIC) para la gestión de almacenes con la finalidad de recibir y controlar bienes de la organización. Es imperante resaltar que la implementación de TICs en la gestión de inventarios está directamente relacionada con el mejoramiento del almacenamiento de la mercancía, debido a que es una etapa necesaria para su implementación.

La implementación de TICs en la gestión de almacenes tales como un WMS (Warehouse Management System) a través de código de barras y/o sistema RFID (Radio Frequency Identification) son elementos importantes para la sistematización e integración de datos de la cadena logística, además de contribuir a diferentes procesos de la organización como la gestión del riesgo contra el lavado de activos y la financiación del terrorismo, la generación de un mejor nivel de servicio por parte de la empresa, así como otros factores de mejora, como la eficiencia operacional (reducción potencial de costos y tiempos) y calidad operacional (Arellano-Díaz, 2017; Muriel & Acosta, 2020).

Por lo expuesto, se debe resaltar que la ausencia de las TIC en especial de un WMS, pueden ser graves para las organizaciones en su desarrollo logístico, entendiendo que estos elementos son significativos para llevar a cabo buenas prácticas logísticas, concibiendo que estos son factores claves para las organizaciones para la efectividad y sostenibilidad desde el punto de vista operacional.

Bajo el presente contexto, el presente artículo busca generar una reflexión sobre implementación de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), en especial del Warehouse Management System en las organizaciones que buscan establecer la potencialidad que tiene este sistema en términos de eficiencia y eficacia en los centros de distribución (CEDI).

2. MARCO TEÓRICO Y/O ANTECEDENTES

En esta sección, se revisan temáticas y enfoques desarrolladas en la literatura científica nacional e internacional relacionadas con el WMS en la logística de gestión de CEDI y Supply Chain Management (SCM) de manera reciente que se han aplicado en algunas organizaciones, a través de esto se busca identificar prácticas y temas emergentes, así como tradicionales.

Tabla 1. Estado del Arte del WMS aplicado a las organizaciones

Autores	Año	Aporte al marco referencial
Kučera	2017	La implementación del sistema de gestión de almacenes como el WMS reduce los costos logísticos generales del almacenamiento y extiende el sistema de gestión de almacenes a otras partes de la cadena logística dentro de las organizaciones.

López y Milanés	2018	Diseño del módulo de control de inventarios a través de la herramienta WMS para su eventual aplicación en la empresa Industria Sueño Dorado S.A.S.
Silva	2018	Gestión de almacenes con tecnología WMS, herramienta eficiente para llevar a cabo las operaciones logísticas.
Žunić et al.	2018	El WMS es una parte importante del negocio de la empresa y puede simplificar el seguimiento de los procesos, los cuales sirven para la optimización de recursos y eficiencia de la organización.
Lototsky et al.	2019	Modelo del Sistema Automatizado de Gestión y Previsión de Almacenes e las condiciones de Transición a la Industria 4.0.
Mao y Zhang	2019	Los sistemas de Internet de las cosas son fundamentales para dar un paso en la gestión de inventarios de cara al proceso portuario, ya que permiten un sistema de gestión propicio para evitar pérdidas y desarrolla metodologías ágiles.
Mahroof	2019	Una perspectiva centrada en el ser humano que explora la disposición hacia la inteligencia de almacenamiento: El caso de un almacén de distribución al por menor.
Zeledón y Ramos	2019	Propuesta de implementación de un software WMS en la bodega de logística CEDIST- SINSA. Managua. Nicaragua
Malashchytskaya	2020	Se evidencia que a través del WMS aplicado a la empresa Orange en Polonia, el sistema de gestión de inventarios cuenta con mayores estándares logísticos los cuales logran generar una actualización del sistema de abastecimiento para tener un mejor servicio y procesos eficientes.
Pagano y Liotine	2020	Tendencias actuales a nivel tecnológico en el ámbito de la cadena logística y gestión de cadena de suministros en las empresas estadounidenses
Yavas y Ozkan-Ozen	2020	Criterios para los centros logísticos en la industria 4.0, los cuales permiten establecer elementos diferenciales de la logística tradicional
Muhalia, Ngugi, y Moronge	2021	Se evidencia que los sistemas de gestión de almacenes influyen positiva y significativamente en el desempeño de la cadena de suministro de bienes de consumo masivo. De igual forma, el sistema de gestión de almacenes ayuda a optimizar el control de existencias, almacenamiento y mejora la productividad laboral

Fuente: elaboración propia con base en Kučera (2017), López y Milanés (2018), Silva (2018), Žunić, et al. (2018), Lototsky et al. (2019), Mao y Zhang (2019), Mahrroo (2019), Zeledón y Ramos (2019), Malashchytskaya (2020), Pagano y Liotine (2020), Yavas y Ozkan-Ozen (2020), Muhalia et al. (2021).

En la compilación bibliográfica (ver tabla 1) se encuentra que un sistema WMS es una herramienta robusta y eficiente para llevar a cabo las operaciones logísticas permitiendo la automatización del inventario, esto promueve el acceso a la información en tiempo real, lo cual permite administrar adecuadamente las ubicaciones de los productos, restricciones del almacenamiento, control de vencimientos, lotes, control de indicadores de desempeño, reducción de costos de un inventario excesivo, evitar escasez de productos, asignación de tareas según la responsabilidad de cada cargo o función, entre otros.

Todos los elementos sugeridos en el párrafo anterior, son vitales para la toma de decisiones en las organizaciones, puesto que conllevan al aumento de eficiencia en todos los procesos ejecutados, en especial en todos aquellos relacionados con la logística, producción y aprovisionamiento dentro de las empresas. Desde el punto de vista de la productividad es importante destacar que si bien, los sistemas no tienen un costo bajo, estos son remunerados en el tiempo por lo que no se puede hablar de un gasto, sino en una inversión para el desarrollo sistémico de la compañía. Aun así, es vital comprender que antes de realizar una inversión en este tipo de sistemas, se debe tener los procesos estructurados apropiadamente, con personal capacitado para el manejo de esta herramienta tecnológica, puesto que de lo contrario los resultados esperados no serán óptimos.

En general, de acuerdo a la literatura revisada, un sistema WMS permite el mejoramiento continuo de los procesos logísticos por medio de un control y seguimiento de los datos e información en tiempo real que impactan de manera positiva a la disminución de los costos a mediano y largo plazo. Así mismo, el WMS impacta de manera positiva a los clientes en especial aquellos que consumen productos de carácter masivo, puesto que contribuye a la velocidad de entrega del producto. Dentro de las investigaciones se evidencia que existen dos herramientas de apoyo para la gestión del seguimiento de los productos los cuales se realizan a través de código de barras y RFID.

Bajo este contexto, se deben analizar los sistemas de código de barras, etiquetas RFID e incluso los códigos QR (Quick Response), este último si bien no es enunciado en el estado del arte, en sí mismo representa otra herramienta la cual puede alinearse con un sistema WMS. Cada uno de los elementos sistemáticos anteriormente mencionados, puede ser leído a través de dispositivos ópticos, los cuales envían la información a un equipo de cómputo de manera continua como si este fuera ingresado de manera manual. Aun así, una de las grandes ventajas es que a través de estos sistemas la manipulación de datos es menor, por lo cual errores humanos son mínimos.

Los códigos de barras son símbolos formados por un conjunto de barras y espacios paralelos de diferentes grosores que contienen determinada información, son unidimensionales y además de ello representan almacenan datos de manera rápida con precisión y de manera simple para la identificación de los códigos se requieren lectores o *scanners* (Mangos, Godínez, & Rodríguez, 2016).

Por su parte, los QR es un código bidimensional que es capaz de tener una capacidad de almacenamiento mayor a la de un código de barras, no solo guarda un tipo de datos, sino que incluso puede guardar hasta datos de fechas y contactos más directos con algunos procesos donde hubiere pasado la mercancía. Para los QR, no se requiere de pistolas lectoras o equipos

debido a que los códigos se pueden leer desde una Tablet, un computador o teléfono inteligente (Vargas & León, 2017).

En cuanto a las etiquetas RFID, es una identificación por radiofrecuencia, los artículos con este tipo de etiqueta pueden ser ubicados en diferentes espacios y a grandes distancias en comparación con el QR y el código de barras, este además de la información encriptada, se puede editar conforme a los procesos que esté añadiéndole información o modificando está (De la Cruz, Reyes & Bravo, 2010).

La mayor desventaja de las etiquetas RFID es su alto costo de implementación en comparación a del código de barras y el QR. Sin embargo, entre los dos últimos códigos enunciados el QR considerando la velocidad, precisión y la posición de barrido para lectura son mejores que los códigos de barras (Mangos et al., 2016; Vargas & León, 2017; Silva, 2018; Malashchytskaya, 2020). Esto de alguna manera es interesante, puesto que en las empresas analizadas no se habla de este tipo de sistema de codificación QR, sino que se indaga directamente en la aplicación de código de barras y RFID para el desarrollo del sistema WMS.

3. METODOLOGÍA

La metodología de este texto es de carácter cualitativo, donde se busca ir de lo macro a lo micro con el propósito de poder comprender a grandes rasgos el fenómeno de estudio que en este caso es la implementación de *Warehouse Management System* (WMS) para los Centros de Distribución (CEDI). Si bien, el artículo es derivado de una consultoría que nace con un propósito más exploratorio, en este documento se implementó la revisión documental la cual dio una fundamentación más profunda. En este sentido, método de investigación documental sigue siendo el más usado para la transferencia de conocimiento en la comunidad académica. Es por ello, que para la recolección de información se optó por la consulta bibliográfica, textos académicos, consulta electrónica en páginas de internet especializadas en el tema de investigación. Así mismo, se realizó un control del sesgo a través de investigaciones del año 2000 al año 2021. Concentrándose principalmente en los últimos 4 años los cuales permiten tener un contexto más reciente de los medios tecnológicos utilizados dentro de la logística en la actualidad.

4. RESULTADOS

4.1. CONTEXTUALIZACIÓN LA IMPORTANCIA DE LOS CENTROS DE DISTRIBUCIÓN (CEDI) DE LAS ORGANIZACIONES

Los conceptos de cadena de suministro, SCM y logística se han convertido en componentes para desarrollar y gestionar los procesos de aprovisionamiento, producción, gestión de CEDI, distribución y logística inversa, que permite a las empresas satisfacer las necesidades de los clientes (Ballou, 2004).

En este orden de ideas, se establece que la cadena de suministro es un conjunto de actividades funcionales que genera que existan dos o más empresas conectadas entre sí para promover un flujo continuo de servicios, información, sistemas vehiculares y de sistemas de

información entre otros. Cada una de las actividades determinadas, permiten que proveedores, fabricantes y distribuidores, transformen sus productos de manera uniforme y continua, constituyendo un estándar de calidad alto para el bien o servicio ofrecido logrando una satisfacción al cliente conforme sus necesidades (Muhalia et al., 2021).

En otras palabras, se puede inferir que la cadena suministro es un conjunto de actividades que utilizan y coordinan las instalaciones, procesos, información, productos y finanzas que permiten la transformación de materias primas e insumos en productos a través de los cuales, se satisfacen las necesidades de los clientes.

Conforme con esto, Coyle et al.(2009), mencionan que *Supply Chain Management* (SCM) es un componente de la cadena de suministro, que se encarga de la coordinación e integración de sus procesos claves, de tal forma se establece que la cadena de suministros es la encargada de planeación, implementación y control de los flujos de información, productos y dinero desde el punto de origen de aprovisionamiento hasta la venta final al consumidor.

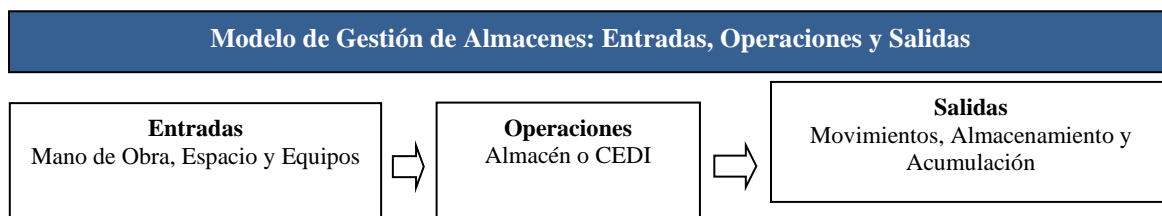
Con base a lo anterior, los procesos de SCM es un medio para coordinar e integrar estratégica y sistemáticamente los procesos claves dentro de la cadena de suministro, con el fin de satisfacer las necesidades del cliente y mejorar el desempeño de las empresas involucradas, así mismo la logística, es un componente crítico para las organizaciones, que facilita el cumplimiento de una adecuada.

La gestión de CEDI es un proceso logístico que juega un papel importante, debido a la interacción conjunta formalizar menores niveles de inventarios y efectuar sus actividades en tiempos de respuesta más cortos, intentando mejorar la satisfacción de los clientes y aumentar la eficiencia operacional (Van Den Berg & Zijm, 2009).

Min (2009) indica que la gestión de CEDI, representa una porción significativa de los gastos y costos de una compañía, de allí, la presión de que esta sea diseñada, administrada y controlada de forma eficiente y productiva. En este sentido Baker y Zaheed (2007), establecen una posición similar, describiendo que la gestión de los CEDI representa el 20% de los costos totales logísticos de la empresa, y es determinante para que se alcance niveles de servicios adecuados.

Los CEDI, son un tipo de almacén, que puede incluir sus funciones típicas, tales como, recepción, almacenamiento, preparación de pedidos y despacho. Generalmente, se enfocan en agilizar y mejorar el sistema de distribución de la empresa para aumentar la eficiencia de la cadena de suministro, reducir los niveles de inventarios, incrementar la satisfacción a las necesidades del cliente y agregar valor a los productos.

Desde la perspectiva de los procesos, Hackman et al. (2001), describen un modelo para la gestión de CEDI, basado en procesos denominado Input (Entradas)-Output (Salidas) (Gráfica 1).



Gráfica 1. Modelo del Almacén o CEDI. Fuente: Hackman et al. (2001).

Basados en la Gráfica 1, se puede indicar que las entradas en el almacén, suelen ser la mano de obra, espacio y equipos, las cuales son utilizadas en las operaciones de la gestión de CEDI (recepción, acomodo, almacenamiento, preparación de pedidos y embarque), con el fin de obtener *outputs* o salidas, tales como, movimiento, almacenamiento y acumulación de las unidades de cargas y productos que sirven para atender las necesidades de los clientes.

Aparte de las entradas, operaciones y salidas planteadas (Hackman et al., 2001), es importante concebir la importancia de los flujos de información en la gestión de CEDI, los cuales, son la base de su planeación, operación y control; además resalta la importancia del uso de TIC's (Tecnologías de la Información y Comunicaciones) como el *WMS (Warehouse Management System)*.

El escenario de pandemia genera algunos desafíos de cara a la logística, en este sentido se puede tener en cuenta algunos factores de fragilidad de la cadena de suministros, ante esto se debe considerar que el actual escenario de la crisis sanitaria ha hecho percibir que incluso las organizaciones más expertas en logística no contaban con la eficacia suficiente para afrontar un sistema crítico en temas de planeación, operación y control.

Basado en lo anterior, de acuerdo a Wilmsmeiser (2020) algunas dimensiones críticas a tener en cuenta en el marco de la industria logística, estos factores son:

1. Proximidad geografía
2. Colaboración organizacional
3. Número de proveedores de la organización
4. Enfoque prioritario competitivo
5. Niveles de integración – vertical
6. Reducción en tiempo – *Just time*
7. Gestión del riesgo
8. Intercambio de información
9. Intensidad tecnológica – capital humano o tecnología y robótica
10. Intermediación del estado

Ante los factores anteriormente en listado es importante definir cada uno de ellos y la importancia de la gestión logística en especial en el ejercicio de los CEDI. En este sentido, se puede establecer la proximidad geográfica como la forma en la cual se busca a los proveedores o posibles clientes, entendiendo que en el marco de la crisis sanitaria se ha abierto más la oportunidad a la integración internacional de consumo.

En segunda instancia, ante el escenario actual, se percibe que las organizaciones tendrán que trabajar colaborativamente, para ello la gestión logística tiene un papel determinante, debido a la subsistencia que buscan las organizaciones, más allá de buscar competir con empresas que son sus pares. Esto establece retos para la logística, la cual busca fomentar la asociatividad entre proveedores y distribuidores, esta relación no siempre ha sido tan cercana,

puesto que en la realidad actual muchas de las organizaciones buscaban hacer el proceso de insumo y comercialización de manera individual, a pesar que desde hace mucho tiempo se ha buscado generar economías de escala a través de la colaboración o redes empresariales.

Un tercer factor es el número de proveedores, ante esto Wilmsmeiser (2020) expresa la dificultad que han tenido algunas organizaciones al centrar parte de sus fortalezas en los proveedores, dicho ejercicio no está mal (a pesar que siempre se deben tener más de un proveedor). Sin embargo, ante la pandemia la dependencia única en un proveedor ha generado que muchas organizaciones pierdan competitividad y margen de maniobra.

En cuanto al enfoque competitivo se puede establecer cuál será el diferenciador organizacional y cuál será su propuesta de valor para que las organizaciones asociadas a la línea logística lo contemplen. Conforme a esto, se establece que los CEDI, a través de un sistema WMS aplicado muestran una robustez dentro de la organización la cual permea a todos sus colaboradores.

En el proceso de integración vertical, se evidencia que está es vital para el desarrollo logístico, puesto que la integración de esta forma permite un relacionamiento exitoso entre distribuidores y proveedores. Esto está fundamentado en la reducción de costos y el continuo suministro de bienes que a su vez se traduce en una mayor capacidad de negociación de una organización, lo cual llega a ser positivo de cara a la reducción de dependencia de terceros a través de los procesos de absorción empresarial (esto va de la mano de la capacidad de negociar y los recursos financieros de la empresa). La integración vertical a través de la fundamentación mencionada apoya la reducción de costos y la gestión del riesgo en las organizaciones.

Basado en lo anterior, es importante decir que el sistema WMS, debe ser manejado por una base tecnológica que en lo posible se sustente en sistemas de informáticos de alta intensidad, ante esto se establece que la gestión del talento o capital humano será determinante, no solo desde la capacitación, sino desde la gestión de estos en los sistemas logísticos (Mangos et al., 2016).

4.2. OPERACIONES EN LOS CENTROS DE DISTRIBUCIÓN

Con base en algunas dimensiones críticas de la industria logística a través de la pandemia y los modelos de almacén o CEDI, se describe cuáles son las operaciones comunes dentro de la gestión de inventarios en un Centros de distribución.

Tabla 2. Operaciones en el CEDI

Recepción	Acomodo	Almacenamiento
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Descargar camión con productos a recibir ▪ Identificar registrar y preempacar los productos recibidos ▪ Inspeccionar y verificar que la cantidad y calidad de los productos adquiridos 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ubicar la mercancía en el almacenamiento ▪ Mover la mercancía desde la recepción hasta el almacenamiento ▪ Realizar actividades de manejo de materiales, verificación del sitio y 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Comienza cuando los productos son colocados en las ubicaciones de almacenamiento ▪ Su función es guardar físicamente la mercancía en espera de su demanda

coincidan con el pedido negociado <ul style="list-style-type: none"> ▪ Distribuir los materiales para su almacenamiento o a otros procesos dentro de la organización. 	ubicación del producto en el lugar de almacenamiento	<ul style="list-style-type: none"> ▪ La selección del método de almacenamiento depende del tamaño, cantidad y características de los productos ▪ Existe almacenamiento en estantería, arrume negro o bloque, sistemas automáticos, entre otros.
Preparación de pedidos	Embalaje y despacho	Preempaque
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Recuperar productos desde su ubicación de almacenamiento para preparar los pedidos que permitan atender necesidades de los clientes ▪ Recolectar y programar la atención de órdenes de pedidos de los clientes a partir de la recuperación de los productos desde la zona de almacenamiento y uso de recursos de la gestión de CEDI ▪ Establecer políticas acerca del diseño y distribución de la zona de preparación de pedidos según las características de los órdenes y productos 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Chequear, empacar y eventualmente cargar los pedidos en el medio de transporte ▪ Preparar los documentos de despacho, incluyendo lista de empaque, facturación, etiqueta con la dirección entre otros. ▪ Acumular pedidos por transportista saliente ▪ Establecer políticas para ubicación de los cargamentos y camiones en los que se realizará el despacho ▪ Cargar los medios de transporte con las unidades de carga. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Se suele realizar cuando se reciben productos a granel, para formar kit de productos o unidades de almacenamiento.
		Actividades logísticas de valor agregado o marcado de precios
		Son actividades de marcado o etiquetado de productos para clientes específicos
		Cross-docking
		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Transferir directamente los productos recibidos a la operación de despacho para atender con estos pedidos de los clientes ▪ Eliminar operaciones de acomodo y almacenamiento, y generalmente incluye transbordo de mercancías entre medios de transporte

Fuente: elaboración propia con base en Rouwenhorst et al. (2000), Frazelle (2002), Baker (2004), Urzelai (2006), De Koster, Le-Duc y Roodbergen (2007), Van Den Berg (2007), Acosta y Londoño (2015), Malashchytskaya (2020), Pagano y Liotine (2020), Yavas y Ozkan-Ozen (2020).

A través de la Tabla 2, se observa que las operaciones del CEDI son complementarias y cada una aporta funcionalidades críticas para satisfacer adecuadamente las necesidades de los clientes al menor costo, mientras se realizan las operaciones de manera eficaz. Por otra parte, se debe indicar que, según el tipo de almacén, dichas operaciones pueden variar. Por ejemplo, en el caso de los algunos de CEDI, se suelen incluir operaciones de *crossdocking* y transbordo de mercancía entre medios de transporte, lo cual, no es usual en CEDI dedicados al manejo de materias prima o productos terminados.

Conforme a lo anterior, a continuación, se describen las entradas y salidas en el marco de la gestión de CEDI.

Tabla 3. Entradas y salidas del modelo de gestión de CEDI

Entradas (<i>Input</i>)	Salidas (<i>Output</i>)
Productos	Movimiento (<i>Movement</i>)
Productos o material recibido para gestionar en el almacén	Representan el número de órdenes y líneas preparadas y embarcadas. Definición de unidades de almacenamiento, tales como, unidades individuales, cajas o pallets.
Espacio (<i>Space</i>)	Acumulación (<i>Accumulation</i>)
Representa los pies o metros cuadrados de espacio utilizado en las operaciones de recepción, almacenamiento, despacho, entre otras.	Representa la inversión en equipos de manejo de materiales para acumular las órdenes cuando se desarrollan actividades de preparación de pedidos por lote
Equipo de manejo de materiales (<i>Equipment</i>)	
Incluye la suma de equipos de manejo de materiales, almacenamiento y <i>conveyors</i> .	
Mano de obra (<i>Labor</i>)	Almacenamiento (<i>Storage</i>)
Se constituye por la suma de horas directas e indirectas consumidas en el desarrollo de las operaciones de la gestión de CEDI, y de apoyo, tales como, mantenimiento, administración, supervisión, entre otros.	Mide el costo de almacenar el inventario en el almacén. Se consideran los costos de preparación de pedidos de cajas y pallets almacenados en el piso y en sistemas de estanterías.
Recursos transversales a las entradas y salidas	
Unidad de Carga	Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TICs)
Es la unidad que los productos son almacenados, por ejemplo: cajas, pallets, unidades individuales, etc.	Representan sistemas de información y comunicaciones para la planeación, ejecución y control de las actividades del almacén, tales como: sistemas de administración de bodegas, radiofrecuencia, etc.

Fuente: elaboración propia con base en los siguientes autores Rouwenhorst et al. (2000); Žunić et al. (2018), Mao y Zhang (2019).

Se identifica que aplicar las propuestas para el diseño o mejoramiento de la gestión de CEDI es efectiva, puesto que ordena las entradas, operaciones y salidas, lo cual facilita la aplicación de diferentes técnicas cualitativas y cuantitativa, tales como, la simulación discreta, diseño de experimentos, entre otros.

4.3. TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIONES (TIC) EN LA LOGÍSTICA DE LA CADENA DE SUMINISTRO

La cadena de suministro se encarga de gestionar los flujos de materias primas, la información interna y externa que comprende desde los proveedores hasta los clientes con el fin de reducir

los costos, incrementar la rentabilidad, pero teniendo como prioridad la satisfacción del cliente.

Sin embargo, para lograr la efectividad entre la obtención de materias primas hasta la venta de productos o servicios, es necesario en la actualidad la implementación de tecnologías de la información y comunicación (TIC), debido a que se ha convertido en herramientas fundamentales para promover y gestionar cualquier negocio a nivel nacional e internacional, lo cual es necesario para la estandarización y automatización de los procesos, esto se ve reflejado en el aumento de la productividad y el posicionamiento de la organización al tener una ventaja competitiva ante el mercado el cual ante a actual pandemia se ha visto más integrado también a elementos digitales.

Cuando se habla de TIC es necesario mencionar el comercio electrónico conocido también como *e-commerce*, ya que hace parte de un modelo enfocado a la generación de pedidos *online* lo cual requiere la adaptación de procesos en las organizaciones debido a que estos procedimientos deben estar basados en controles de seguridad de alto nivel que en su conjunto garanticen la eficiencia y eficacia de los procesos en la organización (De la Arada, 2019).

Debido a crisis establecida por la emergencia sanitaria del Covid-19, la logística y su instrumentación a través de tecnologías de la información, no serán de manejo opcional, sino de desarrollo permanente, esto conforme a la mutación que la gestión y distribución de mercancías tendrán de manera futura. La transformación de la logística va cambiando hacia una capacidad de respuesta más rápida, entregas personalizadas y elementos que lo que buscan es una facilitación para el consumidor, sin dejar de gestionar de manera óptima los inventarios ante la demanda de clientes a través del comercio tradicional y electrónico. Algunos elementos a tener en cuenta son:

- Intercambio electrónico de datos (EDI).
- Sistemas de control y gestión de transporte.
- Sistemas de control y gestión de pedidos.
- Sistemas de captura y transmisión de información como códigos de barras y radiofrecuencia (RFID).
- Sistemas de gestión y control de mercancía (SGA).
- Plataformas de comercio electrónico

Aun así, las TIC generan diversas ventajas al ser implementadas en una organización como rapidez en la captura de datos, minimizar los errores en la digitación, fiabilidad en la información. Según De la Arada (2019), existen dos desventajas que pueden afectar a las empresas para realizar este tipo de implementación en la cadena de suministro, los costos, ya que requiere una alta inversión en tecnología y la formación en el personal para el buen manejo de estas herramientas.

4.4. WAREHOUSE MANAGEMENT SYSTEM (WMS) EN LA GESTIÓN DE CENTRO DE DISTRIBUCIÓN (CEDI)

Considerando los beneficios que logran las empresas con la implantación de las TIC en la gestión de toda la cadena de suministros, ya se mencionó la forma de agilizar, flexibilizar y mejorar el intercambio de información y operaciones utilizadas en la gestión de almacenes y centros de distribución, proporcionando a los usuarios una visión en tiempo real de una parte importante de la cadena de suministro que ayuda a mejorar el control de mercancía.

En este sentido, las TIC se presentan como herramientas transversales a los procesos de la gestión de almacenes desde su proceso de recepción y control hasta el despacho, contribuyendo a funciones de identificación y trazabilidad a través de instrumento como el código de barras o la radiofrecuencia para el almacenamiento y toma de decisiones tales como la implementación de un sistema WMS.

Como se había establecido a través de los conceptos de la Tabla 1, el sistema WMS es un instrumento que soporta la planeación, ejecución y control de las operaciones con un alcance que incluye la recepción, el acomodo, almacenamiento y preparación de pedidos hasta el despacho.

Basado en esto a continuación se muestran las funcionalidades básicas del software y hardware típico de un WMS (*Warehouse Management System*) en el ámbito de un CEDI:

Tabla 4. Funcionalidades del WMS

Funcionalidades típicas del WMS
<ul style="list-style-type: none"> • Programación de tareas en el almacén, asignación del personal, equipo de manejo de materiales, reglas de ejecución de procesos, gestión de movimiento del personal (colocación y extracción de cargas). • Planeación y trazabilidad de actividades en la gestión de almacenes como: registro de utilización del personal y equipos por hora, medición de la ocupación del almacén y la eficiencia de las operaciones. • Procesamiento de órdenes según la capacidad, necesidad de servicio y requerimientos de recogida de productos, junto con la sincronización y aplicación de diferentes técnicas como: olas, lotes, preparación por zonas. • Generación de <i>Advanced Shipment Notification (ASN)</i>, los cuales sirven para avisar la recepción de pedidos. • <i>Slotting</i> o gestión de ubicaciones óptimas para los productos. • Conexiones con aplicativos web o sistemas de información a través del cual los usuarios tienen acceso a información del almacén, inventarios, ubicación de los productos y otros aspectos de la gestión de almacenes. • Administración de patios, inventarios de <i>trailers</i> ubicados fuera del depósito, puertos a asignar a camiones, y programación, registro y control de operaciones de <i>crossdocking</i> en la entrada y salida de <i>trailers</i>. • Generación de órdenes de trabajo que adicionan valor al servicio, como: clasificación por precio, empaque y asignación de inventarios, incluyendo reglas para gestionar su rotación. • Configuración de cajas a utilizar según la cantidad, ciclo de vida, tipo de productos y volumen de los pedidos. • Planeación y control de rutas de procesos de la gestión de almacenes.
Software

Integración con sistemas automáticos de identificación y recolección de información (RFID, código de barras, sistemas <i>picking to light</i>), integración con sistemas automáticos de manejo de materiales (carruseles, sistemas AVG's, transelevadores, etc.), capacidad de integrarse e intercambiar datos con el sistema ERP u otros sistemas de información, sistemas abiertos (UNIX/LINUX, Windows, web), arquitectura cliente/servidor o web, interfaz gráfica y bases de datos.
Hardware
Etiquetas, lector y antenas para radiofrecuencia, lector y etiquetas para código de barras y servidor WMS y PLC para automatizar operaciones y recursos del almacén.

Fuente: elaboración propia con base en Correa, Gómez y Cano (2010).

Conforme a lo anterior, se evidencia que el WMS soporta las operaciones, recursos e infraestructura del CEDI. Por otra parte, se debe tener en cuenta que las funcionalidades y configuración depende de la capacidad de inversión y estructura logística de la empresa, y en específico su CEDI, así como el portafolio de productos que se gestionan.

En este orden de ideas, es importante enfatizar que una vez que una organización decida implementar un WMS y cuente con un proveedor de la herramienta conforme a sus necesidades, los requisitos básicos a considerar para minimizar los riesgos que puede generar un recurso especializado externo en el cubrimiento de labores específicas dentro de la empresa. A continuación, se describen algunas.

Tabla 5. Requerimientos de implementación de un sistema WMS

Requerimientos	Descripción
Rediseño de procesos en almacén	El diseño basado en la recepción, almacenamiento, despacho y logística inversa debe redefinirse considerando los siguientes frentes: Métodos de Trabajo, Organización, Tecnología e Indicadores, si esto no se parametriza los errores presentes en la empresa pasarán a la nueva herramienta.
Zonificación del almacén	El rediseño permitirá una nueva organización de las operaciones del almacén con el fin de lograr mayor productividad: codificación de ubicaciones monoprodueto/ multiprodueto, diseño de mapa de <i>picking</i> , zonas de muelles de recepción / despacho, zonas de devoluciones, zonas de <i>packing</i> , y la reorganización del almacén en términos de colocación de productos de mayor rotación en zonas de fácil acceso.
Factores de compatibilidad y revisión de instrumentos	Contar con la información necesaria y de calidad es una tarea que debe realizarse de manera anticipada, debido a que la implementación de un WMS requiere de tareas altamente operativas como: levantar las dimensiones de cada SKU para obtener su cubillaje, definición / redefinición de familias de productos, asignación de código de ubicación por SKU, entre otros.
Definición de requerimientos funcionales	Analizar las mejores prácticas durante el rediseño es fundamental para redefinir los requerimientos funcionales que tendrá la implementación de la herramienta, esto será útil además para la selección del proveedor del WMS.

Medición de la operación actual	Con el propósito de saber si la herramienta tuvo efectos positivos en el funcionamiento de la empresa se hace necesaria la medición a partir de una batería de indicadores actualizados a los nuevos requerimientos. Se sugiere contemplar: exactitud de inventario, tiempo de ciclo de orden, costo operativo, error de despacho, error de <i>picking</i> , capacidad de la operación del almacén, entre otros.
Gestión del cambio	Los cambios realizados al área de almacén no solo tendrán impacto en su personal, sino en las áreas de compras, ventas y producción, por eso es importante prepara a la organización con información pertinente y capacitación, en este momento es importante decir que como todo proceso de innovación tendrá unos primeros adoptantes (en este caso los que tengan menos aversión al cambio) y uno adoptantes tardíos (que son los que tienen menos propensión al cambio)

Fuente: elaboración propia con base en Mora (2016), Acosta & Montoya (2019), Arango, Rojas y Silva (2019), Silva (2018).

El WMS es una herramienta pertinente para administrar todos los procesos de un almacén desde un enfoque integral y eficiente, de ahí que las razones que llevan a tomar la decisión de implementar esta herramienta que va orientadas a mejorar el servicio a los clientes de la compañía, ya que con un sistema no operado a partir de las TIC no es posible gestionar bien asuntos como “primeras entradas primeras salidas”, *cross docking*, *wave-picking*, resultado automático, rastreo de lotes, recolección automática de datos, control automático de materiales y equipos, etc., (Mora, 2016).

Este primer beneficio permite observar una decisión estratégica por parte de las empresas que ven el WMS como una herramienta para reducir costos, niveles de inventario, aumentar la productividad del almacén y disminuir los tiempos de atención de pedidos lo que ayuda a un mejor relacionamiento con los clientes, esto ha permitido que las empresas implementen soluciones especializadas.

El funcionamiento de un centro de distribución automatizado bajo un sistema de gestión como WMS rompe en gran medida con la dependencia que la empresa tiene con el empleado respecto del conocimiento desarrollado para cumplir con las funciones asignadas, las cuales podían requerir más tiempo y aumentar el margen de error, esto reflejado en las pérdidas por demoras en las entregas, lo que a su vez aumenta el volumen de devoluciones y otras equivocaciones a la hora de reponer materiales en el almacén. De esta manera, el trabajador formado en el nuevo sistema modifica sus rutinas para hacerlas más eficaces y efectivas. Por su parte, la preocupación sobre el inventario desaparece porque el sistema tecnológico lo mantendrá actualizado permitiendo visualizar posibles dificultades dentro del proceso de suministro y la manera más efectiva de solventarlas (Peláez, 2020).

En este sentido, Mora (2016) explica que la administración se vuelve mucho más eficiente, debido a que se puede tener mayor control del stock; saber qué se tiene (porque existen ciclos cerrados), cuándo y cuánto reabastecer, establecer un histórico de entradas y salidas y proyectar las compras de una manera más confiable.

5. CONCLUSIONES

Con base a la investigación anterior, se establece que el sistema de gestión de almacenamiento y distribución en una organización es necesario para generar experiencia integral en los servicios que se prestan el uso de TIC en los CEDI permite predecir la aparición de cuellos de botella lo cual se convierte en una ayuda fundamental para reducir significativamente los costos financieros del inventario excesivo, así como para evitar la escasez de algunos bienes o activos dentro de la organización. En este sentido, un sistema de WMS, permite utilizar capacidades de agrupamiento para varios procesos para lograr ahorros financieros en las organizaciones.

Se evidencia que el WMS (*Warehouse Management System*), se maneja mucho a partir de los códigos de barras, esto se deriva básicamente por los costos altos que se generan a través del uso del sistema RFID. Aun así, una aplicación óptima sería implementar este último sistema entendiendo que este puede contemplar una información más segura de la mercancía que dé pie a tener un control de inventarios de manera exacta. El RFID en la actualidad tiene una mayor compatibilidad con elementos que van enfocados con la revolución tecnológica actual, la cual van encabezada por la robotización, la inteligencia artificial y el internet de las cosas.

A partir de lo anterior, se recomienda a las organizaciones realizar un análisis de otras TIC logísticas en el ámbito de la cadena de suministro tales como: e-procurement (e-abastecimiento), TMS (Transport Management System) (Transporte), e inclusive RFID (Radio Frequency Identification) que contribuyan a la eficiencia, eficacia y productividad en el ámbito de la cadena de suministro. Finalmente, este enfoque contribuye potencialmente a la sostenibilidad y desarrollo de la empresa en el ámbito de su cadena de suministro.

6. REFERENCIAS

Acosta, J. A., & Londoño, G. (2015). El control de la ilegalidad en la cadena logística. *Mercatec*, 50-52. Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Jorge_Acosta_Strobel/publication/304990315_El_control_de_la_ilegalidad_en_la_cadena_logistica/links/577e4abe08aeae3b2833708.pdf

Acosta, J. A., & Montoya, D. A. (2019). Revisión de la difusión de la innovación: casos de consolas de Nintendo. *Revista Espacios*, 40(1), 1-19. Recuperado de <http://www.revistaespacios.com/a19v40n01/a19v40n01p19.pdf>

Arango, L., Rojas, L., & Silva, E. (2019). *Diseño de un modelo de logística inversa para empresas del sector industrial en la ciudad de Pereira, Risaralda*. (Trabajo de grado, Universidad Libre Seccional Pereira). Recuperado de <http://repositorio.unilibrepereira.edu.co:8080/pereira/handle/123456789/1594>

Arellano-Díaz, H. (2017). La calidad en el servicio como ventaja competitiva. *Dominio de las Ciencias*, 3, 72-83. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6093282>

Arteaga, C., & Corredor, A. (2015). *Desarrollo de un sistema de gestión de inventarios y asignación de espacios para la empresa Plastiempques BH Ltda.* (Trabajo de grado, Universidad Libre). Recuperado de <https://repository.unilibre.edu.co/handle/10901/11370>

Baker, P. (2004). Aligning Distribution Center Operations to Supply Chain Strategy. *The International Journal of Logistics Management*, 15(1), 111-123. <https://doi.org/10.1108/09574090410700266>

Baker, P., & Zaheed, H. (2007). An exploration of warehouse automation implementations: Cost, service and flexibility issues. *Supply chain management*, 12(2), 129-138. <https://doi.org/10.1108/13598540710737316>

Ballou, R. (2004). *Logística administración de la cadena de suministro*. México: Pearson Educación.

Correa, A., Gómez, R., & Cano, J. (2010). Gestión de almacenes y tecnologías de la información y comunicación (TIC). *Estudios Gerenciales*, 26(117), 145-171. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/eg/v26n117/v26n117a09.pdf>

Coyle, J., Langley, J., Gibson, B., Novack, R., & Bardi, E. (2009). *Supply chain management: A Logistics Perspective United States*: Cengage Learning.

De Koster, R., Le-Duc, T., & Roodbergen, K. (2007). Design and control of warehouse order picking: A literature review. *European Journal of Operational Research*, 182(2), 481-501. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2006.07.009>

De la Arada, M. (2019). *Optimización de la cadena logística - MF1005_3*. España: Paraninfo.

De la Cruz, I., Reyes, M., & Bravo, D. (2010). Radiofrecuencia de Identificación (RFID): microtecnología de gran impacto. *Revista de investigación de Sistemas e Informática*, 7(2), 77-86. Recuperado de https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/publicaciones/risi/2010_n1/v7n1/a14v7n1.pdf

Frazelle, E. (2002). *Supply chain strategy: the logistics of supply chain management*. The United State: McGraw-Hill Professional.

Hackman, S., Frazelle, E., Griffin, P., Griffin, S., & Vlasta, D. (2001). Benchmarking Warehousing and Distribution Operations: An Input-Output Approach. *Journal of Productivity Analysis*, 16, 79-100. <https://doi.org/10.1023/A:1011155320454>

Hernández-Jiménez, A. (2018). La administración del riesgo cambiario en ambientes de contingencia de las empresas importadoras y exportadoras de Oaxaca y Ciudad de México. *Revista CEA*, 4(7), 13-28. <https://doi.org/10.22430/24223182.755>

Kučera, T. (2017). *Logistics Cost Calculation of Implementation Warehouse Management System: A Case Study*. Trabajo presentado 18th International Scientific Conference – LOGI, České Budějovice.

López, J., & Milanéz, R. (2018). *Diseño del módulo de control de inventarios a través de la herramienta WMS para su eventual aplicación en la empresa Industrias Sueño Dorado SAS*. (Trabajo de grado, Universidad Agustiniana). Recuperado de <http://repositorio.uniagustiniana.edu.co/bitstream/handle/123456789/778/MilanesHernandez-RafaelAlberto-2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Lototsky, V., Sabitov, R., Smirnova, G., Sirazetdinov, B., Elizarova, N., & Sabitov, S. (2019). Model of the Automated Warehouse Management and Forecasting System in the Conditions of Transition to Industry 4.0. *IFAC PapersOnLine*, 52(13), 78-82. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405896319310857>

Mahrrof, K. (2019). A human-centric perspective exploring the readiness towards smart warehousing: The case of a large retail distribution warehouse. *International Journal of Information Management*, 45, 176-190. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0268401218306972>

Malashchytskaya, H. (2020). *Project of implementation of warehouse management system on the testing line of Orange Polska SA*. Varsovia: Instytut Organizacji Systemów Produkcyjnych.

Mangos, M., Godínez, R., & Rodríguez, I. (2016). Sistema de registro de datos vía RFID y Código de Barras. *Pistas Educativas*, 38(120), 1367-1384. Recuperado de <http://www.itcelaya.edu.mx/ojs/index.php/pistas/article/view/621>

Mao, Y., & Zhang, L. (2019). Design and Implementation of Port Bulk Storage Management System Based on Internet of Things Technology. *Journal of Coastal Research*, 98, 62-66. Recuperado de <https://meridian.allenpress.com/jcr/article-abstract/98/SI/62/427079/Design-and-Implementation-of-Port-Bulk-Storage?redirectedFrom=PDF>

Min, H. (2009). Application of a decision support system to strategic warehousing decisions. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 39(4), 270- 281. <https://doi.org/10.1108/09600030910962230>

Mora, L. (2016). *Gestión Logística Integral. Las mejores prácticas en la cadena de abastecimiento*. 2da ed. Bogotá: Ecoe Ediciones.

Muhalia, E. J., Ngugi, P. K., & Moronge, M. (2021). Effect of warehouse management systems on supply chain performance of fast-moving consumer goods manufacturers in kenya. *International Journal of Supply Chain Management*, 6(1), 1-11. <https://doi.org/10.47604/ijscm.1192>

Muriel, J. F., & Acosta, J. A. (2020). La subfacturación de mercancías como expresión del delito de contrabando y sus efectos en Colombia para 2016. *Revista CIES Escolme*, 11(2), 141-159. Recuperado de <http://www.escolme.edu.co/revista/index.php/cies/article/view/302>

Pagano, A. M., & Liotine, M. (2020). Technologies in supply chain management and logistics. En Pagano, A., & Liotine, M. (Eds.). *Technologies in supply chain management and logistics: Current Practice and Future Applications* (pp. 7-36). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815956-9.00002-8>

Peláez, R. (2020). *Propuesta de implementación de WMS(Warehouse Management System) concódigo de barras en la comercializadora de Soy Campo S.A.S: Un enfoque de gestión y modelamiento*. (Tesis de maestría, Institución Universitaria Esumer). Recuperado de <http://repositorio.esumer.edu.co/bitstream/esumer/2533/1/Informe%20maestr%C3%ADa%20consultor%C3%ADa%20Soy%20Campo%20final%20-%20Didier%20Pelaez.pdf>

Peña, O., & Oliveira, R. D. S. (2016). Factores incidentes sobre la gestión de sistemas de inventario en organizaciones venezolanas. *Telos: Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales*, 18(2), 187-207. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/993/99345727003.pdf>

Rouwenhorst, B., Reuter, B., Stockrahm, V., Van Houtum, G., Mantel, R., & Zijm, W. (2000). Warehouse design and control: Framework and literature review. *European Journal of Operational Research*, 122(3), 515-533. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(99\)00020-X](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(99)00020-X)

Silva, C. (2018). *Gestión de almacenes con tecnología WMS*. (Trabajo de grado, Universidad Militar Nueva Granada). Recuperado de <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/17780/SilvaGarciaCamilo2018.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

Urzelai, A. (2006). *Manual básico de logística integral*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos S.A.

Van Den Berg, J. (2007). *Integral Warehouse Management: The Next Generation in Transparency, Collaboration and Warehouse Management Systems*. The Netherlands: Management Outlook.

Van Den Beerg, J., & Zijm, W. H. (2009). Models for warehouse management: classification and examples. *International Journal of Production Economics*, 59(1-3), 519-528. [https://doi.org/10.1016/S0925-5273\(98\)00114-5](https://doi.org/10.1016/S0925-5273(98)00114-5)

Vargas, K., & León, D. (2017). *Implementación de código QR como método de codificación, para sistema de inventario a través de un aplicativo móvil y servicios web*. (Trabajo de grado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas). Recuperado de <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/5967/VargasGuzm%E1nKevinAnderson2017.pdf?sequence=1>

Wilmsmeiser, G. (2020). *Tendencias de la industria logística pos Covid19*. Trabajo presentado en III Congreso Integrado de Zonas Francas, Puertos y Logística. Universidad de los Andes, Bogotá.

Yavas, V., & Ozkan-Ozen, Y. D. (2020). Logistics centers in the new industrial era: A proposed framework for logistics center 4.0. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 135, 1-18. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2020.101864>

Zeledón, G., & Ramos, H. (2019). *Propuesta de implementación de software WMS (Sistema de Gestión de Almacenes) en bodega de logística CEDIST –SINSA Managua, Nicaragua*. (Trabajo de grado, Universidad Nacional de Ingeniería). Recuperado de <https://ribuni.uni.edu.ni/2997/1/93867.pdf>

Žunić, E., Delalić, S., Hodžić, K., Beširević, A., & Hindija, H. (2018). *Smart warehouse management system concept with implementation*. Trabajo presentado en 14th Symposium on Neural Networks and Applications, Belgrade, Serbia.