UNIVERSIDAD IBEROAMERICANA

LEÓN

ESTUDIOS CON RECONOCIMIENTO DE VALIDEZ

OFICIAL POR DECRETO PRESIDENCIAL DEL 27 DE ABRIL DE 1981

IMPLEMENTACIÓN DE UN LECTOR ÓPTICO EN EL PROCESO DE RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA EN UNA EMPRESA DE CALZADO

ESTUDIO DE CASO

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRA EN LOGÍSTICA INTERNACIONAL Y CADENA DE SUMINISTROS

PRESENTA

ANA LUISA VALLES CADENA

ASESOR

DR. PORFIRIO TAMAYO CONTRERAS

LEÓN, GTO. 2022

Índice

I. Introducción 1

II. Marco teórico 5

2.1 Recepción de materias primas: 6

2.2 Eficiencia en la operación de recepción: 7

2.3 Eficiencia en la atención a proveedores: 7

III. Metodología 8

3.1 Medición de las variables: 8

3.2 Modificación del procedimiento de recepción: 11

IV. Resultados 14

4.1 Tiempos de atención a proveedores: 18

4.2 Análisis de correlación de Pearson 21

V. Conclusiones 25

VI. Referencias 28

Índice de tablas

I. Tabla 1. Información del proceso de recepción de materia prima en el 2020 ……. 15

II. Tabla 2. Información del proceso de recepción de materia prima en el 2021 16

III. Tabla 3. Comparación de eficiencias del proceso de recepción: Relación entre el tiempo estándar por persona y el tiempo de procesamiento actual 17

IV. Tabla 4. Tiempos de atención a proveedores y determinación de la eficiencia de atención en el 2020 14

V. Tabla 5. Tiempos de atención a proveedores y determinación de la eficiencia de atención en el 2021 20

VI. Tabla 6. Mejora de la eficiencia en la atención de proveedores con la implementación del uso del lector óptico 20

VII. Tabla 7. Correlaciones de Pearson para las eficiencias determinadas en el centro de distribución para el 2020 y 2021 22

VIII. Tabla 8. Correlaciones de Pearson para las eficiencias de atención a proveedores en el centro de distribución en el 2020 y 2021 23

IX. Tabla 9. Ahorros generados con la implementación del uso del lector óptico... 25

Índice de figuras

I. Figura 1. Hipótesis de sustento del proyecto de mejora 5

II. Figura 2. Proceso de recepción manual (2020)..... 11

II. Figura 3. Proceso de recepción actual (2021)..... 13

I. Introducción

La gestión de almacenes engloba el **conjunto de procesos que** permiten optimizar **las actividades logísticas** llevadas a cabo para controlar los flujos de mercancías, **maximizar la utilización de los** espacios y recursos disponibles en el almacén y capturar información confiable que facilite la toma de decisiones**.** La ***recepción de mercancías*** constituye la fase más importante, debido a que representa el inicio de la cadena de valor y, por ende, cualquier error u omisión en la captura de información puede tener consecuencias en las áreas productivas o puntos de venta, lo que puede generar costos que impactarán directamente sobre las utilidades de la empresa (Meet Logistics, 2021).

Durante la ***recepción*** se lleva a cabo el registro, control y gestión de todo lo que ingresa al almacén, lo cual puede convertirse en un cuello de botella por la gran cantidad de variables de productos y volúmenes que llegan a manejarse. La introducción de herramientas tecnológicas para la automatización de los procesos y el uso de sistemas que permitan optimizar el tiempo de inspección, conteo y alta de los productos puede ayudar a agilizar las operaciones de entrada y facilitar la gestión tanto de las instalaciones, como de las mercancías y la mano de obra (Meet Logistics, 2021). Actualmente, la mayoría de las empresas llevan a cabo la identificación de sus productos con ***código de barras,*** ya que es un sistema flexible aplicable en cualquier tipo de industria que permite el reconocimiento de las mercancías a nivel unidad o lote (Mecalux, 2021).

El código de barras se puede definir como un sistema de identificación por medio de la impresión gráfica de líneas verticales de diferente grosor y con espacios entre ellas, que se adhieren a los artículos, envases, ubicaciones y áreas del almacén o unidades de embalaje por medio de etiquetas. Su aplicación dentro de las empresas y los comercios con fines de control y trazabilidad se remonta al año de 1966; sin embargo, el auge de su popularidad se dio a partir de los 80’s (Tec Electrónica, 2021).

La creación de los códigos se adhiere a normativas nacionales e internacionales que son emitidas por órganos regulatorios que proporcionan la codificación adecuada a cada empresa y productos, y dan formalidad a este tipo de identificación, evitan la duplicidad y facilitan la identificación a nivel unidad (Tec Electrónica, 2021). El código *EAN* (*European Article Number*), mejor conocido como *GTIN12*, y el *UPC* (*Universal Product Code*), son los identificadores que cuentan con reconocimiento internacional. El primero fue creado por la Asociación *EAN*, mientras que el segundo fue creado por el *UCC* (*Uniform Code Council*). A partir de 1985, ambas entidades se unieron para conformar la organización GS1 y unificar la administración de los códigos de barras a nivel mundial. En México, la organización encargada es la *GS1* división México, y el número de identificación asignado a la República Mexicana es el 750 (GS1 México, 2021).

Para la lectura de la información contenida en los códigos, se requieren dispositivos electrónicos que permiten traducir los datos contenidos y enviar la información a un ordenador que debe de contar con un Sistema de Gestión de Almacenes o un Software de Planificación de Recursos (*WMS* o *ERP*, por sus siglas en inglés, respectivamente). Estos reciben el nombre de ***lectores ópticos***, y permiten habilitar la comunicación de los datos con el sistema en cada momento y lugar de los almacenes, agilizan los conteos, tomas de inventarios, altas, bajas y el reconocimiento de mercancías, asignación de tareas al personal, etc. (Mecalux, 2021).

En resumen, un lector de códigos de barras es un dispositivo óptico-electrónico que emite uno o varios rayos de luz láser a través de una ventana, y es capaz de decodificar la información contenida en las líneas y espacios que integran el código, con base en el grosor y distancia entre líneas (Cognex, 2021). Los dispositivos contienen un sensor que mide la intensidad de la luz reflejada, y crean una señal que se envía a la computadora por medio de un cable *USB* o señal inalámbrica (Bluetooth); esto permite intercomunicar la información de la etiqueta con el *WMS* o *ERP*. Estos pueden ser fijos, de mano o inalámbricos, de acuerdo con las necesidades que presenten los centro donde se usan.

En el caso de los lectores industriales, tanto alámbricos como inalámbricos, estos adicionalmente tienen un alto nivel de protección (*IP*), y son muy resistentes, lo cual los vuelve muy aptos para almacenes dinámicos. Además, permiten llevar a cabo la lectura de los códigos de barras aun cuando se encuentren en mal estado o deteriorados y no cuenten con una buena calidad de impresión. También son rápidos, eficaces en el intercambio de información y tienen buena duración de la batería, incluso los modelos inalámbricos. Estos últimos, otorgan flexibilidad y libertad de movimiento al operador, facilitan las tareas en espacios amplios y brindan condiciones de desplazamiento seguras por la eliminación de cables (Tecnipesa, 2021).

Dentro de las ventajas de las lectoras portátiles se encuentran su rapidez y capacidad, ya que pueden realizar hasta 1,300 lecturas por segundo. Además, el láser proyectado no se desvía aún en distancias largas. Por el contrario, dentro de las desventajas se enlistan la dependencia a la integridad y buen estado de los códigos de barras para poder hacer las lecturas y el uso de combinaciones de colores que contrasten y no generen ruido para asegurar la decodificación de la información. Asimismo, el mantenimiento de estos dispositivos puede ser caro, ya que, al contener espejos o cristales oscilantes, estos pueden romperse y su reposición suele ser costosa. Además, implica capacitación con los usuarios en cuanto a las medidas de seguridad y protección asociadas con el uso de láser (Cognex, 2021).

Dentro de la industria del calzado, el uso de los lectores ópticos ha permitido agilizar las operaciones a lo largo de toda la cadena de valor, desde la trazabilidad de las materias primas que van a emplearse en la fabricación de los zapatos, hasta la información obtenida de los puntos de venta acerca del movimiento del producto terminado. La tecnología del código de barras es especialmente útil para empresas que cuenta con un modelo de producción de tipo *"make to stock"* (TIC Portal, 2021), el cual demanda un control preciso y exacto de los inventarios para evitar rupturas de stock que causen paros en la producción o sobreinventarios por el fin del ciclo

de vida de los productos; y que es el caso de la empresa en la cual se aplica el presente proyecto.

La identificación por código de barras es un sistema que se aplica ampliamente en la industria textil y del calzado, independientemente del tamaño de la empresa y producto que comercialice. Desde gigantes globales como Nike y Adidas, hasta marcas mexicanas que exportan sus productos como Flexi y Charly, emplean la identificación por código de barras para tener visibilidad de sus productos y materias primas en todo momento, facilitar la captura de información y agilizar sus operaciones por medio de la optimización de los recursos disponibles.

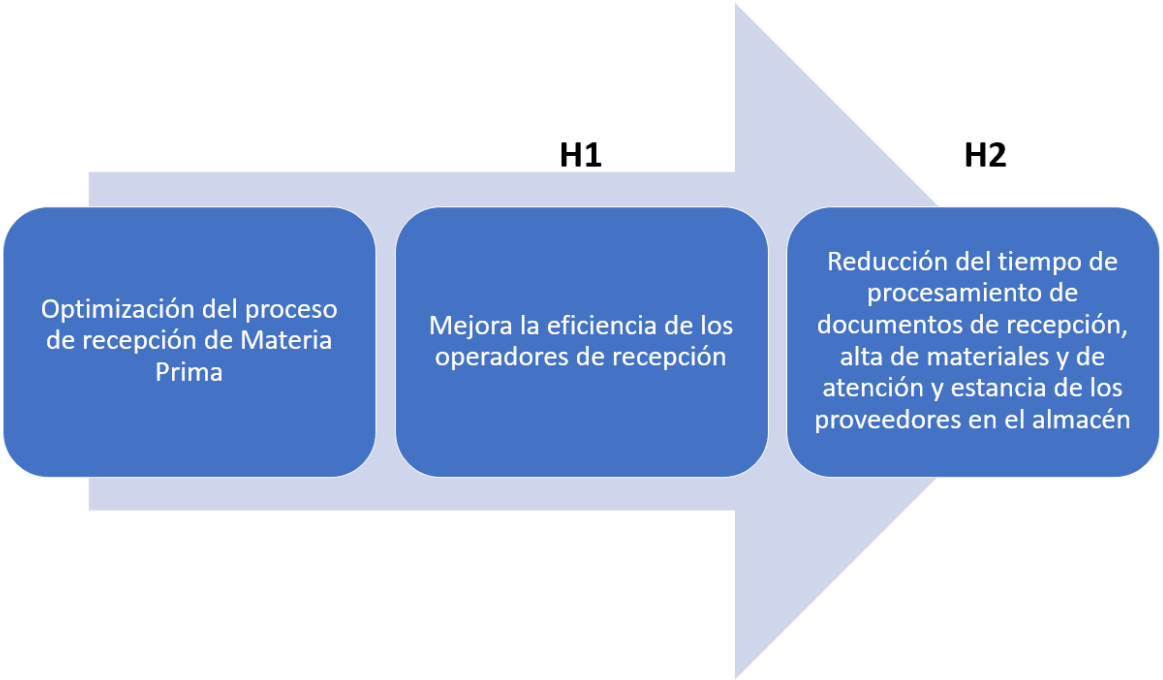
Por lo antes expuesto, se plantean las siguientes hipótesis:

Hipótesis 1: La optimización del proceso de recepción de materia prima mediante el uso de tecnología de lector óptico influye positivamente en la eficiencia de los operadores y del alta de materiales.

Hipótesis 2: La reducción de los tiempos de recepción bajo el uso del lector óptico agiliza el tiempo de atención y estancia promedio de los proveedores en el centro de distribución.

Figura 1.

Hipótesis de sustento del proyecto de mejora



Fuente: Elaboración propia

II. Marco teórico

En esta sección se presenta la revisión de los fundamentos teóricos de la investigación. Para ello, se presentan las definiciones de los procesos y variables a analizar.

De forma general, la medición del desempeño en los almacenes es necesaria para poder mejorar la eficiencia de la cadena logística. Para ello, es necesario identificar e implementar indicadores clave de desempeño (*KPI*'s, por sus siglas en inglés), para determinar qué acciones se requieren para elevar la eficacia y eficiencia de las operaciones, así como facilitar la toma de decisiones (Kusrini*, et al*, 2018). Por ende, el establecimiento de *KPI*'s representa cierto grado de complejidad, ya que dependen de una gran cantidad de variables como el tipo de almacén y los sistemas empleados, la operación principal (recepción, surtido, etc.),

las herramientas de medición, la variedad de *SKU's,* la mano de obra directa y el tipo de operaciones que se llevan a cabo (Staudt *et al.*, 2015).

2.1 Recepción de materias primas:

El proceso de recepción surge, como todas las actividades del almacén, a consecuencia de la llegada de las mercancías. Cualquier error o retraso en los procesos de entrada repercutirá de forma negativa en los procesos de salida y en la calidad del servicio prestado al cliente. De acuerdo con Richards (2011), los procesos de recepción de materiales representan alrededor del 10% del costo total de las operaciones de un almacén. Por lo anterior, debe prestarse atención para evitar que se afecten etapas subsecuentes de la cadena productiva o del proceso de comercialización.

Por ello, se han desarrollado diferentes sistemas y herramientas tecnológicas que permiten automatizar la recepción (Campo Varela, 2013). Un ejemplo es el uso de sistemas de escaneo como las radiofrecuencias y los lectores ópticos. En el caso específico de las primeras, éstas representan una evolución del código de barras por medio del uso de etiquetas o *tags* inteligentes, que reduce los tiempos de lectura de los códigos por medio del uso de ondas de radio, y, además, facilita la identificación de la información aún en movimiento o con condiciones que impiden la lectura directa (Mecalux, 2022). Otra de las ventajas que tienen es que puede almacenar una gran cantidad de información que facilita la trazabilidad de los objetos (origen, destino, fecha de elaboración, fecha de caducidad, etc.).

Ambas tecnologías permiten que el registro, contabilización y alta de las mercancías recibidas se realiza de forma semiautomática por medio del escaneo del código de barras colocado en los productos o unidades de embalaje. Lo anterior permite el ahorro de tiempos y la reducción del riesgo del error humano, asociado a la captura manual de la información de identificación de los productos. De igual forma, la comparación de los pedidos colocados vía sistema contra la entrega en físico se aplica de forma inmediata. En resumen, permiten mejorar el control cuantitativo y cualitativo del proceso de recepción y, por ende, mejorar la eficiencia

operativa. Además, la disponibilidad inmediata de la recepción de mercancías se traduce en un incremento en el nivel de servicio al cliente.

2.2 Eficiencia en la operación de recepción:

Los objetivos y estándares de operación en los almacenes deben ser realistas pero retadores, con el fin de optimizar los procesos con el paso de los días hasta conseguir las metas establecidas. Para lograr contar con mano de obra tanto eficiente como efectiva, es necesario estandarizar las operaciones para eliminar las actividades que no generan valor y poder cumplir con los indicadores establecidos por las organizaciones.

Kusrini *et al.* (2018) exponen que, dentro de la medición del desempeño de los almacenes, uno de los indicadores más importantes en la recepción es la productividad y eficiencia del personal, lo cual puede ser determinado por medio de la relación de los materiales recibidos por persona, por hora. En el caso de los procesos de recepción, en los cuales se puede relacionar el volumen de los pedidos con el tiempo de recepción para medir la eficiencia de la operación, los valores de eficiencia deben ser superiores al 80% y no superar las 24 horas de la llegada para realizar el alta de las mercancías (Princeton, 2021). Adicional a esto, Penske establece que el estándar de eficiencia para el personal operativo del almacén debe encontrarse alrededor de 101% para cada individuo; y esto incluye el trabajo asignado por semana sin ausentismo. En cuanto al equipo de trabajo, este debe de obtener una eficiencia mínima del 99.5% de forma semanal, con base en el total de horas hombre acumuladas.

2.3 Eficiencia en la atención a proveedores:

En cuanto a la gestión y recepción de proveedores, se establece que, para evitar la asignación insuficiente o excesiva de recursos, ya sea humanos o de equipos, y para evitar colapsar el proceso de recepción, los jefes de almacén deben definir tiempos y horarios de recepción de proveedores basados en los volúmenes

de mercancías a recibir y la extensión de los pedidos (Cyzerg, 2021). Un punto relevante acerca de la atención a proveedores es que la eficiencia está condicionada por la puntualidad de llegada en sus horarios asignados. Por esto, se recomienda implementar indicadores que permitan registrar la cantidad de proveedores que se atienden a tiempo por día, expresado en un porcentaje que permita monitorear la puntualidad, y dentro del tiempo asignado de recepción para dar seguimiento a la eficiencia de atención (Mecalux, 2021).

III. Metodología

3.1 Medición de las variables:

Para llevar a cabo la medición de las variables, fue necesario analizar los tiempos del proceso de recepción durante el 2020, el cual se compone de la revisión de las mercancías entregadas por cada proveedor contra las facturas y el alta en el sistema de forma manual. Se tomó como muestra la información registrada durante los 12 meses del 2020, y se relacionó la cantidad de facturas procesadas por día contra los operadores de recibo disponibles en el día laborado, así como el total de materiales descritos en los documentos. Para el 2021, se realizó el mismo análisis durante el primer semestre, pero ya con la implementación de las notificaciones de entrega (Advanced Shipped Notice, ASN) y el uso del lector óptico. Posteriormente, se calcularon las eficiencias por semana, y finalmente por mes.

Las variables elegidas son:

- *Semana del año*: Número de la semana de la cual se presenta la información.
- *Días trabajados*: Días de operación en el almacén, por semana.
- *Facturas recibidas*: Cantidad de documentos de facturación recibidos por semana para la entrega de mercancías.
- *ASN's recibidos*: Cantidad de "Notificaciones de entrega" recibidos por semana para la entrega de mercancías.

- *Total de materiales*: Cantidad de familias de materiales recibidos en cada entrega por semana.
- *Cantidad de productos*: Cantidad total de materiales recibidos y contabilizados por semana.
- *Personal*: Cantidad de operadores de recepción disponibles por semana.
- *Tiempo establecido*: Tiempo asignado como jornada de trabajo de cada operador de forma diaria y semanal. El tiempo total por día para los operadores es de 576 minutos, los cuales se reparten entre la recepción de los materiales (50%) y el trabajo en piso (50%).
- *Tiempo de registro de documentos de recepción:* Tiempo invertido en la revisión de los documentos de entrega de mercancías entregados por el proveedor. Lo anterior, presenta dos variantes:
    - *Tiempo de procesamiento manual*: Tiempo registrado para el procesamiento de las facturas antes de la implementación del lector óptico.
    - *Tiempo de procesamiento con lector óptico:* Tiempo registrado para el procesamiento después de la implementación del uso del lector y el cambio a las notificaciones de entrega como documento de recepción (*ASN's*).
- *Tiempo de alta de materiales:* Tiempo invertido en la captura de las mercancías recibidas dentro del sistema para contabilización de inventarios.
- *Eficiencia esperada*: Meta de eficiencia de 120%, asignada para los operadores del almacén por parte de la organización con el fin de alcanzar un indicador de cumplimiento de entregas del 90% mensual.
- *Eficiencia del personal operativo*: Relación entre el tiempo de trabajo asignado a cada operador de forma diaria y el tiempo invertido en el proceso de recepción. La anterior cuenta con dos variantes:
    - *A) Eficiencia de procesamiento de documentos de recepción*: Relación entre el tiempo asignado a cada operador de forma diaria

y el invertido en el proceso de revisión de documentos de entrega (facturas o *ASN's*).

- *B) Eficiencia de alta de materiales*: Relación entre el tiempo asignado a cada operador de forma diaria y el invertido en el proceso de validación y alta de materiales en el sistema.

De forma general, la eficiencia quedó determinada por medio de la siguiente relación:

$$\varepsilon = \frac{Tiempo\ programado}{Tiempo\ real\ utilizado} * 100$$

- *Tiempo requerido de atención:* Tiempo programado para la atención a los proveedores por día. La cantidad de proveedores programados por día se designó de acuerdo con las necesidades de surtido de materiales indicadas por el área de programación de la producción
- *Tiempo real de atención:* Tiempo real medido de atención a los proveedores por día. Este se calculó por medio de la multiplicación del tiempo estándar asignado por el número de proveedores programados por día
- *Tiempo asignado de estancia:* Tiempo establecido para la recepción de proveedores y entrega de mercancías. De forma general, se tiene contemplado un *tiempo de atención estánda*r de 30 minutos por proveedor.
- *Tiempo promedio de estancia:* Tiempo real medido de estancia de los proveedores en el almacén durante el 2020 y 2021.
- *Eficiencia de atención actual por día:* Relación entre el tiempo asignado de estancia y el tiempo promedio de estancia de los proveedores en el almacén por día.
- *Eficiencia deseada:* Eficiencia meta de 100%, establecida por la organización para la atención a proveedores.

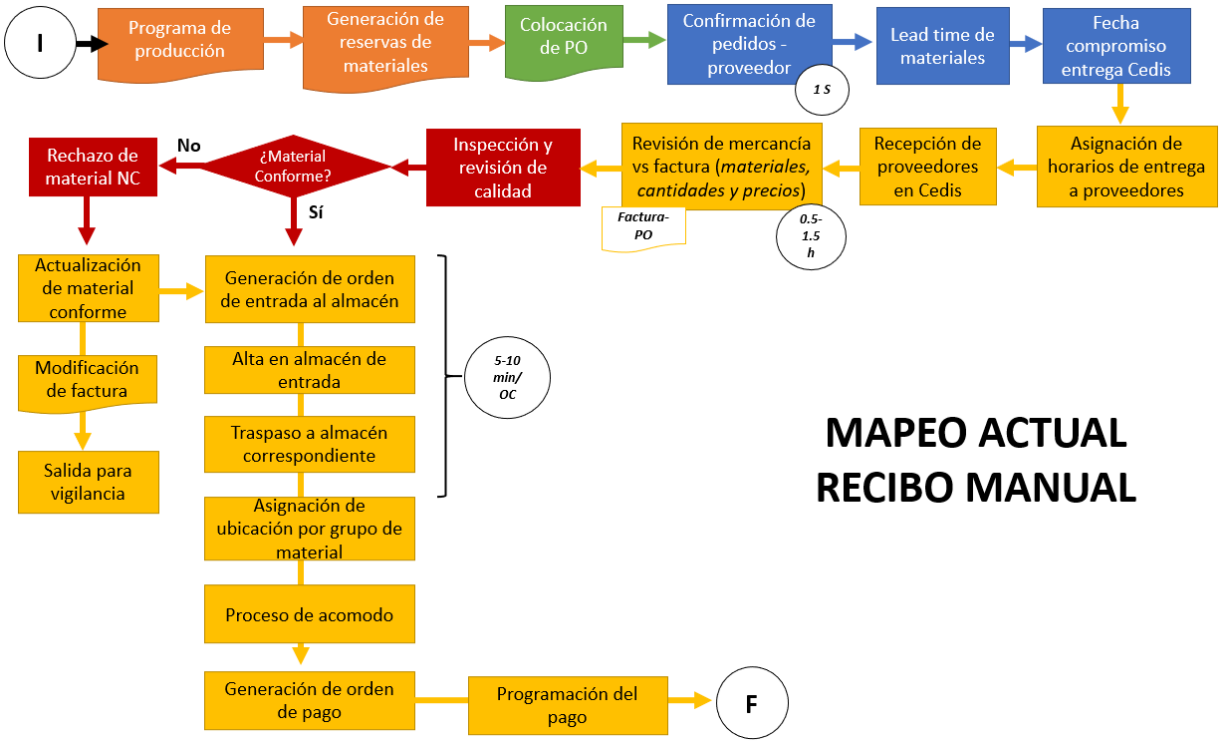
Para la determinación de las eficiencias, tanto operativas como de atención de proveedores, se empleó el método de los promedios para la obtención de los tiempos anteriormente descritos por semana y finalmente, por mes.

3.2 Modificación del procedimiento de recepción:

En las figuras 2 y 3 se muestran los diagramas de flujo del proceso de recepción de materia prima antes y después de la implementación del lector óptico de código de barras, respectivamente. En la primera, se observa que antes del uso del lector óptico, la revisión de las mercancías se validaba contra las facturas entregadas por los proveedores y se capturaba de forma manual. Los tiempos de esta operación variaban entre 30 minutos cuando no existía ningún problema con los documentos y los materiales, y 90 minutos cuando se rechazaban los documentos de entrega por traer información incorrecta o por problemas de calidad con los materiales. Adicional a esto, el tiempo estimado para realizar el alta de las mercancías en el sistema, una vez aprobada la validación, oscilaba entre 5 y 10 minutos por factura, con base en la extensión de las entregas realizadas. A este tiempo, se le aumentaban los minutos requeridos para realizar el traspaso de los materiales contabilizados al subalmacén correspondiente para el surtido de los pedidos requeridos para producción.

Figura 2.

Proceso de recepción manual de materia prima (2020)



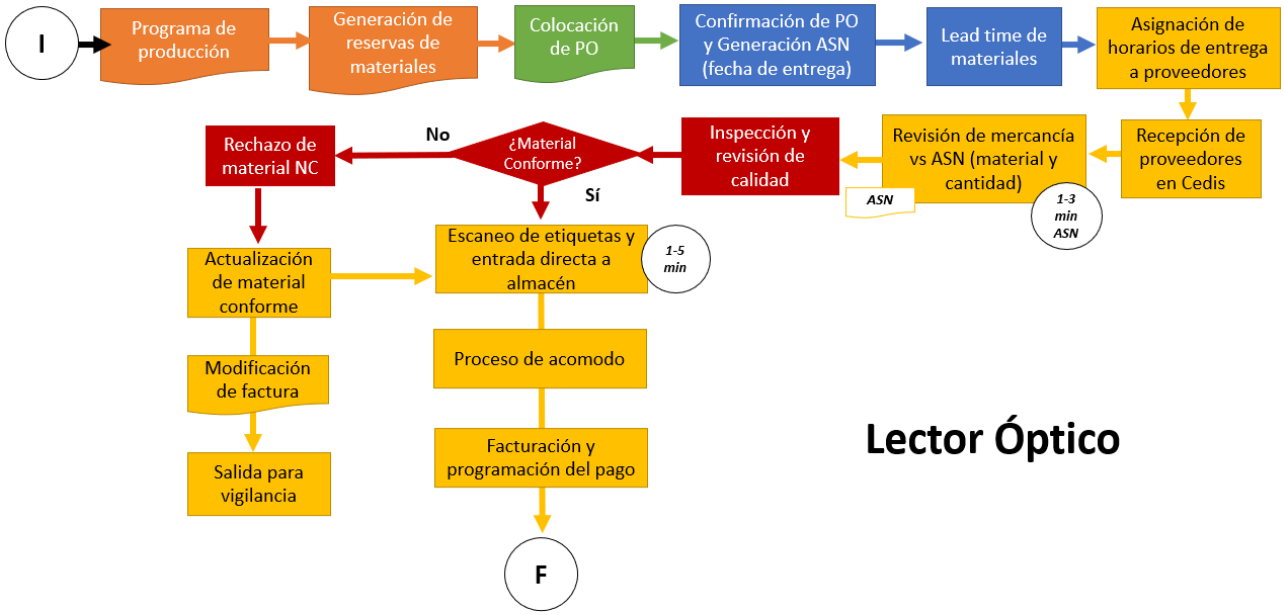
Fuente: Elaboración propia

En cambio, en la figura 3 se ilustra el procedimiento de recepción una vez implementado el lector óptico y las notificaciones de entrega (*ASN's*) para la recepción de las mercancías. La actualización en el proceso de recepción trajo más ventajas tanto para la empresa como para sus proveedores. Para la primera, el alta de las mercancías ya no requiere la captura manual de la información contenida en las facturas que se empleaban con el procedimiento anterior (material, color, código, tallas y precios), debido a que las notificaciones de entrega contienen impreso un código de barras de tipo *EAN-128* que se escanea para transmitir al sistema la información de las órdenes de compra completa. Con esto, el tiempo de alta de los materiales en el sistema se redujo a entre 1 y 5 minutos, con base en la extensión de los *ASN's*.

También se eliminó el tiempo de traspaso de materiales al subalmacén asignado, ya que este procedimiento se realiza de forma automática una vez cargados los *ASN's*. Además de lo anterior, con las facturas los operadores de recepción tenían que validar información fiscal y los precios descritos en los documentos para poder recibir las mercancías, lo cual quedó eliminado con el uso del *ASN*, ya que en la actualidad se enfocan únicamente en validar los tipos de materiales y cantidades que se entregan. La validación fiscal se realiza ahora al momento de que el proveedor genera los *ASN's*, y si no es correcta, el sistema no les permite crear las notificaciones de entrega.

Figura 3.

Proceso de recepción actual con el lector óptico de código de barras (2021)



Fuente: Elaboración propia.

En el caso de los proveedores, anteriormente se les solicitaban 3 copias de las órdenes de compra y 3 de las facturas de las entregas que se iban a realizar para poder llevar a cabo la revisión de las mercancías y contar con comprobantes de respaldo. Esto provocaba que, en una sola entrega, el proveedor se presentara en almacén hasta con 30 hojas en el caso de los pedidos extensos. Con la

implementación del lector óptico, se pretende reducir la cantidad de papeles que se presentan y se resguardan en el almacén, además de disminuir el tiempo de estancia de los proveedores en el centro de distribución. También, se busca agilizar la programación de los pagos, al transferir la responsabilidad de la carga de facturas al proveedor vía sistema, una vez entregadas las mercancías y validados los *ASN's* en el almacén.

IV. Resultados

En la tabla 1, se presenta el concentrado de la información registrada para el proceso de recepción de mercancías en el almacén de materia prima en el 2020 con base en las variables descritas previamente. Los tiempos se expresan en minutos y se presentan los promedios mensuales de las variables analizadas.

De forma general, se puede observar que la eficiencia operativa se mantuvo muy baja durante el año, y esto se relaciona con las elevadas cantidades de materiales que se reciben y la variabilidad en los productos, ya que se requieren de tiempos prolongados de inspección de calidad y alta en el sistema una vez que se concluye con los protocolos establecidos. Además, el trabajo administrativo requería mucho tiempo por la gran cantidad de facturas que se recibían durante la entrega de las mercancías y solo se contaba con tres operadores de recibo.

Asimismo, con la toma de tiempos se observó que el verdadero cuello de botella no se encuentra tanto en la recepción de las mercancías, sino en el alta de éstas en el sistema, ya que este procedimiento implica realizar el registro y contabilización de forma manual.

Tabla 1.

Información del proceso de recepción de materia prima en el 2020

Mes	Facturas	Materiales	Productos	Personal	Tiempo establecido	Tiempo de registro de facturas	Tiempo de alta de materiales	Eficiencias	
								Facturas	Materiales
1	1,614	1,059	12,660,147	3	864	24,210	39,712	55%	24%
2	4,774	1,300	13,541,003	3	864	71,610	48,750	5%	7%
3	1,678	1,073	15,646,044	3	864	25,170	40,237	21%	12%
4	329	208	12,054,309	3	864	4,935	7,800	***121%***	***134%***
5	238	135	11,265,765	3	864	3,570	5,062	***163%***	106%
6	546	544	2,783,694	3	864	8,190	20,400	60%	22%
7	635	679	3,131,005	3	864	9,525	25,462	51%	18%
8	1,006	794	4,031,765	3	864	15,090	29,775	44%	18%
9	1,568	1,113	2,966,173	3	864	23,520	41,737	19%	11%
10	2,233	1,348	3,543,253	3	864	33,495	50,550	18%	10%
11	2,540	1,241	12,903,963	3	864	38,100	46,537	16%	12%
12	1,670	711	7,092,083	3	864	25,050	26,662	11%	10%
PROMEDIO	***1,569***	***850***	***8,468,267***	***3***	***864***	***23,539***	***31,891***	***49%***	***32%***

Fuente: Elaboración propia.

Adicional a lo anterior, se puede observar que únicamente en los meses de abril y mayo, se obtuvieron eficiencias tanto de procesamiento de facturas como de alta de materiales cercanas a la meta de la organización (120%), y esto se debe a que durante ambos meses se tuvieron periodos vacacionales que redujeron los tiempos de operación del almacén y, por ende, de recepción de materiales.

En el último renglón de la tabla se presenta el promedio de las variables para todo el año. De acuerdo con los datos registrados, la eficiencia de los operadores de recepción en cuanto a procesamiento de facturas y alta de materiales fue de 49% y 32%, respectivamente. El desempeño del personal se ve afectado por la gran cantidad de operaciones manuales que tenían que realizar antes de la implementación del lector óptico y el *ASN* como documento de entrega para dar de alta los materiales en el sistema. Lo anterior provocó que, durante la mayor parte del año, el personal estuviera dedicado a realizar trabajo de escritorio y descuidara

operaciones en piso que demandan supervisión (como el desembarque de materiales y revisión de las devoluciones por baja calidad).

Al repetir el análisis anterior con los datos correspondientes al primer semestre del 2021 y la implementación del uso del lector óptico, se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla 2.

Información del proceso de recepción de materia prima en el 2021

Mes	*ASN's* recibidos	Materiales	Productos	Personal	Tiempo establecido	Tiempo de registro de *ASN's*	Tiempo de alta de materiales	Eficiencias	
								ASN's	Materiales
1	585	1076	13,423,678	3	864	2,925	5,380	***202%***	81%
2	571	941	5,246,074	3	864	2,855	4,705	***203%***	92%
3	538	946	11,927,469	3	864	2,690	4,730	***285%***	***120%***
4	776	634	11,375,822	3	864	2,275	2,345	***745%***	***295%***
5	745	1195	17,549,330	3	864	3,275	5,975	***155%***	72%
6	3,215	4,792	59,522,373	3	864	14,020	23,135	***139%***	74%
PROMEDIO	***1,072***	***1,597***	***19,840,791***	***3***	***864***	***4,673***	***7,712***	***288%***	***122%***

Fuente: Elaboración propia.

Respecto al año anterior, se puede observar que la cantidad de materiales y la variabilidad de los productos recibidos se mantuvo relativamente estable, así como la mano de obra disponible y, por ende, el tiempo establecido de trabajo. Sin embargo, los tiempos de procesamiento de los *ASN's* y del alta de materiales se redujeron con el uso del lector, ya que lo que anteriormente se realizaba de forma manual, ahora se puede llevar a cabo con el uso del escáner de los documentos de recepción para el registro, contabilización y alta de las mercancías.

Como resultado del análisis para el 2021, se registró que el promedio de eficiencia y productividad de los recepcionistas para procesar facturas y llevar a cabo el alta de los materiales de forma manual es de 288% y 122%, respectivamente. Esto ha permitido que los operadores pasen más tiempo en piso y supervisen de cerca el descargue de las mercancías, con lo que ha mejorado la inspección desde que los materiales se encuentran aún en los vehículos de los

transportistas para detectar problemas con anticipación y, además, operaciones adicionales como el surtido de materiales y acomodo de los productos.

Por último, en la tabla 3 se presenta la comparación en los cálculos de la eficiencia del proceso de recepción en el primer semestre del 2020 y 2021. Como se ilustra en la tabla, en promedio se logró una mejora de la eficiencia de operaciones del 112% para la revisión de los documentos de entrega con el uso del *ASN* y el lector óptico, y del 49% para el alta de materiales. Sin embargo, a pesar de la mejora en la eficiencia esta última, no se ha logrado alcanzar la meta de la organización, ya que para el primer semestre de este año el promedio se encuentra en el 100%.

Tabla 3.

Comparación de eficiencias del proceso de recepción: Relación entre el tiempo estándar por persona y el tiempo de procesamiento actual

	2020: Sin lector		**2021: Con lector**		**Mejora**	
Mes	**Facturas**	**Materiales**	***ASN***	**Materiales**	***ASN***	**Materiales**
Enero	55%	24%	121%	65%	***67%***	***40%***
Febrero	5%	7%	122%	74%	***117%***	***66%***
Marzo	21%	12%	171%	96%	***150%***	***84%***
Abril	121%	134%	447%	236%	***326%***	***102%***
Mayo	163%	106%	93%	58%	***-70%***	***-48%***
Junio	60%	22%	139%	74%	***79%***	***51%***
Promedio	***71%***	***51%***	***182%***	***100%***	***112%***	***49%***

Fuente: Elaboración propia.

Con los cálculos de eficiencia de los operadores es posible corroborar que la ***hipótesis 1*** es correcta; por medio de la optimización del proceso de recibo ha sido posible mejorar el desempeño de los recepcionistas para que en el tiempo estándar que tienen asignado por día de trabajo sean capaces de mantener un desempeño más cercano a la meta de la empresa, que es de 120% de eficiencia por persona.

La meta designada por la organización se sustenta en que con el 120% de eficiencia de los operadores, estos podrán terminar las tareas de administración y alta de materiales durante un periodo corto en las mañanas, y el resto del día podrán dedicarse a la supervisión, conteos y gestión de actividades en piso. De acuerdo con las referencias, la eficiencia del personal debe ser mayor o igual al 101% en cuanto a los tiempos de operación (Penske, 2021) o mayor a las 150 unidades recibidas por hora por persona (F. Curtis Barry & Co, 2021).

A pesar de la mejora lograda, aún es necesario revisar el proceso y comenzar a optimizar y automatizar las fases subsecuentes por medio del uso de un Sistema de Gestión de Almacenes, ya que la eficiencia de alta de mercancías sigue por debajo de la meta perseguida. De igual forma, se deben revisar las metas planteadas para el desempeño del almacén para asegurar que éstas sean adecuadas y ambiciosas, tanto para el personal, como para los procesos y operaciones.

4.1 Tiempos de atención a proveedores:

En el caso de la recepción de proveedores en el centro de distribución, se cuenta actualmente con un horario de atención asignado para cada proveedor por día y hora de la semana.

En la tabla 4 se puede mostrar el concentrado de tiempos expresados en minutos y las eficiencias calculadas para la atención a proveedores en el 2020. Con base en las necesidades que presentó la empresa durante el 2020 y para poder cumplir con el plan de abastecimiento, se designó la cantidad de proveedores a recibir por día. En promedio, se atendieron por día 30 proveedores diferentes. Al relacionar el tiempo asignado a cada proveedor con el tiempo real de atención, se obtuvo una eficiencia promedio de 41% en contraste con la meta del 100% planteada por la organización. Esta última indica que cada proveedor debió atenderse dentro de los 30 minutos asignados.

Tabla 4.

Tiempos de atención a proveedores y determinación de la eficiencia de atención en el 2020

Día	Proveedores programados	Tiempo requerido de atención	Tiempo promedio de estancia	Tiempo real de atención	Tiempo asignado de estancia	Eficiencia de atención	Eficiencia asignada
Lunes	26	780	80	2080	30	38%	100%
Martes	31	930	70	2170	30	43%	100%
Miércoles	32	960	65	2080	30	46%	100%
Jueves	38	1140	72	2736	30	42%	100%
Viernes	25	750	78	1950	30	38%	100%
Promedio	***30***	***912***	***73***	***2203***	***30***	***41%***	***100%***

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 5, se presentan los datos de tiempos y eficiencias calculados para el 2021. En este caso, el número promedio de proveedores atendidos por día aumentó a 35, debido a la extensión del modelo de negocios de la empresa. Sin embargo, el tiempo de atención disminuyó considerablemente por la agilización del proceso de recepción y, por consiguiente, la eficiencia promedio de atención aumentó a 82%. A pesar de la mejora, aún no se alcanza la meta de la organización.

Tabla 5.

Tiempos de atención a proveedores y determinación de la eficiencia de atención en el 2021

Día de la semana	Proveedores programados	Tiempo requerido de atención	Tiempo promedio de estancia	Tiempo real de atención	Tiempo asignado de estancia	Eficiencia de atención	Eficiencia deseada
Lunes	31	930	45	1395	30	67%	100%
Martes	36	1080	32	1152	30	94%	100%
Miércoles	37	1110	30	1110	30	100%	100%
Jueves	42	1260	39	1638	30	77%	100%
Viernes	30	900	42	1260	30	71%	100%
Promedio	***35***	***1056***	***38***	***1311***	***30***	***82%***	***100%***

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, se presenta la comparación de la mejora en la eficiencia a la atención a proveedores, por medio de la relación entre los valores registrados en el 2020 y durante el primer semestre del 2021.

Tabla 6.

Mejora de la eficiencia en la atención de proveedores con la implementación del uso del lector óptico

DÍA DE LA SEMANA	2020	2021	MEJORA
LUNES	38%	67%	29%
MARTES	43%	94%	51%
MIÉRCOLES	46%	100%	54%
JUEVES	42%	77%	35%
VIERNES	38%	71%	33%
PROMEDIO	***41%***	***82%***	***40%***

Fuente: Elaboración propia

Como puede observarse en la tabla 6, se ha logrado una mejora en la eficiencia de atención del 40%, con una medición actual de 82%. A pesar de la optimización del proceso de recepción y la implementación de lector óptico, aún es necesario desarrollar estrategias que permitan mejorar el desempeño de los proveedores en cuanto a la puntualidad y apego a sus horarios asignados para lograr cumplir con la meta del 100%, es decir, para lograr que el almacén atienda a todos los proveedores convocados en el horario establecido.

Con la comparación de las eficiencias de atención a proveedores antes y después de la implementación del uso del lector óptico se comprueba la *hipótesis 2,* que hace referencia a que la mejora de la eficiencia de los operadores asociada a la optimización del proceso de recepción permite reducir los tiempos de estancia promedio de los proveedores en el almacén.

4.2 Análisis de correlación de Pearson

A continuación, se presentan los resultados obtenidos por medio del método de correlación de Pearson para el análisis de las eficiencias operativa y de alta de materiales, así como del tiempo de atención y estancia de los proveedores en el centro de distribución. En ambos casos, se comparan los resultados obtenidos en el 2020 y el primer semestre del 2021 (una vez iniciado el uso del lector óptico).

La razón por la cual se tomó como variable central el *tiempo de registro de documentos de recepción* (facturas en 2020 y *ASN's* en 2021), fue que uno de los objetivos de la optimización del proceso de recepción se centró en disminuir el tiempo invertido por el personal en esta parte del proceso. Con ello, se buscó incrementar la eficiencia operativa y de alta de los materiales entregados por los proveedores en el centro de distribución. Al obtener valores de eficiencia bajos con las mediciones previas a la implementación de la mejora en la recepción, se lograría demostrar la falta de personal y la necesidad optimizar todos los procesos restantes por medio de herramientas tecnológicas.

En la tabla 7 se presentan las correlaciones obtenidas para la eficiencia de operación y alta de materiales.

Tabla 7.

Correlaciones de Pearson para las eficiencias determinadas en el centro de distribución para el 2020 y 2021

Año	Variables Centrales	Eficiencia de operación		Eficiencia de alta de materiales	
		Coeficiente de Pearson	Coeficiente al cuadrado	Coeficiente de Pearson	Coeficiente al cuadrado
2020 (sin lector)	*Tiempo de registro de facturas*	-0.662	0.44	-0.743	0.55
	Tiempo de alta de materiales	-0.884	0.78	-0.802	0.64
2021 (con lector)	*Tiempo de registro de ASN's*	-0.378	0.14	-0.335	0.11
	Tiempo de alta de materiales	-0.462	0.21	-0.420	0.18

Fuente: Elaboración Propia.

Se consideró como variable central, en primer lugar, el tiempo de registro de las facturas y/o *ASN's* y se pudo observar que, en el 2020 antes de la implementación de los lectores ópticos, la asociación con las eficiencias operativas y de alta de materiales era alta y negativa (mayor a -0.5). En cambio, en el 2022, una vez implementado el uso de los lectores, las correlaciones se mantuvieron negativas, pero disminuyeron. En cuanto al tiempo de alta de materiales, en el 2020 la asociación con las eficiencias operativas y de alta de materiales fue de igual forma muy alta y negativa, y se logró una disminución en el siguiente año.

Además de lo anterior, se calculó el cuadrado del coeficiente de Pearson para analizar el grado de relación entre las variables analizadas. En el caso del *tiempo*

de registro de documentos de recepción, el cuadrado del coeficiente fue de 0.44 y 0.55 respecto a la *eficiencia de operación* y de *alta de materiales*, respectivamente. Para el primer caso, el grado de error es de 0.56, lo cual indica que pueden existir otros factores que afecten la eficiencia en la operación del centro de distribución. En el segundo caso, el grado de error obtenido es de 0.45, y de igual forma, la eficiencia de alta de materiales de ve influenciada por la cantidad de materiales recibidos, los diferentes productos a revisar, carga operativa del almacén (mano de obra disponible), entre otros.

Con base en lo anterior, sería conveniente ampliar el estudio al considerar otras variables en el modelo de regresión lineal, o por medio de un modelo de regresión no lineal. Esto se puede llevar a cabo una vez que se de la implementación del sistema de gestión del almacén y que se comience con la optimización de los procesos subsecuentes (surtido, reabastecimiento, rutas óptimas, etc).

Al igual que en el apartado anterior, en la tabla 8 se presentan las correlaciones de Pearson para la eficiencia de atención a los proveedores.

Tabla 8.

Correlaciones de Pearson para las eficiencias de atención a proveedores en el centro de distribución en el 2020 y 2021

Año	**Variables centrales**	**Eficiencia de atención**	
		Coeficiente de Pearson	**Coeficiente al cuadrado**
2020	***Tiempo real de atención***	-0.629	0.39
	Tiempo promedio de estancia	-0.993	0.99
2021	***Tiempo requerido de atención***	-0.942	0.89
	Tiempo promedio de estancia	-0.961	0.92

Fuente: Elaboración propia.

En el caso del tiempo de atención a proveedores, se tomaron como variables centrales el tiempo requerido de atención y el tiempo promedio de estancia. En ambos años, las correlaciones presentaron el mismo comportamiento: al relacionar el tiempo requerido de atención con la eficiencia, se obtuvieron valores negativos altos (más cercanos al valor *-1*) en ambos años.

En este punto, el valor del cuadrado del coeficiente de Pearson demuestra que la relación entre la eficiencia de atención a proveedores y el tiempo promedio de estancia de los proveedores y el tiempo de atención requerido es alta (> 0.89), lo cual permite explicar que los anteriores si influyen directamente sobre el valor de la eficiencia.

4.3 Ahorros obtenidos con la implementación del *ASN*

Finalmente, en la tabla 9 se presentan los ahorros obtenidos con la implementación del lector óptico en el centro de distribución; se tomó como referencia el costo de la inversión y la mejora de las eficiencias tanto en la recepción de los materiales, como en la atención a proveedores.

Tabla 9.

Ahorros generados con la implementación del uso del lector óptico en el centro de distribución para optimizar el proceso de recepción

Variable analizada	*Saving* obtenido (%)
Documentos de recepción (Facturas y *ASN's*)	63%
Total de Materiales	34%
Cantidad de productos	88%
Tiempo de registro de documentos de recepción	80%
Tiempo de alta de materiales	76%
Eficiencia de procesamiento de documentos	53%
Eficiencia de atención a proveedores	17%
Promedio	***58%***

***Nota**: Por motivos de confidencialidad, los ahorros o *savings* obtenidos se expresan en porcentaje para evitar presentar cantidad monetarias.

Fuente: Elaboración propia.

Como puede observarse en la tabla 9, los ahorros generados con la implementación del lector óptico en el proceso de recepción alcanzaron un 58% con base en la inversión total del proyecto. Con estos resultados es posible justificar la solicitud de una inversión mayor para continuar con las mejoras en el centro de distribución.

V. Conclusiones

De acuerdo con los resultados obtenidos del estudio de medias y análisis del coeficiente de Pearson en las operaciones de recepción del centro de distribución, se puede concluir lo siguiente.

En relación con la hipótesis 1, se pudo comprobar que con la implementación del lector óptico para la recepción de la materia prima se logró la optimización de dicho proceso, y se obtuvo una mejora en la eficiencia tanto de la operación como del alta de materiales por medio de la automatización, con la cual se redujo el tiempo que el personal destinaba al registro manual que se llevaba a cabo previamente. Con este cambio, la mejora fue del 112% para el procesamiento de la documentación de recepción, y del 49% para el alta de los materiales en el sistema. Esto trajo grandes ventajas al almacén, debido a que, con la reducción de las operaciones manuales, el personal ha podido destinar mayor tiempo en actividades que agreguen valor al desempeño del centro (inspecciones de calidad, inventarios, estrategias de resurtido, entre otros). De igual forma, con la reducción del tiempo del alta de materiales en el sistema, se han facilitado actividades como el surtido de órdenes de trabajo y actualización de los stocks disponibles.

En cuanto a la hipótesis 2, la reducción en los tiempos de recepción permitió que la eficiencia de atención mejorara de un 41% a un 82%, y fue posible disminuir el tiempo promedio de estancia de cada proveedor los de 72 a los 38 minutos. Sin embargo, aún se tienen que implementar estrategias de trabajo en conjunto con los proveedores para poder lograr la meta de atención deseada por el almacén del 100%.

Adicional, al relacionar los montos de inversión total con los ahorros obtenidos con la optimización de las variables del proceso de recepción, se obtuvo un porcentaje de *saving* del 58%, lo cual va a permitir justificar la solicitud de un presupuesto mayor para dar continuidad a la optimización de las operaciones subsecuentes del centro de distribución con el fin de alcanzar las metas de la organización. Dentro de los pasos siguientes se considera el uso de la tecnología RFID, así como la implementación de un Sistema de Gestión de Almacenes que contemple el proceso de surtido, acomodo, reabastecimiento de las posiciones del almacén, trazado de rutas óptimas y optimización del personal.

De forma general, dentro de los beneficios obtenidos con la implementación del uso del lector óptico y actualización de los documentos de recepción (*ASN's*) se

pueden enlistar la mejora en las eficiencias tanto operativas como de atención a proveedores, disminución de los tiempos de procesamiento de documentación y alta de materiales y por consiguiente, aumento del alcance de actividades del personal de la recepción.

En cuanto al estudio de las correlaciones de Pearson entre los tiempos de operación y las eficiencias, los valores negativos obtenidos indican que las variables analizadas se relacionan inversamente (QuestionPro, 2021), es decir, que a medida que los tiempos de operación aumentan, el valor de las eficiencias va a disminuir y viceversa. Por lo anterior, todos los esfuerzos para optimizar el proceso se deben de centrar en tratar de reducir y controlar los tiempos de operación para evitar afectar las eficiencias y, por ende, las metas del centro. En cuanto a los tiempos de atención a los proveedores y tiempo promedio de estancia, los valores obtenidos fueron negativos y altos, lo cual indica que se relacionan inversamente y que la asociación es fuerte al estar más cercana al -1 que al 0 (Alea, *et al.,* 2001). Lo anterior deja ver que, a pesar de la optimización de la recepción de materiales, todavía existen áreas de oportunidad en el resto de los procesos del centro de distribución y actividades que mejorar en cuanto al desempeño de los proveedores (puntualidad, apego a horarios, envío previo de los *ASN's,* etc.).

Finalmente, con el cálculo del cuadrado del coeficiente de Pearson se pudo observar que a pesar de que las variables analizadas influyen sobre el valor de la eficiencia operativa, en el caso del tiempo de procesamiento de documentos de recepción y alta de materiales se encuentran presentes otros factores que comprometen los resultados obtenidos. En cuanto a la eficiencia de atención a proveedores, esta si se encontró directamente relacionada con los tiempos de estancia promedio y atención requeridos para los proveedores.

VI. Referencias

Alea, M.V. (2001). Estadística con SPSS v.10.0. Editorial Universitat Barcelona (*pp*. 97).

Campo Varela, A. (2013). Técnicas de almacén. Madrid, España: McGraw-Hill España. Descargado de: https://elibro.net/es/ereader/iberoleon/50247?page=1.

Cognex (2021, a 20 de abril). *Lectura de códigos de barras industriales.* Descargado de: https://www.cognex.com/es-mx/what-is/industrial-barcode-reading/laser-scanners.

Cyzerg (2021, a 14 de julio). *Warehouse Operations: Optimizing the receiving process.* Descargado de: https://articles.cyzerg.com/receiving-process-optimization-warehouse-operations.

F. Curtis Barry & Co. (2021, a 21 de julio). 10 Tips to Manage Labor More effectively in Your Supply Chain Logistics. Descargado de: https://www.fcbco.com/blog/manage-labor-more-effectively.

GS1 México (2021, a 20 de abril). *Código de barras: Historia y evolución*. Descargado de: https://blog.gs1mexico.org/codigo-de-barras-historia-y-evolucion.

Informática Moderna (2021, a 20 de abril). *Lector de código de barras*. Descargado de: https://www.informaticamoderna.com/Lector_codigos.htm.

Innova Commerce (2021, a 20 de abril). *¿Qué es un lector de código de barras?* Descargado de: https://www.innova-commerce.com/lector-codigo-barras/.

Kusrini, E.; Novendri, F.; Helia, V.N. (2018). Determining Key Performance Indicators for Warehouse Performance Measurement – A Case Study In Construction Materials Warehouse. *MATEC Web of Conferences, 154*(1058), (*pp*. 4).

Logistec (2021, 31 de enero). *Evolución de los WMS: Desde una tecnología de vanguardia a un commodities de la industria*. Descargado de: https://www.revistalogistec.com/index.php/equipamiento-ytecnologia/gestion-de-almacenes/item/2608-evolucion-de-los-wms-desde-una-tecnologia-de-vanguardia-a-un-commodities-de-la-industria.

Mecalux (2021, a 18 de abril). *El código de barras y otros sistemas de identificación automática.* Descargado de: https://www.mecalux.com.mx/manual-almacen/almacen/sistemas-identificacion-automatica.

Mecalux (2021, a 25 de mayo). *Control de almacén: ¿Qué métrica monitorizar?* Descargado de: https://www.mecalux.com.mx/blog/control-de-almacen-metricas.

Mecalux (2022, a 11 de enero). *RFID: Qué es y qué aplicaciones tiene en logística.* Descargado de: https://www.mecalux.es/manual-almacen/almacen/rfid.

Meet Logistics (2021, a 18 de abril). *Gestión de almacenes. Definición, Procesos e Información que la soporta*. Descargado de: https://meetlogistics.com/inventario-almacen/gestion-de-almacenes-definicion-procesos-e-informacion-que-la-soporta/.

Penske (2021, a 16 de julio). *An Efficient Warehouse: More Than Just Software*. Descargado de: https://www.penskelogistics.com/solutions/warehousing-and-distribution/warehouse-design/labor-management.

Princeton (2021, a 14 de julio). The AAUP Business Handbook: Warehouse Operations. Descargado de: http://aaupwiki.princeton.edu/index.php/Warehouse_Operations.

QuestionPro (2021, a 15 de noviembre). ¿Qué es el coeficiente de correlación de Pearson? Descargado de: https://www.questionpro.com/blog/es/coeficiente-de-correlacion-de-pearson/.

Richards, G. (2011). Warehouse Management: A Complete Guide to Improving Efficiency and Minimizing Costs in the Modern Warehouse. Gran Bretaña: Kogan Page (pp. 59).

Staudt, F.; Alpan, G.; Di Mascolo, M.; Taboada, C. (2015). Warehouse performance measurement: a literature review. *International Journal of Production Research*, *53*(18). 5524-5544.

Tec Electrónica (2021, a 18 de abril). *Uso del código de barras en las industrias y el comercio*. Descargado de: https://tec-mex.com.mx/uso-del-codigo-de-barras-en-las-industrias-y-el-comercio/#:~:text=Los%20c%C3%B3digos%20de%20barras%20pueden,y%20salidas%20de%20los%20inventarios.

Tecnipesa (2021, a 18 de abril). *Lectores de código de barras*. Descargado de: https://www.tecnipesa.com/productos/lectores-codigos-barras.

Tic Portal (2021, a 18 de abril). *Escaneo de código de barras*. Descargado de: https://www.ticportal.es/glosario-tic/escaner-codigo-barra.