



Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

Vicerrectoría Académica

Decanato de Ingenierías

Control y mejora continua en el área de recolección

Presenta

Marco Antonio Lucero Flores

Tesis que para obtener el Grado de Maestro
Maestría en Logística y Dirección de la Cadena de Suministro

Puebla, México.

Enero 2023



UPAEP – Secretaría General

Dirección General de Apoyos Académicos

Dirección del Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación.

Biblioteca Central - **Karol Wojtyła**

Tesis Digitales Restricciones de uso:

DERECHOS RESERVADOS ©

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de textos, imágenes, gráficas, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente de donde la obtuvo mencionando el autor o autores involucrados en el documento.

Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

Vicerrectoría Académica

Decanato de Ingeniería

Maestría en Logística y dirección de la cadena de suministro

Se aprueba la Tesis llamada:

Control y mejora continua en el área de picking

Comité de Revisión.

Dra. Diana Sánchez Partida.

Directora de Tesis

Dra. Patricia Cano Olivos

Asesora

Dr. Luis Cuautle Gutiérrez

Asesor

Puebla, México.

Enero 2023

Puebla, Puebla a 23 de Febrero de 2022

Dra. Diana Sánchez Partida
Directora Académica de la Maestría y Doctorado en Logística y Dirección de
la Cadena de suministro
UPAEP

Por este conducto me permito informarle que Marco Antonio Lucero Flores con ID 3450250 y matrícula 19100445, realizó su estancia profesional en la empresa Schnellecke Logistics en el período comprendido del 14 de Septiembre de 2021 al 23 de Mayo de 2022, durante la cual desarrollo el proyecto denominado: Control y mejora continua en área de picking, dirigido por la Dra. Diana Sánchez-Partida.

No hay inconveniente por parte de la empresa Schnellecke Logistics de que el estudiante o cualquiera de los profesores involucrados den a conocer el contenido del proyecto desarrollado, así como también los resultados de la investigación por medio de la biblioteca digital, presencial o algún otro medio de difusión y publicación como conferencias, congresos, revistas o cualquier otro medio académico.

Sin otro particular, aprovecho la ocasión para enviar un cordial saludo



Ana Gabriela González Pedraza
Coordinadora de Operaciones Logísticas
ana.gonzález@schnellecke.com
(442) 798 33 18

Avenida JINT 300
Parque Industrial JINT, San Lorenzo Almecatla
C.P. 72710 Cuautlancingo, Pue. México

Resumen

Este artículo propone una mejora en las operaciones de un almacén perteneciente al sector de la automoción. Se utilizó una auditoría para identificar áreas de oportunidad dentro del almacén. Los resultados de la auditoría mostraron que el área de picking tiene una efectividad del 74% debido al tiempo de inactividad generado en el recorrido al suministrar un pedido. Por ello, se presenta la implementación del Método de Asignación de Ciclo Dual para mejorar el rendimiento y reducir costos a través de la optimización de las distancias de viaje. La aplicación de los KPI se propone para medir y controlar los procedimientos relacionados al picking.

Abstract

This article proposes an improvement in the operations of a warehouse belonging to the automotive sector. An audit was used to identify areas of opportunity within the warehouse. The audit results showed that the picking area is 74% effective due to the downtime generated on tour when supplying an order. Therefore, the implementation of the Dual Cycle Allocation Method is presented to improve performance and reduce costs through the optimization of travel distances. The implementation of KPIs is proposed to measure and control the procedures related to picking.

Agradecimientos.

Agradezco a mi esposa, padres, hermano, doctores y tutora el apoyo mostrado desde un principio en mi objetivo principal por desarrollarme en la maestría de logística y dirección en la cadena de suministro.

Índice General.

Capítulo I INTRODUCCIÓN.....	5
Capitulo II MARCO TEÓRICO.....	5
Capitulo III REVISION DE LITERATURA.....	6
3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	7
Características y estado actual del almacén.....	7
3.2 Descripción del problema de picking.....	9
Capitulo IV METODOLOGÍA DEL CASO DE ESTUDIO.....	9
4.1 Auditoría	9
4.2 Indicadores clave de rendimiento (KPI).....	12
4.3 Método de asignación de doble ciclo	13
Capitulo V ANÁLISIS Y RESULTADOS.....	14
5.1 Indicadores clave (KPI).....	14
5.2 Aplicación del modelo de asignación de doble ciclo	15
Capítulo VI. CONCLUSIONES.	18
Trabajo Futuro	19
Referencias.....	19

Índice de Tablas.

Tabla 1 Resultados de la auditoría.....	11
Tabla 2 Resultados de los indicadores	14
Tabla 3 Matriz de distancias.....	16
Tabla 4 Asignación de colecciones.....	18

Índice de Graficas o Figuras.

Figura 1 Vista superior del diseño.....	8
Figura 2 Valores de Auditoria	11
Figura 3 Indicador de Promedio de cajas entregadas por turno.....	12
Figura 4 Indicador Número de veces que los OT caen en problema	12
Figura 5 Diagrama de una cantidad mínima de mercancía en el área de picking.....	15
Figura 6 Resultado del programa en Lingo	18

Capítulo I INTRODUCCIÓN.

Este documento presenta el trabajo realizado en una organización dedicada al servicio logístico como proveedor del sector de la automoción. Es esencial implementar estrategias enfocadas en la reducción de costos teniendo en cuenta las necesidades de la industria. "Hay que tener en cuenta que el espacio ocupado en el almacén es costoso ya que, al final, todo el coste de la infraestructura física más el coste de los procesos de almacén revierten en el valor de los productos alojados; por lo tanto, el cálculo del espacio necesario para almacenar un cierto nivel de existencias a lo largo del año constituye una de las tareas de planificación estratégica más importantes en la gestión de la logística del almacén" [1].

Los almacenes regulan el flujo de existencias estructuradas y planificadas para llevar a cabo funciones de almacenamiento, como recepción, custodia, conservación, control y despacho de mercancías y productos. Las principales funciones y actividades que se realizan en el almacén son:

La recepción de mercancías consiste en dar entrada a los artículos enviados por los proveedores. Durante el proceso de recepción, se comprueba que la mercancía recibida coincide con la información contenida en el albarán de entrega o albarán de entrega. También se observa que las características, cantidad, calidad, etc., corresponden al orden.

Capítulo II MARCO TEÓRICO.

Almacenaje: consiste en ubicar la mercancía en la zona más adecuada del almacén, para poder acceder a ella y encontrarla fácilmente.

Conservación y mantenimiento: consiste en mantener la mercancía en perfecto estado mientras se almacena. La custodia de la mercancía también incluye la aplicación de la legislación vigente en materia de seguridad e higiene en el almacén y normas especiales sobre cuidado y mantenimiento de cada tipo de producto.

La gestión y control de stock consiste en calcular la cantidad que debemos almacenar de cada producto y la cantidad solicitada en cada pedido para generar el mínimo coste de almacenamiento.

Envío de mercancías: "comienza cuando se recibe el pedido del cliente, y el proceso consiste en seleccionar la mercancía y el embalaje a elegir como medio de transporte" [2].

Orden de picking: número de recolectores que trabajan en una sola carga en un tiempo determinado. Líneas por recolector: número de pedidos de un solo material, cuando se recogen una sola vez. Órdenes por cambio: frecuencia de pedido durante un cambio [3].

Picking: "El término picking se utiliza en logística para designar la tarea estratégica de picking de pedidos" [4]. Consiste en recoger unidades de uno o más productos almacenados en diferentes lugares destinados a formar parte de un mismo pedido. Desde un punto similar, se debe visualizar y controlar cada aspecto que cubre esta actividad. De acuerdo con (Mc Farlane, 2016) al analizarlas operaciones del almacén, es esencial analizar y controlar el nivel de servicio al cliente, que es variado, y además de esto tener un costo asociado con la

entrega a tiempo—favoreciendo la relación entre costo y demanda al ofrecer un tiempo de entrega cada vez más eficiente, que se piensa que es una línea recta, sino más bien una línea exponencial. "Por lo tanto, aumentar un 10% en el servicio puede significar un costo de entre el 15% y hasta el 50% en sus costos" [5].

Para identificar las principales áreas de oportunidad dentro del almacén y poder proponer una mejora que permita reducir costes y movimientos innecesarios en las operaciones diarias, se realizará una auditoría, que permitirá un análisis de todas las áreas implicadas. Esta auditoría se realizará desde lo general hasta lo específico, identificando así una mejora continua en la ubicación seleccionada. La auditoría permitirá identificar de primera mano todas aquellas dificultades que presente el almacén.

Es fundamental mencionar que se buscarán los problemas detectados para reducir posibles incidencias para la organización. Ejerce presión sobre las operaciones de picking/embalaje y envío directo del almacén, así como sobre las operaciones de transporte. Este trabajo propone una mejora que responde a los requerimientos del mercado y ofrece una ventaja competitiva para la empresa.

Capítulo III REVISION DE LITERATURA.

Un almacén puede definirse como un "espacio planificado para almacenar y manipular bienes y materiales" y no como "un lugar donde los compradores guardan sus errores". Una observación realizada por una importante empresa minorista a principios de la década de 1990 afirma que el almacenamiento es a menudo más crítico. Excepcionalmente, dependiendo de las operaciones de demanda, el uso eficaz y eficiente tanto del tiempo como de las operaciones de almacén. Por lo tanto, el énfasis debe estar en la planificación de todas las actividades del almacén, incluida la recepción, el almacenamiento, el montaje, el equipamiento, la selección y el envío de clientes / usuarios y pedidos [6].

El principal problema es la recolección en el almacén; es cuando un pedido no gestiona correctamente el control y manipulación de piezas en el sistema con el que menciona (Gong y Koster, 2008) [7] debe cumplir con un 80% de fiabilidad en las entregas agrupadas, en forma de lista. Luego, el preparador viaja a lo largo de los pasillos con un dispositivo de recolección (por ejemplo, un remolque o montacargas) y puede pasar a lugares designados de manera ordenada y controlada.

Se llevan a cabo varias investigaciones en los procesos de almacenamiento dentro de la cadena de suministro relacionados con las operaciones de almacenamiento y recuperación de mercancías. Asimismo, se considera el diseño de forma transversal y espina de pescado. El uso de un modelo de programación dual para minimizar las distancias recorridas en ciclos duales ayuda a los gerentes de la cadena de suministro a elegir el mejor diseño de diseño en un almacén [8].

Se han realizado trabajos similares, como el desarrollado por Dukic, G, et. [9], para determinar algoritmos precisos en combinaciones heurísticas. Este algoritmo permite obtener de forma general un método de asignación dual que considera la capacidad del almacén cuando se utiliza la planificación administrativa. Por otro lado, las fórmulas y la investigación determinan el tiempo de recolección de artículos de diferentes

almacenes. Kunder y Gadehus [10] han desarrollado ecuaciones para el almacenamiento aleatorio con métodos de enrutamiento en la heurística y el modelo de asignación dual, con medios más rápidos y flexibles de preparación de pedidos. Otro caso similar es Koster y Van Der Poort [11], con almacenes descentralizados que utilizan simulaciones y fórmulas de modelado de doble ciclo. Ellos demostraron que dan más del 25% de la diferencia horaria correctamente planificando y entregando en los pedidos establecidos.

Los diferentes niveles de almacenamiento que, por razones de suministro, se ha investigado que el modelo de asignación de ciclo dual suministra a través de los estudios realizados sobre el modelo de asignación de ciclo dual, los costos se pueden tener hasta una reducción del 55%, según Manzini et al. (2015) [12]. En la asignación dual, GAP se utiliza como programación entera, donde su propósito es encontrar la asignación óptima de una serie de tareas o un conjunto de recursos con capacidad limitada (Sesma Gutiérrez, 2019) [13]

Uno de los principales trabajos es en la aplicación del GAP, donde se desarrollan problemas de programación bajo la planificación de todos los recursos disponibles; un ejemplo de ello es el que se muestra con la asignación de trabajo con restricciones no preventivas de recursos Salazar López [14]. Busca encontrar la asignación óptima de un conjunto de trabajos para minimizar el tiempo de flujo promedio o maximizar la equidad en el trabajo asignado y el uso en el tiempo de procesamiento de Di vita [15].

Por ello, el objetivo de este trabajo es generar una propuesta para mejorar el área de picking, utilizando el modelo de doble ciclo y KPIs que permitan reducir los costes logísticos relacionados con la operación del almacén, la optimización mediante la creación de protocolos duales aumente el nivel de atención al cliente

3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.

Características y estado actual del almacén

El almacén forma parte de una organización dedicada al servicio logístico del sector de la automoción, y la empresa es convencional. Se caracteriza por estar equipado con estanterías y medios sencillos para el transporte interno. Este tipo de almacén tiene estanterías dobles, rodillos, y todo el almacén está cerrado. No manipula bandas ni rodillos que no sean en estantes de reenvasado. También gestiono un almacén de vacío para contenedores. El cliente opera este almacén como un reto para la gestión de costes por parte de algunas cajas ya que el importe máximo en el trayecto de recogida es de diez cajas. Sin embargo, la recolección de una mayor capacidad de caja representaría una secuencia de pasos de fabricación que proponían una mayor rentabilidad en el negocio [16].

El área de recolección es un área que se divide en dos tipos de almacenamiento; el rack tiene una elevación que permite una división de dos niveles que determinan el tipo de almacenamiento. El nivel dos es el almacén en el que se pueden almacenar pallets a un alto nivel, y desde allí, pueden bajar a una colección de la misma plataforma. Se llama explosión de los materiales, donde se encuentra el nivel uno, donde se pueden tomar los materiales, o tener un alcance con los recolectores. Los productos se pueden extraer unitariamente de una caja o en cajas completas de un recipiente para hacer esto.

El almacenamiento, la manipulación y el movimiento de mercancías se realizan manualmente o utilizando carretillas elevadoras convencionales o reach. Estos almacenes tienen una altura máxima de 10 metros, y es necesario dejar más anchura en los pasillos de maniobra para el manejo de cargas. Como la colocación de las

mercancías depende de los medios utilizados, se lleva a cabo un apilamiento de bloques que no supera las tres alturas y la capacidad de almacenamiento es baja.

En la planta, hay otros almacenes en los que se suministran materiales. Este tipo de movimientos son externos y se realizan por transporte interno, que son materiales de origen extranjero y son utilizados por alguna acción particular o como movimiento urgente. Se transporta utilizando un camión con cortina o remolque si el material lo requiere y contando con carretillas elevadoras especializadas en recorridos por planta.

Si es así, también hay un helipuerto en la planta gestionada por el cliente donde el proveedor transporta piezas particulares que son de largas distancias. La temperatura para trabajar en el almacén está en un rango aproximado de 20 a 25 grados. Y no se manejan temperaturas extremas ya que el material que se trata está compuesto por piezas automotrices, así como el personal que trabaja en un almacén con temperatura controlada debe tener un área de descanso y salir a esa área al menos diez minutos después de cada hora para evitar el frío constante o el calor extremo. También debe rotar sus funciones dentro del área del almacén para que las mantengan en movimiento continuo. El personal debe tener la ropa y el equipo adecuados para trabajar a bajas temperaturas, incluso si no se presentan en este almacén-tipo.

Dentro de los procesos internos en el almacén, Inbound & Outbound, existen diferentes tipos de áreas de descarga y carga de materiales como Recepción o Transporte Interno [17]. Estas áreas están íntimamente ligadas al diseño de los muelles que constituyen uno de los elementos esenciales para el correcto funcionamiento de la instalación. Hay que tener en cuenta que los muelles suelen representar uno de los elementos limitantes de la capacidad operativa del almacén, por lo que es recomendable diseñarlos con la suficiente holgura y flexibilidad para evitar situaciones de cola en el proceso. El primer nivel es el que se coloca en un nivel 0 de la estantería, permitiendo al operador logístico tomar el material solicitado por el sistema, optimizando la búsqueda del material a recoger. Se adjunta el layout del almacén para trabajar (Figura 1).

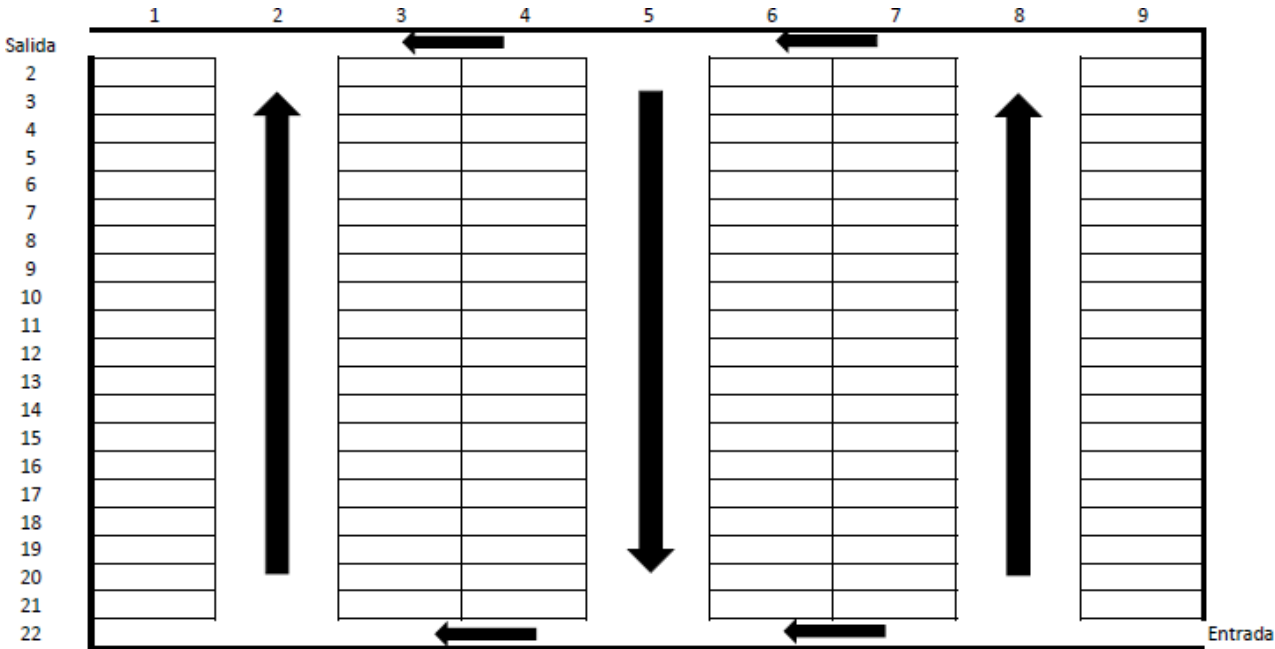


Figura 1 Vista superior del diseño

Este tipo de disposición es beneficiosa para la recepción de mercancías, y permite garantizar que la entrada de mercancías sea correcta y eficiente y así satisfacer las necesidades del almacén, tanto internas como externas.

3.2 Descripción del problema de picking

Los resultados de la auditoría y el análisis de los indicadores muestran que el área de picking es la que ha presentado diversas áreas de oportunidad. Esta área de oportunidad se da porque el área de picking trabaja bajo los rigurosos estándares del cliente. Debe ser atendido y resuelto cuando surge un problema, tanto operativo como en el sistema. Estos problemas se deben continuamente a materiales dañados, falta de etiquetas, materiales mezclados con otros materiales en un solo lugar y retrasos en la entrega de pedidos. Entre las limitaciones que pueden surgir para el picking y que pueden afectar al rendimiento de esta área se encuentra el aumento de los pedidos de volumen reducido, que implican una mayor variedad de productos y demandan un trabajo más personalizado—la intensidad laboral de las operaciones de picking que tienen un impacto directo en los márgenes de beneficio [18].

El principal problema es la disminución de la productividad en términos del número de cajas entregadas por turno. Dado que el número de cajas que caben dentro de una plataforma es de 10, esto no permite la transferencia excesiva de otros materiales. Al tener que esperar en la línea de distribución cuando cae un ciclo de montaje o entrega a obra, el tiempo de suministro es cada vez más lento. Se requiere una intervención para aumentar la productividad del área. Se busca optimizar la distancia recorrida en las operaciones de picking y con ello reducir el tiempo de entrega, directamente relacionado con el número de cajas entregadas; optimizando las distancias de viaje, se espera un resultado favorable que aumente la productividad.

Otro problema principal para mencionar es la falta de indicadores que visualicen correctamente el tipo o punto a trabajar en la producción y la calidad. Sin embargo, al revisar en el área de picking, no se tiene ningún indicador o medición que pueda apoyar la investigación; a menudo, estos indicadores siempre proporcionan el nivel y saben lo que está fallando dentro del área.

Capítulo IV METODOLOGÍA DEL CASO DE ESTUDIO.

Este documento es un caso de estudio, y la metodología para la realización se basa en una serie de pasos que se describen a continuación 1) Se realiza una auditoría para conocer las áreas de oportunidad en las operaciones del almacén; 2) Se detectan áreas de oportunidad; 3) Se propone la aplicación de métodos y herramientas que permitan la solución del problema y 4) Se analizan los resultados de los métodos propuestos.

4.1 Auditoría

Se realiza una auditoría para conocer el estado actual dentro del almacén para iniciar el proceso de mejora. Esta auditoría analiza aspectos esenciales como elementos externos e internos, sistemas de información tecnológica, equipos, planes de contingencia, operaciones de entrada, almacenamiento, control de stock, picking, seguridad e higiene, y regulaciones, entre otros aspectos importantes para el funcionamiento del almacén. Cabe destacar que

la auditoría fue respondida por la distribución de materiales responsables del cliente. Con esto, podemos mencionar que el tipo de almacén es un depósito.

Tabla 1 muestra los resultados, cuantificando todos los aspectos evaluados, que se clasifican según una ponderación de 1 a 4, donde cuatro es excelentes, tres es un buen desempeño, dos es un bajo rendimiento, y uno es que no existe tal información.

Tabla 1 Resultados de la auditoría

warehouse audit

1 2 3 4

Item	No	Poor	Good	Excellent	Total	High value
External			9	6	15	60
Internal		1	39	33	73	292
Warehouse IT systems			4		4	16
Mechanical handling Equipment		1	7	6	14	56
Contingency planning		1	5	1	7	28
Inbound operation			16	6	22	88
Put away and storage		2	8	7	17	68
Stock Control			7	2	9	36
Picking		2	18	1	21	84
Staff and housekeeping			8	1	9	36
Warehouse - performance			5		5	20

784

Tras sopesar los resultados, se pudo detectar que el área de picking es el aspecto que obtuvo el nivel más bajo dentro de esta auditoría, presentando un porcentaje de efectividad del 74%; esto se puede ver más claramente en la Figura 2.

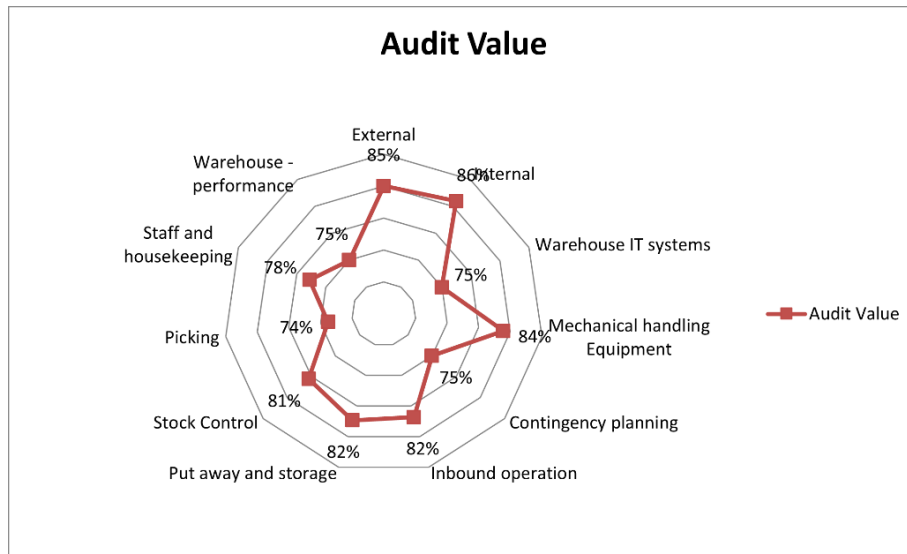


Figura 2 Valores de Auditoria

Podemos destacar el área de picking de los aspectos analizados en la auditoría, donde se asigna un área de picking de forma específica y física. El selector asignado para cada zona de picking es responsable de recoger todos los SKUs ubicados en la zona de pedidos. Si se requiere SKU ubicados en múltiples zonas, los pedidos se

llenarán después de que el recolector termine su circuito. Se refiere principalmente a una metodología de "tomar y aprobar" [19]. Solo existe un esquema de trabajo en la zona de picking, que consiste en las rutas realizadas y la estancia de tiempos perdidos que tiene el operador en una nueva ruta.

4.2 Indicadores clave de rendimiento (KPI)

Se revisaron los indicadores de la organización para conocer el desempeño de la operación en el área de picking. Estos miden los juegos fabricados o los materiales entregados y el número de cajas suministradas con prontitud. Se analizaron los datos históricos del año 2019, y luego en la Figura 3, se muestra la información obtenida.

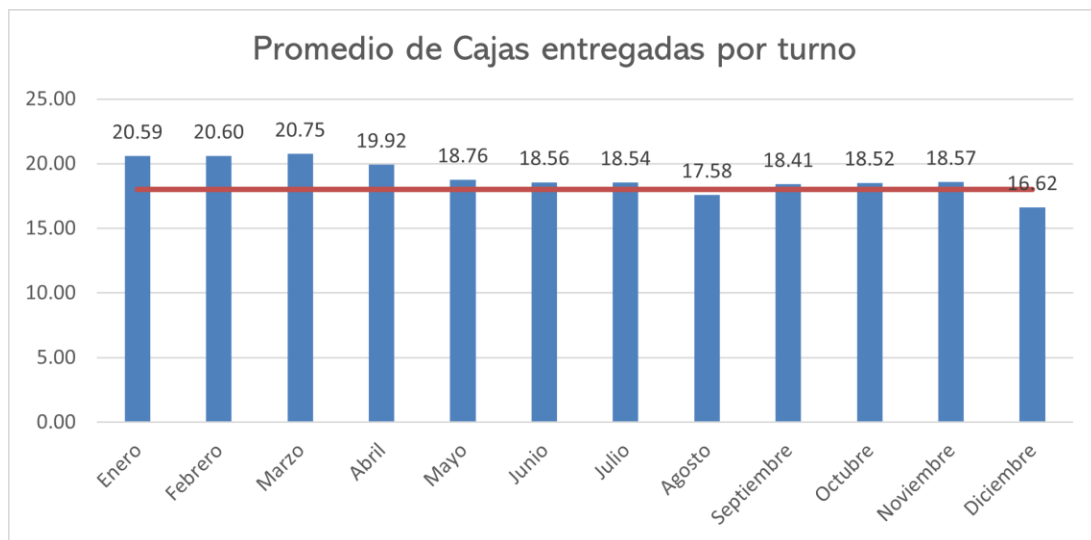


Figura 3 Indicador de Promedio de cajas entregadas por turno.

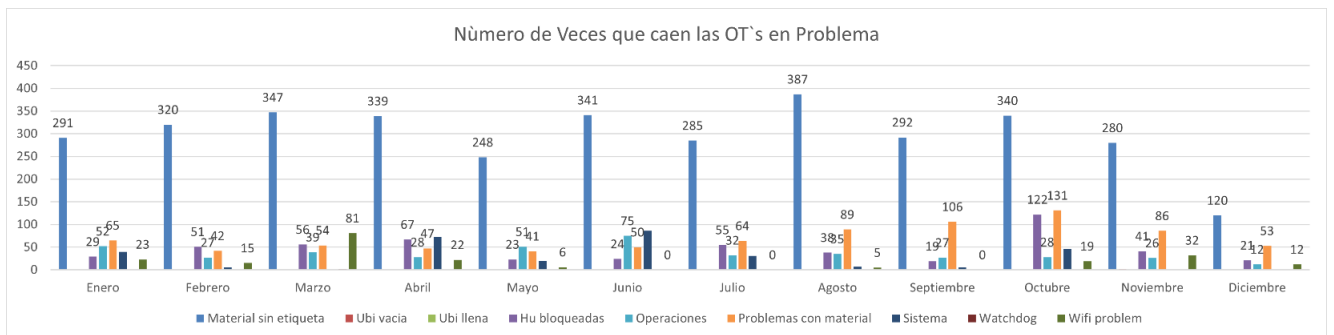


Figura 4 Indicador Número de veces que los OT caen en problema.

Los indicadores miden el número promedio de cajas entregadas por turno (Figura3) y el número de veces que los pedidos de transporte (OT) entran en un problema (Figura 4).

Como se puede observar, ha habido una tendencia a la baja en términos de productividad en el número de cajas entregadas por turno. También puede observar la frecuencia en la que los OT tienen problemas. Debido a esto, es necesario implementar mejoras que ayuden a corregir estos problemas.

4.3 Método de asignación de doble ciclo

El problema de la asignación de doble ciclo es un tema considerado para analizar más de uno o más procesos en la recolección y almacenamiento de materiales en la cadena de suministro. De acuerdo con esto, las operaciones en un almacén o CEDIS son los problemas que enfrentan los gerentes de la cadena de suministro [20]. El problema es determinar una ruta donde se considere la estiba de un producto y la recolección de otro, para reducir el tiempo de viaje y las distancias, aumentando la productividad en el almacén. El problema se hace más complejo cuando a cada estiba se le debe asignar más de una colección debido a las características del producto.

En este proyecto, se considera la aplicación Dual Cycle Assignment Method, incluida la restricción que permite asignar varias colecciones a cada tienda. Se toma como base el Problema generalizado de asignación (GAP) [21].

Variables y parámetros

Las variables que se utilizaron en el modelo son las siguientes:

X_{ij} = Variable a encontrar (asignación de colecciones con estiba)

D_{ij} = Distancia de cada ruta

Función Objetivo:

$$\min \sum_{i=1} \sum_{j=1} D_{ij} X_{ij} \quad (1)$$

Restricciones:

$$\sum_i X_{ij} \leq 10 \quad (2)$$

$$\sum_j X_{ij} = 1 \quad (3)$$

$$X_{ij} \in \{0,1\} \quad (4)$$

La ecuación (1) representa la función objetivo, que busca minimizar la distancia total de viaje.

La ecuación (2) representa la restricción asignada a cada estiba de hasta diez colecciones.

La ecuación (3) representa la restricción que asigna a cada colección una sola estiba.

La ecuación (4) representa la restricción binaria, que le da a la variable X_{ij} el valor de 1 o 0. El modelo asigna el número 1 a las rutas elegidas que representan la distancia mínima; y asigna el número 0 a las rutas que se rechazan para distancias mayores.

Capítulo V ANÁLISIS Y RESULTADOS.

A continuación, se presentan dos propuestas que proporcionan una solución al problema descrito anteriormente. El primero es la implementación de KPIs que ayuden a monitorear el desempeño del área y mejorar la calidad del trabajo. La segunda propuesta consiste en implementar el Modelo de Asignación de Doble Ciclo para optimizar las rutas en el almacén. Ambas propuestas tienen como objetivo mejorar las operaciones que se manejan en el área de picking para que haya una mejora continua.

5.1 Indicadores clave (KPI)

La primera propuesta de mejora consiste en implementar Indicadores Clave (KPI's), teniendo en cuenta criterios de calidad y productividad en el almacén. Para la calidad, se tuvo en cuenta la precisión con la que se recoge y entrega un pedido. Los errores en la entrega y prestación de un pedido son frecuentes y molestan a los clientes y en las devoluciones del pedido [22]. Para ello, se proponen los siguientes KPIs, tanto de productividad como de calidad, en los que al no tener una correcta medición del nivel de productividad y la calidad con la que se están entregando las cajas, se buscaron dos KPIs principales que permitieran visualizar la posible mejora en el área de picking. El primer indicador para demostrar es la productividad de recolección, donde representa el número de materiales recolectados por operador y que finalmente se entregan en un período determinado. El lapso ya había sido medido previamente por la organización, por lo que no debe superar los 5 minutos, y el segundo indicador es el número de pedidos recogidos correctamente a lo largo del tiempo. Para este segundo indicador, se propone que, al tener un período óptimo en la entrega, se obtendría que el material esté completo y en buenas condiciones [23].

Tabla 2 Resultados de los indicadores

	KPI de calidad	KPI de producción
Fórmula	$= \frac{\text{Ordenes de transporte entregadas correctamente}}{\text{Total de ordenes de transporte en un periodo de tiempo}} \times 100$	$\frac{\text{Ordenes de transporte recolectadas}}{\text{Total de O. T. en un periodo de tiempo}} \times 100$
Antes	60%	120%
Después	100%	200%

5.2 Aplicación del modelo de asignación de doble ciclo

La segunda propuesta de mejora consiste en el diseño e implementación del Método de Asignación de CicloDual. Es posible obtener la trayectoria más rentable y adaptada a la operación diaria del picking dentro del almacén.

Se generaron las matrices de distancia y el diseño de maquetación con las dimensiones reales. Por otro lado, se utilizó el software Lingo 18, con el que se podía programar el modelo.

Se colocó una distancia proporcional a la medida estándar de la ubicación a la ubicación, un metro. Además, se estableció la distancia desde la entrada del almacén hasta cada ubicación de la storage correspondiente.

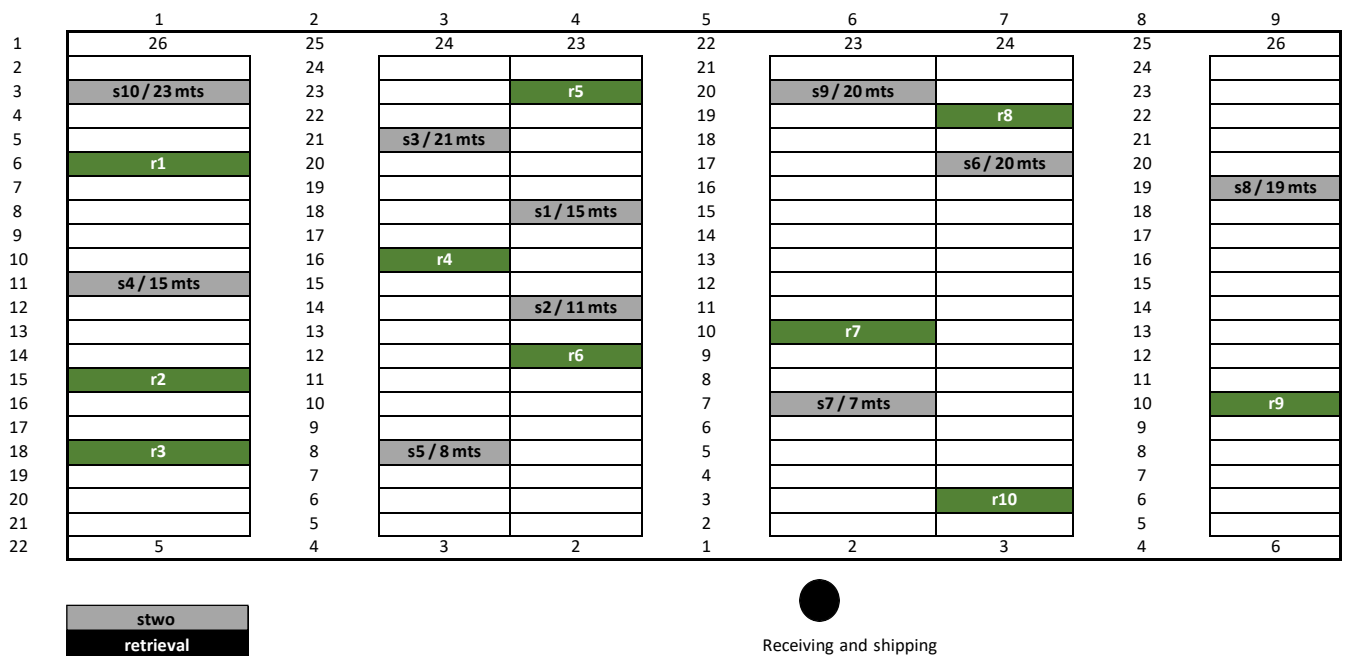


Figura 5 Diagrama de una cantidad mínima de mercancía en el área de picking.

La disposición (Figura 5) muestra el flujo que se debe tener desde la entrada de mercancía hasta la salida, considerando los lugares de almacenamiento y recolección que se deben visitar en las rutas. Se tuvo en cuenta una matriz de 10 pallets para diez colecciones, y se busca generar a través del programa Lingo la mejor opción para cada ruta para optimizar distancias y evitar dar vueltas por los pasillos.

Se consideran las medidas del almacén de 22 x 9 metros, como muestra del área de picking, en el mismo, hay más conjuntos y colecciones; sin embargo, la generación de grupos se realiza en promedio cada 5 minutos, por lo que para que los procesos se mantengan estables se debe tener al menos diez juegos y recolectar diez cajas en un período no superior a 5 minutos. La base de datos se obtiene a partir de una media de pedidos que cumple con el mínimo de 10 paquetes por hora. Cabe señalar que hay intervalos de tiempo donde se suministra poco material e intervalos de tiempo donde se proporciona exceso de material, específicamente en las mañanas que es

cuando el almacén comienza a llenar todo lo que hay detrás en el tercer turno. Sin embargo, se tomó esta media para obtener los resultados que se pueden aplicar en los dos escenarios diferentes de forma auténtica.

Tabla 3 Matriz de distancias

DISTANCE MATRIX			<i>Dijo</i>							
R&S + stwo + retrieval	r1	r2	r3	r4	r5	r6	r7	r8	r9	r10
s1	31	40	37	35	21	22	21	29	39	35
s2	31	32	29	35	21	14	13	29	31	27
s3	23	32	35	27	31	42	41	35	47	47
s4	21	20	23	17	31	38	39	35	39	35
s5	21	12	9	17	31	24	25	35	25	21
s6	37	46	47	41	31	42	41	23	31	35
s7	31	24	21	29	21	10	11	29	23	19
s8	37	46	45	41	31	42	41	23	29	33
s9	31	40	43	35	21	32	31	29	41	45
s10	27	36	39	31	31	42	41	35	47	51

Dadas las ecuaciones del modelo, la programación se genera en Lingo, que se presenta de la siguiente manera:

! Modelo de asignación de versiones cortas;

Modelo:

! Se definen las variables;

Establece:

Estibas;

Recolecciones;

Pares (Estibas, Recolecciones): Parámetro (elementos de los conjuntos; Distancias, X;

Conjuntos de extremos

! Miembros de los conjuntos;

Datos:

Estibas= S1 S2 S3, S4, S5 S6 S7 S8 S9 S10.

Recolecciones= R1 R2 R3 R4 R5 R6 R7 R8 R9 R10;

! Elementos de distancia;

Distancias=

31 40 37 35 21 22 21 29 39 35

31 32 29 35 21 14 13 29 31 27

23 32 35 27 31 42 41 35 47 47

21 20 23 17 31 38 39 35 39 35

21 12 9 17 31 24 25 35 25 21

37 46 47 41 31 42 41 23 31 35

31 24 21 29 21 10 11 29 23 19

37 46 45 41 31 42 41 23 29 33

31 40 43 35 21 32 31 29 41 45

27 36 39 31 31 42 41 35 47 51;

Enddata

! Modelización;

! Función Objetivo;

MIN= @SUM (Pares (I, J): Distancias (I, J) * X (I, J));

! Restricciones.

! For each stowage, at least ten collections are assigned.

@For (Estibas(I): @SUM(Recolecciones(J): X (I, J)) <=10).

! Para cada recolección solo se asigna una estiba;

@For (Recolecciones(J): @SUM(Estibas(I): X (I, J)) =1).

! Variables Binarias;

@For (Pares (I, J): @BIN(X));

El programa de Lingo produce una solución factible, cuyo valor objetivo es un viaje total de 166 metros. Como se muestra en la Figura 6:

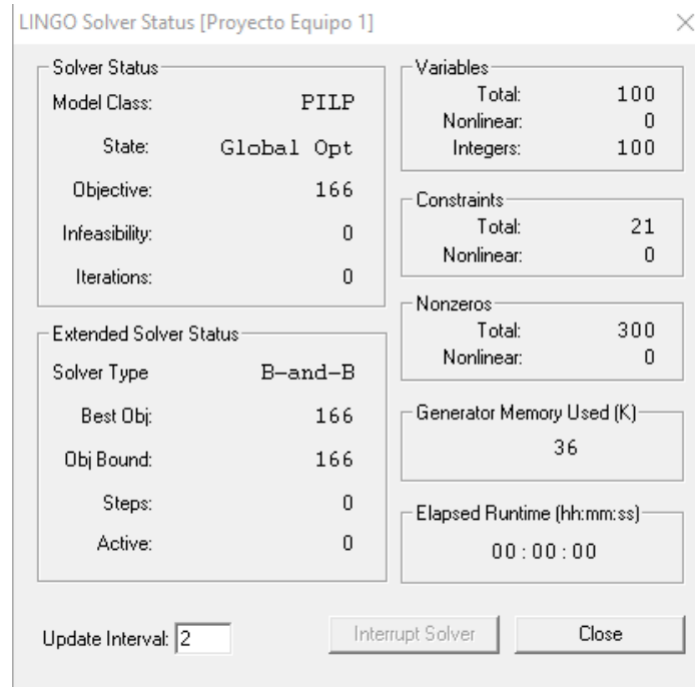


Figura 6 Resultado del programa en Lingo

El sistema propone rutas basadas en la distancia mínima, donde los diez lugares de recolección se asignan a algunos de los lugares de almacenamiento.

Como se muestra en la Tabla 4, el programa propone tres colecciones, asignadas a la estiba S5, S6 y S7.

Tabla 4 Asignación de colecciones.

S5	R1⇒	R2⇒	R3⇒	R4	
S6	R8				
S7	R5⇒	R6⇒	R7⇒	R9⇒	R10

Con la asignación propuesta, se cumple el objetivo de optimizar las distancias de viaje para las operaciones del área de picking.

Capítulo VI. CONCLUSIONES.

La investigación de este tipo de casos prácticos resulta ser muy útiles para estudiantes de posgrado y trabajadores de organizaciones porque se implementan y desarrollan herramientas útiles en la gestión de la cadena de suministro, que sirven para enfrentar los problemas que surgen diariamente en el

lugar de trabajo. La solución a estos problemas se traduce en una mejora continua en sus operaciones y un beneficio económico en la reducción de costes.

Este proyecto se presenta a la organización como una propuesta para implementar el proyecto sugerido a las necesidades del cliente para la toma automática de conjuntos, específicamente para el área de picking.

Es importante monitorear y monitorear constante y periódicamente el desempeño de las actividades realizadas dentro del almacén. La implementación de KPIs para el área de picking ayuda a detectar errores y/o áreas de oportunidad, generando una estrategia para resolver los errores detectados. Con ello, se espera tener un mayor control en las operaciones del almacén, reduciendo los errores y fomentando la mejora continua.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no hay conflicto de intereses.

Trabajo Futuro.

Otro aspecto que se debe evaluar son los niveles de stock, teniendo en cuenta la capacidad de almacenar material, ya que los niveles de stock afectan proporcionalmente a la complejidad del picking, aumentando la distancia a recorrer. Por eso es fundamental organizar la disposición del almacén y la optimización de rutas.

Referencias

- [1] Anaya-Tejero. J.J. (2011). Logística integral La gestión operativa de la empresa. (4ª ed.). México: ESIC Editorial. Pag. 105
- [2] Escudero, J., (2015). Técnicas de Almacén. Madrid, España. Editorial Paraninfo SA 1ra edición. ISBN 978-84-9732-257-7
- [3] Wheeler, C. (2014) The 8 Best Order Picking Methods (Including Batch Picking) New castle systems
- [4] Serrano, J.E., (2014) Logística de almacenamiento, Comercio Marketing Ediciones Para info ISBN: 978-84-2832-965-1, Pág. 20.
- [5] Emmett, S. (2014) Excellence in W M How to Minimise Costs and Maximise Value,2014 Pág 2

[6] Lu, W., McFarlane, D., Giannikas, V., & Zhang, Q. (2016). An algorithm for dynamic order-picking in warehouse operations. *European Journal of Operational Research*, 248(1), 107–122. doi: 10.1016/j.ejor.2015.06.074

[7] Gong, Y., De Koster, R., 2008. A polling-based dynamic order picking system for online retailers. *IIE Transactions* 40, 1070–1082. doi:10.1080/07408170802167670

[8] Emmett, S., (2011), *Excellence in Warehouse Management: How to Minimize Costs and Maximize Value*, John Wiley & Sons, Inglaterra, Reino Unido.

[9] Dukic, G., & Oluic, C. (2007). Order-picking methods: improving order-picking efficiency. *International Journal of Logistics Systems and Management*, 3(4), 451. doi:10.1504/ijlsm.2007.013214

[10] KUNDE R., GUDEHUS T., Average travel times for one-dimensional order picking, *Zeitschrift für Operations Research*, 1975, 19, B53–B72 (in German).

[11] DE KOSTER R., VAN DER POORT E.S., Routing order pickers in a warehouse. A comparison between optimal and heuristic solutions, *IIE Transactions*, 1998, 30, 469–480.

[12] Boulaksil, Y. (2016). Safety stock placement in supply chains with demand forecast updates. *Operations Research Perspectives*, 27-31. doi: 10.1016/j.orp.2016.07.001

[13] Sesma Gutiérrez, C. (2019). *Problemas de Asignación Generalizada: modelización, aplicaciones lógicas y métodos de solución*.

[14] Bortolini, M., Botti, L., Cascini, A., Gamberi, M., Mora, C., & Pilati, F. (2015). Unit-load storage assignment strategy for warehouses in seismic areas. *Computers & Industrial Engineering*, 491-490. doi: 10.1016/j.cie.2015.05.023

[15] Salazar López, B. (2016). *Problemas de Asignación*. [online] *Ingeniería industrial online*. Available at: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com> [Accessed 15 Mar. 2019].

[16] New Castle Systems, (2017), *20 Warehouse Success Metrics that Matter* Host. Consultado el 06 de febrero de 2020.

[17] Ballou, Ronald H. Logística, Administración de la cadena de suministro, Quinta Edición ISBN: 970-26-0540-7 pag 7

[18] Anaya-Tejero, J.J. (2007) 3ra edición Logística integral, la gestión operativa de la empresa. 2007 ISBN: 978-84-7356-489-2 Pág. 206

[19] Tradelog (2019) ¿Qué es el picking y cómo influye en las empresas de logística? H. Essers

[20] Serrano, J.E., (2014) Logística de almacenamiento, Comercio Marketing Ediciones Para info ISBN: 978-84-2832-965-1, Pág. 20

[21] Molina Cárdenas, F. S. (2018). Problemas de transporte, transbordo y asignación.

[22] Zhang G, Nishi T, Turner SDO, et al. (2017) An integrated strategy for a production planning and warehouse layout problem: Modeling and solution approaches. Omega 2017; 68: 85–94.

[23] Mora-Garcia, L. (2015). Indicadores de la Gestión Logística KPI: Los indicadores clave del desempeño logístico.

Anexos:

INSPIRANDO TU MEJOR VERSIÓN UDEM

IEOM Society 6th North American Conference on Industrial Engineering & Operations Management MTY, México. November 3-5, 2021 CINTERMEX-Monterrey Convention Center

Engineering Forum Escuela de Ingeniería y Tecnologías

NEW WORLD, RENEWED ENGINEERING

CO-ORGANIZERS

Tecnológico de Monterrey UANL FACPYA CLAUT RELIEVE

Schedule ▾ Speakers Sponsors Organizing Committee Attendees PROBLEMS? CLICK HERE

Sign Up or Log in to bookmark your favorites and sync them to your phone or calendar.

Schedule or People Search

Timezone

https://engineeringforumieommty.sched.com/?utm_medium=email&utm_source=attendees&utm_campaign=sched-A&utm_content=header-link



IEOM Society International



University of Monterrey

**The Sixth North American Conference on
Industrial Engineering and Operations Management**

Monterrey, Mexico, November 3-5, 2021, Co-Organizers: UANL, ITESM, CLAUT and RELIEVE

Certificate of Presentation

This is to certify that

MARCO ANTONIO LUCERO FLORES

Facultad Industrial y Logística. Departamento en Logística y Dirección de la cadena de suministro,
Universidad, Popular Autónoma del Estado de Puebla A.C., 17 Sur 901, Barrio de Santiago, Puebla,
72410, México

Delivered an Oral Presentation entitled “Control and Continuous Improvement in the Picking Area” at
the Eleventh Annual International Industrial Engineering and Operations Management
Conference, Monterrey, Mexico.

Dr. Luz María Valdez de la Rosa
Conference Chair
Professor of Industrial Engineering and
Engineering Management
School of Engineering and Technologies
Universidad de Monterrey
Monterrey, Mexico

Professor Donald M. Reimer
Program Chair
Director of Chapters, IEOM Society
President, The Small Business Strategy
Group, Michigan
Adjunct Professor at Lawrence Tech
Southfield, Michigan, USA

Dr. Ahad Ali
Conference Co-Chair
Associate Professor
Director of Industrial Engineering Program
Lawrence Technological University
Southfield, Michigan, USA
Executive Director, IEOM Society International

Sponsors and Partners



IEOM Society International, 21415 Civic Center Dr., Suite # 217, Southfield, Michigan 48076, USA, www.ieomsociety.org



October 09, 2021

Marco Antonio Lucero Flores, Diana Sánchez-Partida, Cano Olivos, and Luis Cuautle-Gutierrez
 Universidad Popular Autonoma del Estado de Puebla
 Mexico

ID 379: Control and Continuous Improvement in the Picking Area

Subject: Acceptance Letter for ORAL PRESENTATION at the 6th North American Conference in Monterrey, Mexico

Dear Authors:

On behalf of the organizing committee, we are delighted to inform you that your paper has been accepted for oral presentation at the 6th North American Conference on Industrial Engineering and Operations Management in Monterrey, Mexico. Each paper was subject to peer reviewed by at least two referees. Full papers will be indexed in SCOPUS. Attending the conference and presentation of the paper is required.

IEOM Society International, a 501(c)(3) non-profit organization, is a premier international platform and forum for academics, researchers, scientists and practitioners to exchange ideas and provide insights into the latest developments and advancements in the fields of Industrial Engineering and Operations Management. IEOM has successfully organized international conferences in Dhaka (2010), Kuala Lumpur (2011), Istanbul (2012), Bali (2014), Dubai (2015), Orlando (2015), Kuala Lumpur (2016), Detroit (2016), Rabat (2017), Bristol, UK (2017), Bogota (2017), Bandung (2018), Paris (2018), Washington DC (2018), Pretoria (2018), Bangkok (2019), Pilsen (2019), Toronto (2019), Riyadh (2019), Dubai (2020), Detroit (2020), Harare (2020) and Singapore (2021), Brazil 2021. IEOM Society will be organizing the Sixth North American Conference on Industrial Engineering and Operations Management in Monterrey, Mexico during November 3-5, 2021.

IEOM is expecting another exciting event in Mexico. Some of the events and activities that are planned include: outstanding keynote speakers, global engineering education track, industry solutions track, technical presentations, women in industry and academia track, undergraduate and graduate student paper competitions, panel sessions, recognition and awards.

You will see the IEOM Monterrey Conference as a great-value added event. Your participation is highly appreciated. If you have any question, please contact Dr. Taufiq Islam, Operations Manager at info@ieomsociety.org.

We look forward to seeing you in Monterrey.

Regards,

Dr. Ahad Ali - Conference Co-Chair
 Associate Professor and Director of Industrial
 Engineering
 Lawrence Technological University, Michigan, USA
 Executive Director – IEOM Society International
ahad@ieomsociety.org

Sponsors and Partners

