



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO

ESCUELA SUPERIOR DE TEPEJI DEL RÍO
LICENCIATURA EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

Título de tesis:

Diseño e implementación de un sistema digital para garantizar el cumplimiento de pedidos en un centro de distribución de autopartes.

Tesis para obtener el título de Licenciatura en Ingeniería Industrial

PRESENTA

Alberto Atilano León

Directores de tesis

Ing. Hugo Jiménez Hernández

Dra. Ma. de Lourdes Elena García Vargas

Tepeji del Río de Ocampo, Hgo. octubre 2025.



Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo
Escuela Superior de Tepeji del Río
Campus Tepeji del Río

C. ALBERTO ATILANO LEÓN

Candidato a Licenciado en Ingeniería Industrial

PRESENTE

Por este conducto le comunico el jurado que fue asignado a su proyecto terminal de carácter profesional denominado: **"Diseño e implementación de un sistema digital para garantizar el cumplimiento de pedidos en un centro de distribución de autopartes"** con el cual obtendrá el título de Licenciado en Ingeniería Industrial y que después de revisarlo, han decidido autorizar la impresión del mismo, hechas las correcciones que fueron acordadas.

A continuación, se anotan las firmas de conformidad de los integrantes del jurado:

PRESIDENTE: DRA.MA. DE LOURDES ELENA GARCIAS VARGAS

SECRETARIO: ING. HUGO JIMÉNEZ HERNÁNDEZ

PRIMER VOCAL: MTRO. HÉCTOR DANIEL MOLINA RUIZ

SEGUNDO VOCAL: MTRO. JORGE MARTÍN HERNÁNDEZ M.

ATENTAMENTE

"AMOR ORDEN Y PROGRESO"

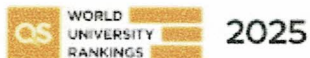
Tepeji del Río, Hidalgo, 22 de septiembre 2025

MTRO. JORGE MARTÍN HERNÁNDEZ MENDOZA
Coordinador de la Lic. en Ingeniería Industrial



Avenida del Maestro No. 41, Colonia Noxtongo
Segunda Sección, Tepeji del Río de Ocampo, Hidalgo,
México; C.P. 42855
Teléfono: 7717172000 Ext. 50401
estr@uaeh.edu.mx

"Amor, Orden y Progreso"



uaeh.edu.mx

Agradecimientos

Gracias a dios por permitirme llegar a este mundo y darme la oportunidad de culminar esta etapa de mi vida.

A mis padres, gracias por brindarme educación durante tantos años, por creer en mí y nunca dejarme solo.

Gracias a todos aquellos profesores que portaron un granito de arena en mi formación académica, pero sobre todo a mi formación personal, mediante todas aquellas charlas de motivación, experiencia y reflexión que se quedaron gravadas en mi mente y en mi corazón.

Gracias

ÍNDICE

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	5
ÍNDICE DE TABLAS.....	5
GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	6
INTRODUCCIÓN	7
CAPÍTULO I IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	8
1.2. Formulación del problema.....	11
1.3. Justificación.....	12
1.4 Objetivo general	13
1.5 Objetivos específicos	13
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL	14
2.1. Aspectos generales de la empresa	15
2.1.2 Estructura organizacional.....	17
2.2 Fundamentación teórica del estudio	20
2.2.1 Cadena de suministros.....	20
2.2.2 Centro de distribución	21
2.2.3 Indicadores clave de rendimiento.....	22
2.3 Situación actual.....	25
2.3.1 Capacidad operativa	25
2.3.2 Principales áreas operativas	25
2.4 Distribución de planta.....	26
2.5 Métricas de trabajo.....	28
2.5.1 Métricas del área de resurtido	28
2.5.2 Métricas del área de surtido	29
2.6 Tipos de locaciones	30
2.6.1 Nivel slot.....	30
2.6.2 Nivel reserva	30
2.7 Equipos móviles de trabajo	31
2.8 Software.....	34
2.9 Dispositivos electrónicos.....	34
2.10 Alerta de desabasto	35
2.11 Mesa de control.....	36

2.12 Documento de trabajo	36
2.13 Proceso de liberación de ordenes.....	36
2.14 Actividades de un operador de resurtido.....	37
Capítulo III_METODOLOGÍA.....	39
3.1 Identificación de áreas de oportunidad	40
3.2 Estrategias de optimización que garanticen el abastecimiento de productos	45
Reservas de inventario y capacidad.....	45
Colaboración integral	45
Anticipar cambios en la demanda	45
Optimización de operaciones	45
Planificación de recursos	46
3.3 Diseñar, programar e implementar un archivo digital que analice los movimientos de resurtido.	52
3.3.1 Formato de asignación actual	52
3.3.2 Formato de asignación propuesto	58
CAPÍTULO IV.....	73
RESULTADOS.....	73
4.1 Aumento de KPI fill rate	75
4.2 Aumento de MPH y disminución de tiempos muertos.....	77
REFERENCIAS.....	81

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1	Organigrama empresarial	17
ILUSTRACIÓN 2	Secciones del centro de distribución.....	26
ILUSTRACIÓN 3	Representación visual de los niveles en almacén.....	31
ILUSTRACIÓN 4	Patín eléctrico (Walkie pallet jack)	32
ILUSTRACIÓN 5	Montacargas para pick (Ryder Pallet Jack).....	32
ILUSTRACIÓN 6	Montacargas para resurtido (Order picker)	33
ILUSTRACIÓN 7	Montacargas para tarima completa (Reach)	33
ILUSTRACIÓN 8	Dispositivo de radiofrecuencia (RF)	35
ILUSTRACIÓN 9	Diagrama de proceso de un operador de resurtido.....	38
ILUSTRACIÓN 10	Comportamiento de fill rate antes de la implementación.....	41
ILUSTRACIÓN 11	Principales causas de un bajo fill rate	42
ILUSTRACIÓN 12	Short pick antes de la implementación.....	44
ILUSTRACIÓN 13	Formato de control a ordenes surtidas.....	48
ILUSTRACIÓN 14	Regiones logísticas de México.....	49
ILUSTRACIÓN 15	Proceso para la liberación de órdenes en ERP	51
ILUSTRACIÓN 16	Formato de asignación anterior	54
ILUSTRACIÓN 17	Estructura de datos que contiene el reporte "Replenishment".....	56
ILUSTRACIÓN 18	Elementos del detalle de orden.....	57
ILUSTRACIÓN 19	Movimientos de resurtido por área (Documento propuesto) ...	59
ILUSTRACIÓN 20	Monitoreo de movimientos (Documento propuesto).....	61
ILUSTRACIÓN 21	Detalle de ordenes (Documento propuesto)	62
ILUSTRACIÓN 22	Detalle de ordenes (Documento propuesto)	64
ILUSTRACIÓN 23	Archivo macro propuesto	66
ILUSTRACIÓN 24	Hoja de datos entregados (Primera sección)	67
ILUSTRACIÓN 25	Información para monitoreo de prioridades (Segunda sección)	69
ILUSTRACIÓN 26	Resultados de fill rate turno B	75
ILUSTRACIÓN 27	Resultados short pick DC54.....	76

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1	Tabla de métricas área de resurtido.....	28
TABLA 2	Tabla de métricas área de surtido.....	29
TABLA 5	Comparativa de fill rate DC54.....	76
TABLA 6	Resultados de KPI's	77

GLOSARIO DE TÉRMINOS

DC: acrónimo de la palabra “*distribution center*”

Picking: actividad que se realiza para seleccionar, recoger y preparar los pedidos

Packing: actividad de empaquetar o envasar los productos

SKU: por sus siglas en ingles se define como “Stock Keeping Unit” o bien código único de cada tipo de producto dentro de un sistema de inventario. Sirve para identificar, rastrear y gestionar productos de forma precisa dentro de un almacén, tienda o centro de distribución.

Slot: ubicación que se encuentra ergonómicamente a una distancia considerable para acceder a tomar los productos necesarios para satisfacer los pedidos.

Reserva: Es una ubicación que se encuentra en el nivel superior al slot y alberga el stock de seguridad que necesita el DC para abastecer su demanda.

Rack: estructura que permite distribuir y organizar los distintos tipos de productos

Bahía: se define como una sección del rack en donde comienza su columna y se empalma con otra.

Nivel de *slot* o reserva: es el escalón que comprende una ubicación, comenzando desde el nivel del piso hasta la altura que se requiera.

GLS: *Global Logistics Suite*, base de datos utilizada para almacenar información.

KPI: acrónimo de la palabra *Key Performance Indicator* (indicador clave de rendimiento)

Fill rate: indicador que evalúa el cumplimiento de las ordenes surtidas en un determinado tiempo

On time: medir la cantidad de entregas que lograron cumplirse de acuerdo a lo estimado en un determinado tiempo

Short pick: denominación que se le atribuye a un producto que sea omitido en la orden.

INTRODUCCIÓN

En un entorno logístico cada vez más competitivo, la eficiencia en la gestión de pedidos se ha convertido en un factor determinante para garantizar la satisfacción del cliente. Los centros de distribución, enfrentan el reto constante de mantener un flujo adecuado de productos, así como de minimizar errores en la entrega y de optimizar el tiempo de preparación de órdenes. Tomando estos parámetros como objetivo, la incorporación de tecnologías digitales se presenta en forma de una solución estratégica para mejorar los procesos internos y asegurar el cumplimiento oportuno de las demandas.

El área de resurtido en un centro de distribución juega un papel fundamental en la cadena de suministro, ya que se encarga de reabastecer los puntos de recolección de productos según la demanda dentro del mismo almacén. Sin embargo, cuando este proceso se realiza de manera manual o con sistemas obsoletos, puede generar inconsistencias, retrasos y errores que impactan directamente en la calidad del servicio. Por esta razón, resulta indispensable innovar herramientas tecnológicas que permitan automatizar y monitorear este proceso en tiempo real.

La presente tesis tiene como propósito diseñar y establecer la implementación de un sistema digital en el área de resurtido que permita garantizar el cumplimiento de las órdenes expedidas en un centro de distribución de autopartes. El proyecto y la aplicación de esta solución tecnológica buscan no solo mejorar la eficiencia operativa, sino también reducir los márgenes de error y fortalecer la trazabilidad de los pedidos.

Este trabajo se justifica por la necesidad de adoptar tecnologías que respondan a las exigencias actuales del mercado, así como por la oportunidad de contribuir al desarrollo de modelos de gestión más ágiles y confiables en el ámbito logístico. Además, se espera que los resultados de esta investigación puedan servir como referencia para futuras implementaciones en centros de distribución con características similares.

CAPÍTULO I

IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El sector automovilístico es uno de los principales sectores comerciales dentro del mundo actual, debido a que se necesita movilizar todas las personas de un lugar a otro. Este movimiento generalmente se realiza por medio del transporte terrestre, que día a día genera el movimiento de personas, productos, materiales o cualquier tipo de mercancía que se requiera trasladar. Sin embargo, realizar estos recorridos tan frecuentes generan un desgaste en las partes de los vehículos, ya que por su uso diario se tienden a deteriorar, por esta razón, para sustituir alguna parte del automóvil, es necesario asistir a una refaccionaria en donde se pueda adquirir la pieza dañada.

Generalmente en el país, se necesita comercializar la mayor parte de los productos para la reparación de autos, debido a que en el territorio mexicano no existe suficiente mercancía en cantidad y variedad para lograr satisfacer la demanda actual. Es por ello que dentro de este negocio se incurre demasiado a la cadena de suministro, que tiene como finalidad transportar el producto, iniciando el traslado desde su origen, hasta hacerlo llegar a un consumidor final.

Por lo tanto, la manera en que los sistemas determinan el flujo de movimiento y los costos, son algunas de las áreas críticas que impactan en el precio de los productos comercializados, debido a que juega un papel sumamente importante en el rol de competencia que está presente en el mercado. Factores como el tiempo, los materiales, la mano de obra y sobre todo el capital financiero que se invierte en las cadenas de valor determinan la utilidad de cada venta realizada.

Existe una gran variedad de partes automotrices, diversos modelos y sobre todo años de lanzamiento, pero es complejo disponer de suficientes espacios para almacenar, categorizar y distribuir todos los productos necesarios, por lo que es necesario el apoyo de los centros de distribución.

En este proyecto se presenta un centro de distribución enfocado a la cadena de suministro que tiene como operaciones principales: recibir, surtir, resurtir y embarcar, la mercancía que demanden sus tiendas de autoservicio.

Actualmente esta corporación presenta un cuello de botella debido a la falta de optimización en sus procesos que afecta las demás operaciones y que sobre todo impacta en su utilidad neta por lo que en el presente estudio se proyectan propuestas que pueden beneficiar la utilización de los recursos antes ya mencionados, con la finalidad de optimizar el capital para incrementar un margen de ganancia dentro del negocio.

Hacer más eficiente el proceso no es tarea nada fácil, puesto que, al ser una cadena de valor, una situación impacta en otra automáticamente. Sin embargo, al gestionar estrategias que permitan lograr los objetivos, permite aumentar el panorama que se presenta en cualquier conflicto y sobre todo genera una flexibilidad de aplicación dentro de esta industria.

Hoy en día toda empresa está obligada a mejorar el entorno de trabajo, con el objetivo de aumentar la productividad y sobre todo de optimizar sus recursos disponibles dentro de sus centros de operación, por ello es fundamental enfocar la mirada a cada acción que se ejecute en el día a día, debido a que ahí se encuentran elementos sumamente valiosos, como lo son; el tiempo, los materiales, la mano de obra y sobre todo el capital financiero que es invertido para obtener un beneficio final.

Actualmente la cadena de suministro se encuentra presente en cada sector económico existente, debido a la necesidad de transportar productos o servicios a un posible consumidor final, definitivamente, para cumplir con el objetivo es fundamental realizar en tiempo y forma los requerimientos del cliente.

1.2. Formulación del problema

En la actualidad debido al comportamiento tan dinámico de las actividades ejecutadas, las áreas que componen a la empresa presentan fluctuación en los resultados semanales, sin embargo, existe un área en específico que la mayor parte del tiempo posee un bajo indicador de cumplimiento, el cual corresponde al área de resurtido, esto se debe a que esta área específica tiene características que pueden ser definirlas como un cuello de botella que retrasa constantemente las actividades de operación.

Anteriormente los fines de semana se dedicaba un turno específico a realizar solamente operaciones de resurtido con la finalidad de disminuir los movimientos en locaciones que presentaban desabasto de producto, sin embargo, este abasto de mercancía solo permanecía algunos días y en el transcurso de la semana las actividades de trabajo no disminuían, sino por el contrario, con el paso del tiempo presentaban un aumento considerable, que al acumularse afectan completamente la cantidad total de piezas surtidas. Debido a este conflicto cada desabasto que muestra un producto, genera un impacto económico en la cartera empresarial, disminuyendo completamente el margen de mercado actual.

Existen varios factores que generan el problema principal en relación a la ejecución de trabajo que se presenta, el desempeño de los operarios, la manera de cómo se distribuye la mano de obra o posiblemente la capacidad operativa que se tiene dentro del centro de distribución. Un ejemplo claro, es la dispersión de los trabajadores por todo el centro de distribución, puesto que para atender una alerta de producto agotado se necesita realizar un largo movimiento de traslado que no está controlado ni mucho menos estandarizado para ser ejecutado, el cual por obvias razones tiende a consumir tiempo, movimientos y batería del equipo móvil que al final de cuentas se traduce en un gasto que sin duda puede reducirse.

En consecuencia, el tiempo que se necesita para ejecutar cada actividad aumenta ya que la tarea no es ejecutada adecuadamente en tiempo y forma, por lo tanto, esta no será efectiva y como resultado, los costos aumentarán. Ejemplo: Imaginemos que una persona necesita comprar un fusible eléctrico que

compromete el encendido del auto, por ello asiste a una tienda de autopartes, la tienda tiene en su catálogo esa pieza, pero no en existencia; debido a que no le llega el producto por un desabasto en el pedido previamente realizado hacia el centro de distribución. Entonces el cliente por obvias razones decide acudir a otra refaccionaria que si tiene el producto y es aquí donde se pierde un margen de venta que pudo haber sido factible para la corporación. La finalidad de ejemplificar es dimensionar el impacto de una problemática dentro de una cadena de suministro que causa un efecto domino hasta impactar al consumidor final, es decir un cliente, que como sabemos una venta perdida es igual a una pérdida económica. Esta es una muestra de muchas otras problemáticas existentes por las cuales una empresa debe enfocar la mirada a cada impacto económico que sufre día con día, pues si no hay ventas, no existe utilidad que pueda solventar los gastos de todo un eslabón de trabajo vital para sacar a flote las actividades que se demandan.

1.3. Justificación

Actualmente la industria es una de las fuentes que oferta trabajo a la población debido a que, en cada uno de los sectores que la conforma es necesario contar con capital humano, el cual se encarga de desempeñar una parte de las actividades ejecutadas, porque aún no se ha logrado una automatización industrial en su totalidad. Es por ello que se pretende buscar mejoras en los procesos actuales desarrollados dentro de un centro de distribución, para así; lograr agilizar las actividades para lograr el cumplimiento, y generar una reducción en los costos ocasionados por desabasto de producto no surtido al cliente interno directo. La mayor parte de las áreas de oportunidad dentro de una corporación, tienden a ser actividades o tareas que pueden llegar a aparentar ser insignificantes, sin embargo, esos micro factores son los que al acumularse impactan de manera descomunal en resultados sumamente significativos.

El presente estudio busca implementar lo aprendido en la carrera de Ingeniería Industrial a través del pensamiento crítico y el análisis, así como la innovación mediante la creación y ejecución de nuevas herramientas digitales que impacten radicalmente en las actividades que se realizan de una forma cotidiana, con la

finalidad de generar un cambio beneficioso en las áreas internas de la empresa y en particular del área de resurtido. De igual manera se pretende corroborar que la ingeniería industrial es un mundo de posibilidades que puede ayudar a hacer más fácil y efectiva cualquier actividad que se desee realizar, debido a que esta profesión no posee barrera alguna que pueda limitar su implementación, ya que cualquier área del sector empresarial puede mejorar, diseñarse y adaptarse a la situación que se desee mejorar.

1.4 Objetivo general

Diseñar e implementar un sistema digital en el área de resurtido que permita garantizar la efectividad en el cumplimiento de las ordenes expedidas en un centro de distribución.

1.5 Objetivos específicos

- Identificar áreas de oportunidad en las que sea posible optimizar el área de resurtido.
- Definir estrategias de optimización que permitan garantizar el abastecimiento de productos a los clientes internos de la corporación.
- Establecer la planeación de las actividades de acuerdo a la prioridad designada.
- Diseñar, programar e implementar el archivo digital que asignara las actividades del área de resurtido.
- Comparar y cuantificar los resultados obtenidos en comparación con los registros históricos, para dimensionar la mejora.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO Y

CONCEPTUAL

2.1. Aspectos generales de la empresa

La empresa analizada en este estudio es de nacionalidad americana, sin embargo, debido a su gran alcance, también tiene presencia en distintos países. Su principal actividad financiera consiste en comercializar partes y accesorios automotrices, los cuales fungen como productos ofertados hacia sus clientes.

La historia de esta empresa remonta a finales del siglo XX, donde un joven emprendedor tuvo la gran idea de abrir una tienda de refacciones para automóviles que permitiera encontrar en su negocio piezas difíciles de conseguir, además de ofrecer un programa de control de calidad para las piezas que ofertaba. Así, con los distintos servicios extra que ofrecía, con el paso del tiempo destacó entre la competencia siempre innovando y ofreciendo un servicio excelente hacia sus clientes.

Con el paso del tiempo las ventas de su emprendimiento aumentaron y la demanda de distintos clientes frecuentaba una zona geográfica diferente a la que se tenía, por ello es que surgió la idea de crear más sucursales, logrando generar una cadena comercial que distribuya refacciones automotrices a lo largo y ancho del territorio norteamericano. El auge y la gran demanda de vehículos en la sociedad impulsó el negocio para ser uno de los más rentables en el sector comercial, a tal grado de expandir su mercado a nivel internacional, hasta el punto de extenderse internacionalmente en tres países distintos, los cuales son México, Brasil y Cuba.

En México la primera sucursal se inaugura en el año de 1998, sin embargo, el envío de mercancía desde los Estados Unidos, significaba un costo mayor al que se incurriría si esa mercancía se ubicara en territorio nacional, por ello en el año 2004 se inauguró en Monterrey Nuevo León, el primer centro de distribución, con la visión de aperturar aún más tiendas de refacciones en el país. Sin embargo, el territorio nacional es demasiado extenso y tener un solo centro de abastecimiento generaba complicación en el momento de las entregas en el sur del país, por eso que para el año 2017 con la inauguración de la sucursal número 500 de la cadena comercial,

se inició operaciones en el nuevo centro de distribución ubicado en Tepeji del Rio, Hidalgo; el cual atiende mayormente a regiones del centro y sur del país.

Actualmente esta empresa posee más de 800 sucursales a lo largo y ancho del país, los cuales distribuyen mercancía en todo el territorio nacional, además se tiene la proyección de un nuevo centro de distribución que logre abarcar el sur este del país, buscando expandir aún más su alcance en el territorio nacional.

2.1.2 Estructura organizacional

Se presenta la jerarquía de las áreas organizacionales que conforman la empresa.

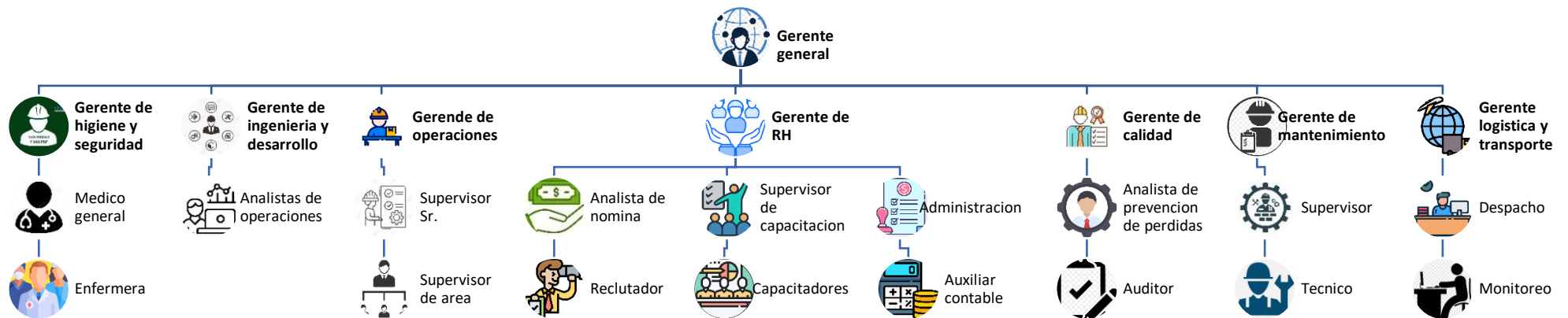


ILUSTRACIÓN 1 Organigrama empresarial

El centro de distribución estudiado dentro de este proyecto cuenta con una organización interna que planea y ejecuta las actividades a realizar, siguiendo la proyección que la cadena de suministros tiene prevista como misión. En la ilustración no. 1, se presenta el organigrama empresarial que ordena las actividades desempeñadas dentro del centro de distribución, a continuación, es posible observar una breve descripción del cargo y de las actividades que cada uno de ellos tiende a desarrollar.

Gerente general: representa la máxima autoridad dentro del centro de distribución, es la encargada de dirigir, delegar, aprobar y validar el desempeño de todas las áreas que conforman a la organización.

Gerente de higiene y seguridad: establece los parámetros y lineamientos que se deben seguir para salvaguardar la integridad del personal operativo, equipo móvil y de las instalaciones.

Médico general: atiende y evalúa al personal que pudiera presentar alguna situación de salud.

Enfermera: apoya y gestiona el trámite de cualquier situación que se presente en algún trabajador.

Gerente de ingeniería y desarrollo: proyecta distintos objetivos que ayudan a mejorar los procesos existentes con la finalidad de hacer más eficiente un sistema operativo.

Analista de operaciones: ejecuta y coordina las distintas actividades necesarias para cumplir los objetivos estipulados.

Gerente de operaciones: dirige los objetivos a cumplir en un determinado lapso de tiempo.

Supervisor Sr.: valida el seguimiento de cada una de las áreas operativas con el fin de que se cumplan los objetivos planteados inicialmente.

Supervisor de área: coordina y gestiona al personal operativo para efectuar la productividad estipulada y así garantizar que se cumplan los indicadores de acuerdo a las proyecciones.

Gerente de recursos humanos: gestiona, coordina y dirige todo lo relacionado con el capital humano.

Analista de nómina: se encarga de gestionar el pago de los subordinados de acuerdo a las horas trabajadas y pagadas.

Reclutador: es la persona encargada de asegurar que el capital humano sea la mejor opción para los puestos existentes, además de garantizar que el personal que labora en la empresa perdure un lapso considerable de tiempo.

Supervisor de capacitación: garantiza que los capacitadores desarrollen una buena labor al momento de transmitir el conocimiento al personal de nuevo ingreso.

Capacitadores: son las personas encargadas de enseñarle a las personas nuevas los procesos que se desarrollan dentro del centro de distribución, primeramente, se parte de un área en específico y posteriormente son capacitados en otros procesos.

Administración: la administración lleva el control del todo el capital financiero que se dispone y es utilizado para la compra de material que se requiera en las distintas áreas de la empresa.

Auxiliar contable: gestiona todo el procedimiento necesario para corroborar legalmente los ingresos y egresos de la organización.

Gerente de calidad: coordina, planea y evalúa las auditorías realizadas con la finalidad de monitorear el nivel de confianza que se tiene en los procesos del centro de distribución.

Analista de prevención de perdidas: da seguimiento a cualquier situación de reclamo o inconformidad que se tenga con alguna tienda de la franquicia.

Auditor: elabora auditorias que permiten obtener una evaluación al área de estudio.

Gerente de mantenimiento: encabeza la organización y planeación de cualquier modificación o reparación que se tenga que realizar dentro de las instalaciones de trabajo.

Supervisor: verifica y coordina el trabajo designado por parte del gerente.

Técnico: desempeña las actividades o proyectos estipulados en el plan de trabajo.

Gerente de logística y transporte: genera un vínculo directo con los diversos transportistas para tener comunicación y control de las subcontrataciones que se realizan.

Despacho: planea y estipula las rutas, cantidades, tipos de transporte, que se asignan en el día a día.

Monitoreo: está al pendiente de cualquier situación que se presente por parte de las líneas transportistas, lleva el control y seguimiento de los mismos hasta que se concluye la entrega de la mercancía enviada.

2.2 Fundamentación teórica del estudio

2.2.1 Cadena de suministros

La cadena de suministro es definida como la secuencia que sigue todo elemento, material o insumo para ser transformado, procesado, almacenado y trasladado desde un punto inicial hasta uno terminal, que concluye cuando logra llegar a un consumidor final [1]. Esta cadena busca enfocar su competitividad al valor agregado en cada producto o servicio que se ofrezca, particularmente atendiendo la demanda y cumpliendo en su totalidad las especificaciones que se requieran, para la satisfacción del cliente [2], su enfoque radica en incrementar el valor agregado, el cual distingue de los competidores el producto ofertado [3].

Dentro de la cadena de valor existe un elemento principal que aporta la mayoría de los ingresos percibidos el cual se le atribuye en su totalidad al cliente, ya que es el responsable de ceder efectivo a favor de la empresa, puesto que el resto del capital atribuye a intercambios de dinero que ocurren en las diferentes etapas del proceso [4].

Generalmente dentro del recorrido que toma un producto para ser comercializado se necesita de un lugar que resguarde su integridad y este al pendiente de su demanda para ser entregado, esta sección generalmente se le atribuye a un centro de distribución, el cual es solo un eslabón de muchos otros que sustentan la cadena, por ello es sumamente importante tener el conocimiento de cada uno de ellos [5].

2.2.2 Centro de distribución

Los centros de distribución se pueden definir como aquella infraestructura logística que almacena una gran cantidad de productos, constituyéndose por áreas para organizar la mercancía, así como lo son rampas o cualquier otro tipo de construcción que permita agilizar los movimientos. Estos recintos poseen actividades como la recepción, descarga, e ingreso del producto proveniente de fábricas de producción o proveedores directos, los cuales tienen la finalidad de generar un inventario para que, en un futuro, se consoliden pedidos que serán embarcados y enviados lo más rápido posible a su cliente inmediato.

Existen dos términos que son fundamentales para cualquier actividad logística, de almacenamiento y distribución dentro de estos centros de abastecimiento, el primer término es el “picking”, definido como la actividad que se realiza para seleccionar, recoger y preparar los pedidos de los clientes. Por otro lado, el “packing” se encarga de empaquetar, envasar o embarcar los productos previamente seleccionados, con la finalidad de lograr un buen traslado hacia su destino [6].

El tiempo juega un valor sumamente importante dentro de los almacenes de distribución, debido a que desde el momento en el que el cliente demanda el producto y donde el tiempo de respuesta comienza a correr, si por algún error o inconveniente que pueda presentarse no se atiende el pedido, automáticamente se podría perder una venta, la cual genera en automático una pérdida económica que afecta totalmente el margen de utilidad de la organización [7]. Para medir las actividades dentro del almacén, se necesitan indicadores que permitan diagnosticar el desempeño de cada sector que la integra, debido a que todo lo que no se puede medir, no se puede controlar y todo aquello que no se puede controlar, no se puede mejorar.

2.2.3 Indicadores clave de rendimiento

Existe una gran variedad de “KPI’s” que ayudan a cuantificar el desempeño de las actividades realizadas o en su defecto de todo el recurso que se está invirtiendo de acuerdo a la cantidad que se tiene disponible. Dentro de todos ellos se encuentra un indicador fundamental para determinar la dependencia entre los productos o servicios en relacion a los recursos necesarios para su cumplimiento, el cual es denominado productividad [8]. Su principal objetivo es aumentar al máximo los resultados, utilizando la menor cantidad de recursos disponibles. Así mismo la eficiencia se refiere a realizar una actividad adecuadamente y posee correlación directa entre suministros y productos [9], ambos poseen un objetivo en común, el cual es aumentar el cumplimiento de las metas utilizando la menor cantidad de elementos posibles.

Las metodologías, el análisis de costo y sobre todo la innovación de métodos de trabajo son herramientas que permiten incrementar la productividad, debido a que dentro de ellos están inmersos factores directos como lo son el capital humano y el capital social [10]. Toda herramienta o indicador utilizado para cuantificar las metas tienen un impacto directo dentro de la ingeniería industrial, debido a que solo así, es posible mejorar considerablemente el campo de estudio en el que se requiera implementar [11].

Adicional a los indicadores ya mencionados, existen otros más que son considerados vitales en almacenes de distribución, a continuación, se muestran algunos KPI más importantes que toda empresa dedicada a la comercialización de productos debe tener en cuenta:

Fill rate (tasa de cumplimiento). En un centro de distribución existe un indicador clave que evalúa el cumplimiento de las ordenes surtidas en un determinado tiempo, al cual es denominado “fill rate”, que no es más que un porcentaje que representa el cumplimiento de la cantidad surtida sobre la cantidad real ordenada.

$$Fill\ rate = \frac{Surtido}{Orden\ de\ tienda}$$

On time (puntualidad de las entregas). El “on time” se encarga de medir la cantidad de entregas que lograron cumplirse de acuerdo a lo estimado en un determinado tiempo. Dentro de este indicador existen factores carreteros, de transporte, operativos, entre otros que se vuelven un obstáculo para lograr las entregas a tiempo, es por ello que la logística debe ser capaz de anticiparse a estas situaciones y sobre todo de garantizar en mayor medida el cumplimiento de las entregas. La forma más fácil de obtener este indicador es dividiendo las entregas realizadas de acuerdo al tiempo estimado sobre las entregas totales.

$$On\ time = \frac{Entregas\ a\ tiempo}{Total\ de\ entregas}$$

La logística de distribución o logística de salida se define como aquella estrategia útil para atender aquellos pedidos de clientes en condiciones que permitan establecer la ubicación, calidad, cantidad, tiempo y forma, debido a que estos factores influyen en un porcentaje significativo del valor neto de los productos [12].

Las tareas realizadas dentro del proceso son fundamentales para cumplir los parámetros establecidos y así concluir satisfactoriamente su deber ser, al cual se le atribuye la oferta y la demanda [13], también es necesario medir constantemente el desempeño de los procesos, debido a que estos son de gran utilidad para identificar errores, logros y sobre todo para generar el reajuste de las metas planteadas [14]. Existen tres elementos fundamentales que son clave en el proceso logístico, estos se refieren al abastecimiento, la producción u operación y el proceso de distribución [15].

Una empresa debe ser capaz de medir adecuadamente sus actividades de distribución, con el objetivo de definir su esfuerzo realizado mediante su desempeño, definiendo claramente la tarea a evaluar en el sistema [16]. La información mencionada permite controlar adecuadamente aquellos procedimientos ejecutados, así como también cumplir la meta de llegar a los objetivos establecidos en cada sección de la cadena de suministro [17].

Las áreas de oportunidad son desventajas que se pueden transformar a ventajas, siempre y cuando se genere un cambio que mejore los procesos, pero sobre todo que aporte resultados en la red de suministro [18]. Dentro de este trayecto encontraremos discrepancias las cuales, debido a la ausencia de control y seguimiento, se deben integrar estrategias no solamente de ingeniería, sino también de algún tipo de innovación tecnológica o de cualquier sistema que permita complementar el estudio, reforzando el análisis desarrollado a través de una mejora constante en los procesos de almacenamiento y sobre todo de su evaluación, la cual tiene un impacto enorme en las operaciones de los Centros de Distribución, en donde todas aquellas actividades que se realizan cotidianamente se deben implementar de manera eficiente para generar una ventaja competitiva en comparación con las empresas competidoras [19].

El objetivo del estudio es proponer mejoras diseñando el sistema de distribución, que permitan aumentar la efectividad de las entregas en la corporación, debido a que hoy en día un centro de distribución es considerado un elemento sumamente importante para lograr una efectiva gestión en la cadena de abastecimientos y distribución, dentro de las cuales se poseen enormes desafíos asociados a la venta de productos y sobre todo al impacto directo que esto podría generar ante la competencia [20].

2.3 Situación actual

2.3.1 Capacidad operativa

Actualmente el centro de distribución cuenta con una capacidad operativa de 820 operadores distribuidos en cuatro turnos rotativos, el primer turno, corresponde al turno “A” que labora seis días a la semana con un horario de 6 am a 2 pm, teniendo como descanso los días domingos. El segundo turno, también conocido como turno “B” tiene una jornada similar al equipo anterior en cuanto a los días trabajados, sin embargo, la diferencia es que este turno se tiene una hora de entrada a las 2 pm y que concluye a las 9:30 pm. Por último, el turno de noche se compone de dos equipos distintos, el primero corresponde al turno “C”, que ejerce labores los días lunes, martes y miércoles de 9 pm a 6 am del día siguiente, con ese mismo horario de trabajo se ejecuta el turno “D”, sin embargo, en días jueves, viernes y sábado. Es importante mencionar que el día domingo ambos equipos nocturnos es decir el “C” y “D” ejecutan una jornada laboral de 12 horas, que corresponde de 6 de la mañana del día domingo a 6 de la tarde del día domingo para el turno “C” y de 6 pm del día domingo a 6 am del día lunes, cubriendo en su totalidad las 24 horas los siete días de la semana.

Es importante mencionar que la cantidad de trabajadores que cada área posee es dinámica, debido a la carga de trabajo que se pueda presentar y de acuerdo a la necesidad de la empresa, existe cierto número de personal capacitado para ejecutar dos o más áreas de trabajo.

2.3.2 Principales áreas operativas

El proceso operativo comienza con la primera área operativa, a la cual se le denomina recibo. Aquí es donde se lleva el control y el seguimiento de los distintos proveedores para descargar su mercancía. En este departamento la mercancía se clasifica de acuerdo a su tipo de categoría a la que pertenece, con la finalidad de seccionar una rampa disponible lo más cercano a su ubicación de almacenamiento, para facilitar su ingreso.

Una vez recibida la mercancía pasa a la siguiente área operativa que es denominada resurtido; la cual se encarga de realizar un surtido interno a los

Cuando los pedidos solicitados terminan de ser atendidos, son ubicados en el área de embarque, en donde son clasificados mediante su número de tienda y/o región a la que pertenecen, así como también el número de tarimas que contienen. En esta área operativa se consolida aún más la mercancía con la finalidad de aprovechar al máximo la ocupación de los contenedores en los cuales son enviados. Existen áreas de soporte como es el caso de retorno de productos mejor conocido como “*Recall*” e inventarios, las cuales se encargan de procesar retornos de mercancía dañada y también de administrar y asegurar que las condiciones de las ubicaciones sean las adecuadas mediante las auditorías realizadas.

La empresa cuenta con una nave industrial que se divide en un extenso número de pasillos los cuales están distribuidos de manera estratégica, segura y eficiente, con la finalidad de optimizar en todo momento las actividades que demande la operación. Cada pasillo posee una nomenclatura específica atribuida a dos dígitos que describe el tipo de productos que contienen, seguido de una letra alfabética que posee el orden de cada uno de ellos.



En la ilustración no. 2, se presenta un *layout* del centro de distribución actual, resaltando las áreas y secciones que conforman este gran complejo infraestructural.

La primera sección corresponde a cinco pasillos restringidos que albergan productos químicos inflamables identificados con la nomenclatura “CR”, lo cual atribuye a la denominación de “*chemicals resource*”, lo que en español se traduce a recursos químicos, aquellos pasillos que componen esta sección son: “CRA, CRB CRC, CRD Y CRE”, coloquialmente en el vocabulario del almacén esta área es denominada como “*Bunker*” debido al resguardo que deben tener estos productos debido a su alta inflamabilidad. Esta área se encuentra aislada intencionalmente, con la finalidad de excluir todos aquellos objetos que puedan causar daños críticos en caso de un incendio o alguna situación de emergencia que se pueda presentar.

Posteriormente se concentra el área de las piezas con menor dimensión, pero mayor movimiento, debido a que son accesorios y herramientas muy útiles para la industria automotriz como lo pueden ser llaveros, herramientas, fusibles, etc. Su nomenclatura atribuye al prefijo “S” por su estructura sólida que poseen, seguido de la identificación de una sub área a la que pertenecen, integrando entonces las nomenclaturas “SA, SB, SC y SD”, consecutivamente se presenta su numeración de pasillos de acuerdo a la letra del alfabeto, es decir: “SAA, SAB, SBA, SBB, SCA, SCB”, a esta sección del almacén comúnmente se le atribuye el nombre de “Grisés”, por su descripción de los estantes en ese mismo color.

En la tercera sección se localizan aquellos productos de partes duras que por su denominación en inglés se refiere los pasillos “HP”, es decir “*hard parts*” o partes duras, a lo cual atribuye totalmente a objetos compuestos en su mayoría por materiales metálicos y de un volumen considerable, al igual que el área anterior, el sobrenombre es por sus características físicas de los estantes en donde se encuentran sus productos correspondientes, que en este caso son “Amarillos”.

Dentro de la sección número cuatro, se localizan partes eléctricas e insumos necesarios para consumo interno dentro de las instalaciones, aquí se pueden encontrar aquellos elementos que funcionan con algún tipo de batería o que suelen

utilizarse comúnmente para el aseo interno. Su denominación es la continuación de las partes duras, anteriormente mencionadas.

En la penúltima sección se ubican las partes energéticas y de transmisión que se identifican con la denominación de “PA” aquí la clasificación varía de acuerdo a las dimensiones y el tipo de voltaje que posea cada producto.

Al fondo del almacén se localizan secciones que solo están disponibles para almacenar mercancía de resguardo, los cuales sirven para abastecer de manera rápida cualquier fluctuación de la demanda existente, y son identificadas por los pasillos con nomenclatura “FX”.

2.5 Métricas de trabajo

Todas las áreas que posee el centro de distribución tienen una métrica estimada de movimientos, dependiente del área en el que se desempeñen. Actualmente los registros se almacenan en una base de datos con la cual se calcula la productividad de cada uno de los usuarios. A continuación, se muestran algunas métricas de áreas que forman parte de la empresa.

2.5.1 Métricas del área de resurtido

El área de resurtido se mide de acuerdo al pasillo trabajado, la nomenclatura antes mencionada con la cual se identifica cada uno de ellos posee una métrica establecida de movimientos por hora (MPH) que deben realizarse según los estudios de tiempo y movimientos.

ZONA	ID	PASILLO	SUB_ZONE	AREA	LH_ZONE	MPH	Click to Add
CR	420	CRA	CP1	CHEMICALS	CR01	7	
CR	421	CRA	CR1	CHEMICALS	CR01	7	
CR	422	CRB	CP2	CHEMICALS	CR01	7	
CR	423	CRB	CR2	CHEMICALS	CR01	7	
CR	424	CRC	CP3	CHEMICALS	CR02	7	
CR	425	CRC	CR3	CHEMICALS	CR02	7	
CR	426	CRD	CP4	CHEMICALS	CR01	8	
CR	427	CRD	CR4	CHEMICALS	CR01	8	
CR	428	CRE	CP5	CHEMICALS	CR01	8	
CR	429	CRE	CR5	CHEMICALS	CR01	8	
FM	430	FMA	FP1	HARD PARTS	FR01	11	
FM	431	FMA	FR1	HARD PARTS	FR01	11	

TABLA 1 Tabla de métricas área de resurtido

En la tabla no. 1, se muestran algunas de las zonas que integran los pasillos del centro de distribución, así como sus pasillos que lo integran, la subzona corresponde a la ubicación virtual con la que se rige el sistema informático.

El área como antes ya lo mencionamos, establece la categoría de productos y finalmente se encuentra el objetivo de movimientos por hora (MPH) que se rige de acuerdo al pasillo trabajado, debido a que, dependiendo del área y pasillo trabajado, es el esfuerzo que se necesita para realizar el resurtido de estas locaciones. Es importante mencionar que de acuerdo a los movimientos realizados por hora es como actualmente se evalúa el desempeño de cada usuario activo dentro del área, esto se logra mediante el levantamiento de un estudio de tiempos y movimientos que evalúa el tiempo necesario para resurtir un producto desde su reserva hasta su locación a nivel de piso.

2.5.2 Métricas del área de surtido

Dentro del área de surtido existe una segmentación de pasillos, la cual tiende a ser seccionada por familia de productos, esta categorización se presenta mediante áreas específicas que poseen un parámetro óptimo de velocidad, con el cual se mide, en comparación con el objetivo pre establecido y así obtener la evaluación de su desempeño.

AREA	PPH	LPH	MPH	TC	TIEMPO_PICK	CAMBIO_VEH	PRODUCTIVIDAD_CIERRE	ID
CRAE	289.7	136.3	0	0	0:00:26	0:10:00	0	41
CRD	657.3	319.9	0	0	0:00:11	0:08:00	0	43
FMBP	467.6	327.2	0	0	0:00:11	0:08:00	0	44
SAD1	691.0	599.0	0	0	0:00:08	0:04:00	0	45
FOQ	392.7	199.9	0	0	0:00:18	0:08:00	0	46
ORA1	216.9	135.2	0	0	0:00:27	0:10:34	0	47
CER	671.8	239.9	0	0	0:00:15	0:10:00	0	52
SAAU	664.8	575.3	0	0	0:00:07	0:04:30	0	53
SBAU	448.6	354.0	0	0	0:00:10	0:04:00	0	54
SCAU	539.9	359.9	0	0	0:00:11	0:05:00	0	55
SDAU	943.9	399.9	0	0	0:00:09	0:04:00	0	56
SLCR	60.0	60.0	0	0	0:01:00	0:08:00	0	57
SLHP	62.0	62.0	0	0	0:00:58	0:08:00	0	58

TABLA 2 Tabla de métricas área de surtido

La tabla no. 2, muestra el área que identifica a los pasillos por categoría, seguido de las piezas por hora (PPH) las cuales integran a las líneas por hora (LPH), después se presenta el tiempo de pick que estima el tiempo necesario para ubicar, tomar e ingresar un producto en el vehículo de trabajo. Un vehículo se refiere al equipo móvil utilizado para ejecutar las actividades designadas.

2.6 Tipos de locaciones

Una locación puede ser definida como un área física que resguarda mercancía disponible para surtirse, las locaciones están compuestas por dos tipos de niveles: los niveles de slot y los niveles de reserva.

2.6.1 Nivel slot

El nivel slot se caracteriza por estar a una distancia considerable de la fisiología del cuerpo, con la finalidad de tomar el producto rápidamente, regularmente es distribuido conforme a las letras del alfabeto comenzando la primera sección a nivel de piso, es decir; del nivel A hasta el nivel E, dependiendo de la necesidad y del espacio que se requiera pueden distribuirse los niveles necesarios según sea el caso. Comúnmente la sumatoria en cuanto a altura de los niveles no debe sobre pasar una altura máxima de 1.6 m, el cual es la altura promedio que una persona puede alcanzar sin ningún tipo problema de acuerdo a la ergonomía de una persona mexicana.

2.6.2 Nivel reserva

Comienzan al término del último nivel de *slot*, es decir a un nivel más elevado a la estatura de una persona promedio. Se distingue por la secuencia del abecedario, debido a que, a diferencia de los *slots*, la primera nomenclatura de una reserva comienza con la letra R, esto debido a su propia inicial de la palabra, seguido de ese nivel continua la secuencia alfabéticamente hasta llegar al nivel más alto correspondiente al nivel U.

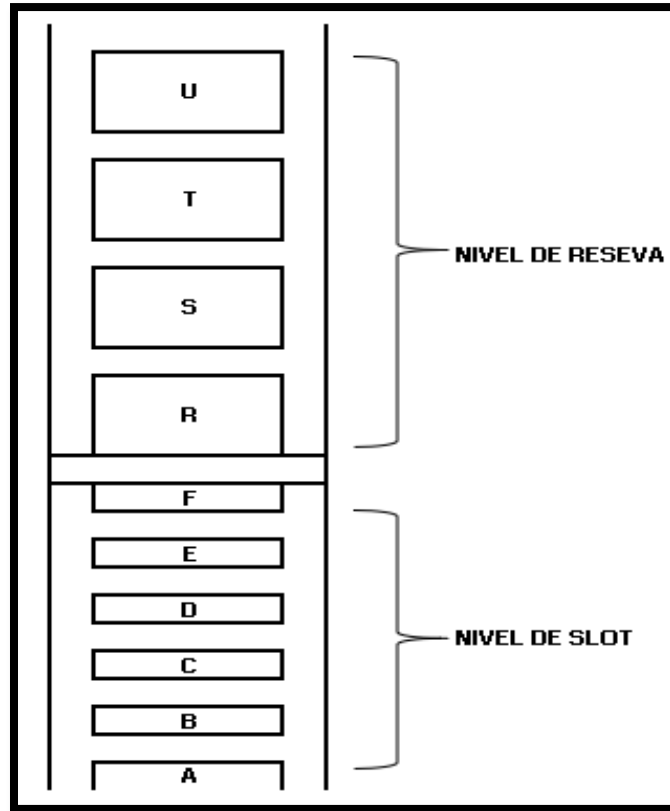


ILUSTRACIÓN 3 Representación visual de los niveles en almacén

En la ilustración no. 3, se presenta un ejemplo grafico de cómo es que las estanterías del centro de distribución se encuentran distribuidas por niveles dependiendo de su tipo de *slot* al cual pertenezcan.

2.7 Equipos móviles de trabajo

Para transportar mercancía dentro del centro de distribución es necesario apoyarse de equipos móviles, debido a que la mayor parte de los productos presentan dimensiones y pesos de gran magnitud. A consecuencia de esto, la gran mayoría de los equipos utilizados funcionan eléctricamente, logrando disminuir el esfuerzo físico que se pudiera presentar en los operadores.

Existe una gran variedad de vehículos que son utilizados dentro del almacén, que cubren las necesidades del área en el que se encuentran los operadores, cada persona posee capacitaciones y licencias de manejo internas, y que, a su vez, son requisitos para operar. Cumpliendo con este reglamento interno es como a los trabajadores se les asigna un vehículo eléctrico o en su defecto algún vehículo

manual que sirva como herramienta para trasladar algún tipo de producto dentro del centro de distribución. A continuación, se muestran algunos equipos móviles utilizados en el centro de distribución, así como algunas de sus características y también, las áreas en las que es más frecuente su manejo.



ILUSTRACIÓN 4 Patín eléctrico (Walkie pallet jack)

Walkie pallet jack: Comúnmente conocido como patín eléctrico, tiene la función de mover tarimas completas a distancias cortas, su fuente de alimentación es una batería a 24 volts de corriente directa, posee la capacidad de levantar hasta 2,200 libras de peso, equivalente aproximadamente a 1,000 kg. Este equipo sustituye completamente a los patines hidráulicos convencionales debido a que tiene una facilidad de manejo y disminuye completamente el esfuerzo que se necesita para transportar la mercancía a cortas distancias. El área de trabajo que más utiliza este tipo de equipos corresponde al área de recibo, debido al reducido espacio que existe en piso y en los distintos contenedores que arriban en las rampas de descarga.



ILUSTRACIÓN 5 Montacargas para pick (Ryder Pallet Jack)

Ryder Pallet Jack: Corresponde a un equipo originalmente usado para recolectar mercancía de ambos lados del pasillo, de igual manera que el equipo anterior utiliza una fuente de corriente directa equivalente a 24 volts, tiene como carga máxima un estimado de 3.5 toneladas. Dentro del centro de distribución es más utilizada en el área de surtido debido a su facilidad para ingresar la mercancía, de igual manera otra área que suele utilizar este tipo de equipos corresponde al área de embarque.



ILUSTRACIÓN 6 Montacargas para resurtido (Order picker)

Order picker: Este tipo de equipo tiene la capacidad de trabajar en alturas, logrando alcanzar hasta 10 m de distancia, usualmente es el área de resurtido que la que utiliza estos equipos, debido a que las ubicaciones del almacén en su mayoría se encuentran a distancias elevadas. Su fuente de alimentación atribuye a 36 volts de corriente directa, aún más que los equipos anteriores.



ILUSTRACIÓN 7 Montacargas para tarima completa (Reach)

Montacargas Contrabalanceado (*Reach*): Usualmente utilizado para cargas de tarima completa debido a su contrapeso tiene la capacidad de transportar hasta 2

toneladas, necesita una fuente de 36 volts para funcionar. Las áreas que mayormente ocupan este tipo de equipos son recibo y resurtido. Coloquialmente posee el sobrenombre de “Reach”.

2.8 Software

Para realizar alguna actividad de trabajo dentro del área de resurtido, es necesario consultar la base de datos con la que se cuenta dentro de la cadena de suministro, debido a que es ahí donde se genera la alerta de trabajo. La base de datos por sus siglas en ingles es denominada “GLS” (*Global Sistem Support*), la cual posee una interfaz que permite registrar, consultar y estructurar información de toda actividad que se reconozca en el inventario total.

El sistema informático abarca todas las áreas del centro de distribución debido a que es aquí donde cada transacción realizada queda grabada en el sistema por al menos 90 días naturales. Después de ese tiempo en caso de no haber respaldado o una copia de seguridad la información se depura automáticamente, y así dar espacio de almacenaje a nuevos movimientos que se van generando día con día.

2.9 Dispositivos electrónicos

Para realizar cualquier movimiento dentro del inventario es necesario contar con un dispositivo que sirva como intermediario entre el sistema y el operador, la cual es mejor conocida como interfaz, que no es más ni menos que un aparato electrónico que funge como transmisor de información entre lo real y lo virtual.

Es importante mencionar que cada área posee herramientas y atributos de trabajo distintos, los cuales son fundamentales para ejecutar su labor y así garantizar la restricción y el mejor control de las actividades realizadas en cada departamento de trabajo. El equipo digital más utilizado dentro del área de resurtido y recibo son los aparatos de radiofrecuencia comúnmente conocidos como “RF”, los cuales tienen la función de capturar transacciones físicas realizadas en tiempo real, generando y enviando un registro a la base de datos principal.



ILUSTRACIÓN 8 Dispositivo de radiofrecuencia (RF)

El registro y monitoreo es generado de acuerdo al usuario y contraseña que posee el personal para ingresar a estos dispositivos, cada operador cuenta con uno personalizado e irrepetible debido que solo así, se puede administrar de mejor manera la información que cada persona vaya generando.

Dentro del área de resurtido es necesario una alerta que notifique cualquier necesidad de producto en alguna locación del extenso centro de distribución, la cual por alguna razón debe poseer condicionales que disparen esta alerta al departamento y esta pueda ejecutarse adecuadamente.

2.10 Alerta de desabasto

Una ubicación de producto posee cantidades mínimas y máximas de capacidad, las cifras designadas para cada una de ellas dependen de la demanda acumulada que se registra en el análisis de ventas, esto con la finalidad de pronosticar de mejor manera el comportamiento de las entradas y salidas de cada línea de producto.

Cuando una ubicación de producto llega a la cantidad mínima permisible, el sistema genera una alerta de trabajo, que es generada mediante un código informático el cual posee condicionales en lenguaje de programación que se ubican en el sistema “GLS”, al acumularse las transacciones se crea un reporte donde es posible visualizar aquellas ubicaciones que necesitan abastecimiento para así garantizar el surtido con la cantidad necesaria, sin embargo cada movimiento que deba ser ejecutado pasa por un filtro que valida el líder del equipo, el cual comúnmente se encuentra en alguna cabecera de pasillo para asignar las prioridades que se demanden. A este espacio dedicado a la segmentación y priorización de movimientos a ejecutar se le conoce como control o mesa de control.

2.11 Mesa de control

La mesa de control es la encargada de consolidar toda la información necesaria para seccionar el trabajo de cada área dentro del centro de distribución. Adicional al supervisor existe un apersona que apoya y segmenta la información mediante un archivo automatizado de la paquetería office comúnmente conocido como “Archivo Macro”, el cual facilita la lectura de la información que el sistema informático entrega. Sin embargo, para utilizar adecuadamente esta herramienta es fundamental actualizar, consultar y exportar los datos necesarios para alimentar esta matriz de trabajo.

2.12 Documento de trabajo

El resurtido de las locaciones dentro del centro de distribución es asignado mediante una automatización electrónica derivada de una programación en Microsoft Excel. La cual funciona como una base de datos general, que se alimenta de distinta información que es necesaria para su operación. Dentro de ella se puede encontrar el tipo de producto a resurtir, su ubicación en el DC, así como también datos de la locación como por ejemplo el mínimo y el máximo del espacio designado para ese tipo de producto, entre otro tipo de información adicional.

Se le denomina macro al documento encargado de ejecutar, exportar, concentrar y filtrar todos los archivos necesarios con la finalidad de garantizar una asignación optima de trabajo seccionando por pasillos y tipo de producto que se otorgue a los controladores de inventario.

Como sabemos al pertenecer a una cadena de suministro, cada sector de la empresa cuenta con un cliente interno al cual se le da servicio, es por ello que dentro del área de resurtido el cliente principal es el departamento siguiente, es decir surtido, el cual se maneja de acuerdo a las necesidades de las ordenes que previamente fueron cagadas y liberadas con información como, por ejemplo, que tipo de producto se necesita para abastecer las sucursales que tienen a su cargo.

2.13 Proceso de liberación de ordenes

Las ordenes de tienda que se surten dentro del DC, son generadas de acuerdo a la demanda y oferta de productos que se tenga en las diversas sucursales, existen

dos tipos de demandas, las de empuje que son todas aquellas que se promueven a base de descuentos u ofertas, y las de jalón que se atribuyen a los productos que más demanda poseen dentro del mercado. Para abastecer este tipo de demandas es necesario ordenar con una semana de anticipación cualquier requerimiento de mercancía a través del sistema de tiendas, esto con la única finalidad de garantizar una planeación que garantice la entrega oportuna de producto solicitado.

Una vez que las ordenes de tienda son enviadas, se ven reflejadas en el sistema ERP, el cual se filtra a través del departamento de sistemas computacionales para después filtrar la liberación de órdenes que se están solicitando. Una vez que el detalle de esta orden se encuentre lista en el sistema, el área de surtido se encarga de despachar el pedido de las sucursales, distribuyendo y seccionando a todo su personal por el centro de distribución para completar el pedido demandado.

Cuando el equipo de surtido realiza el despacho de las ordenes, las ubicaciones que contaban con producto quedan vacías y para rellenarlas de producto entra en acción el departamento de resurtido que se encarga de abastecer nuevamente de producto aquellas ubicaciones que no cuentan con inventario suficiente para ser surtidas en tiempo y forma.

2.14 Actividades de un operador de resurtido

La operación de un operador en específico del área de resurtido, consiste en ingresar al sistema mediante la “RF” con su usuario y contraseña, para después escanear la carga de trabajo otorgada por la mesa de control, esto mediante la hoja de asignación que le es entregada. Una vez cargada la información del trabajo a desarrollar en el sistema, el operador será el encargado de visitar la ubicación de reserva y trasladar el producto con la cantidad necesaria hasta la ubicación de slot donde habita ese tipo de producto.

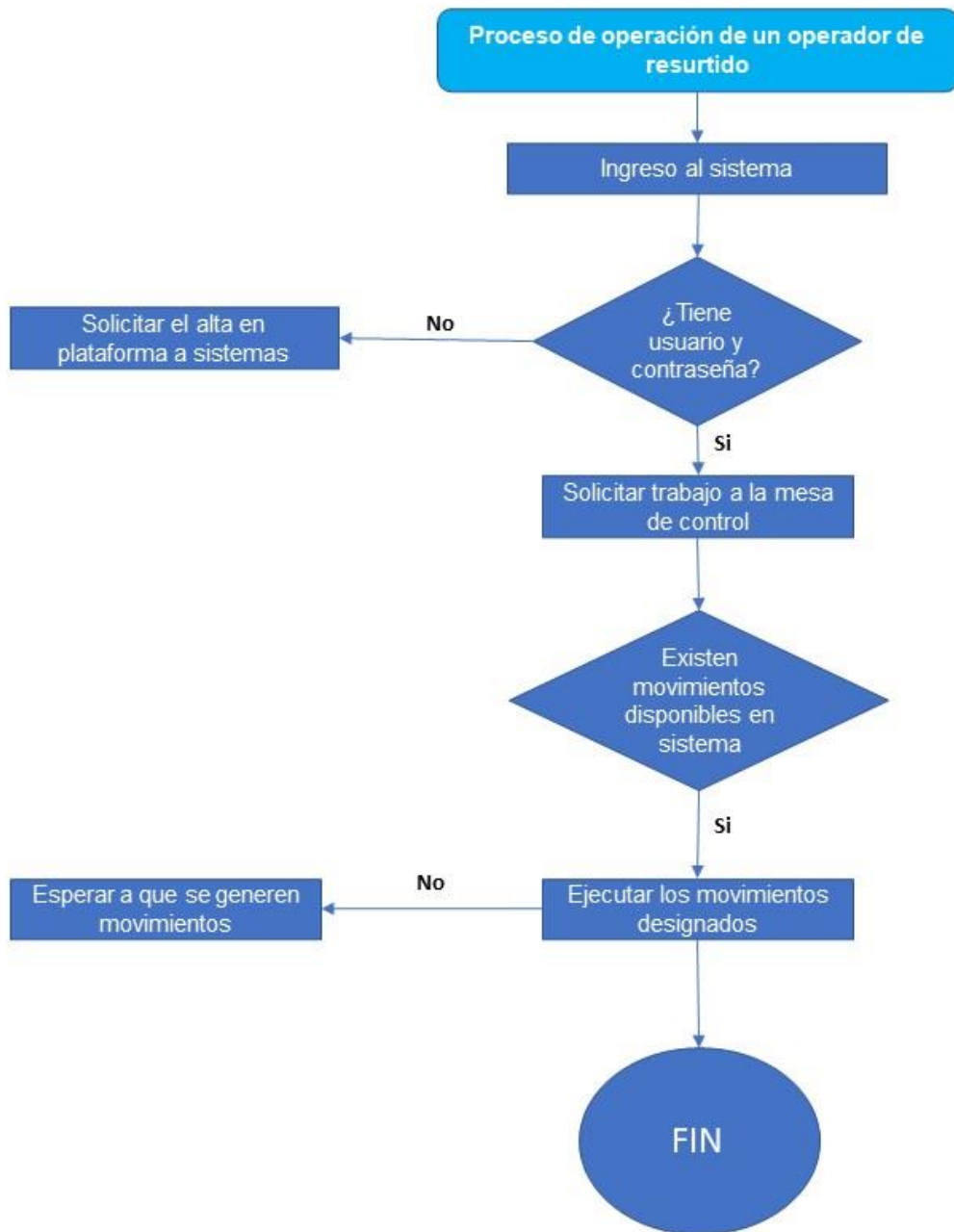


ILUSTRACIÓN 9 Diagrama de proceso de un operador de resurtido

Capítulo III

METODOLOGÍA

3.1 Identificación de áreas de oportunidad

Toda empresa posee áreas de oportunidad y donde los ingenieros industriales deben garantizar la mejora, debido a que la eficiencia de los procesos se atribuye en su totalidad a una optimización de recursos operativos y sobre todo económicos, que pueden cambiar el rumbo de una organización.

Un área de mejora es aquella acción que permite modificar para bien algún aspecto deficiente que se pueda presentar dentro de cualquier situación, para identificar algún escenario en particular que sea posible mejorar, es necesario validar que el cambio propuesto pueda ser medible, alcanzable y comparable en las distintas áreas que se ven inmersas, con la única finalidad de dimensionar el impacto y en mayor medida de corroborar una trazabilidad aún más eficiente hacia las metas establecidas. Es importante señalar que los beneficios obtenidos son dependientes a las propuestas establecidas, debido a que la afectación tiende a ser positiva o por el contrario negativa, al área que se desee implementar.

Este proyecto surgió en primera instancia por un área de oportunidad observada, debido a que dentro del centro de distribución analizado en este estudio se presentaban áreas en particular que fungían como barrera para cumplir con los objetivos establecidos. Dentro del estudio, se analizaron por varios meses; aquellas ineficiencias con las que contaba la empresa, gracias a recorridos, observaciones y sobre todo a resultados no tan buenos, se validó la decadencia de efectividad en varias áreas operativas inmersas dentro del centro de distribución. De las áreas más críticas observadas, se encuentra; el área de resurtido, que de acuerdo a datos históricos siempre ha presentado indicadores con bajo rendimiento, a causa de situaciones que pueden atribuirse directa o indirectamente al departamento en particular.

Un claro ejemplo es el impacto en el indicador con mayor relevancia que presenta afectación dentro de una cadena de suministro es decir el *fill rate*, el cual como ya se describió anteriormente tiende a ser el porcentaje de cumplimiento que se genera al atender todas aquellas franquicias que se tienen contempladas dentro de la empresa, este indicador además de cuantificar y evaluar el cumplimiento de los

pedidos, permite seccionar cada línea de producto así como también aquellas ubicaciones con mayor desabasto de producto y que en general resume la causa del porque no se surtió un producto adecuadamente.

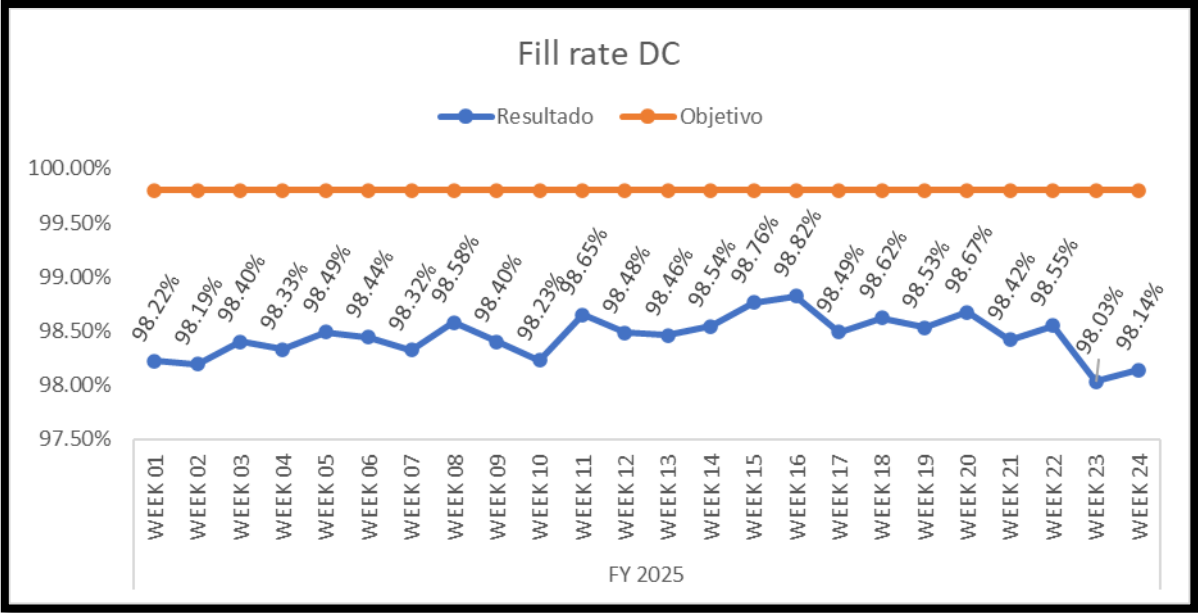


ILUSTRACIÓN 10 Comportamiento de fill rate antes de la implementación

En la ilustración no.10, se presenta el historial semanal del indicador *fill rate* dentro del año fiscal 2025 antes de la implementación de mejora.

Como podemos observar en la imagen a principios de año fiscal el indicador estaba muy por debajo del objetivo el cual es igual a 99.8% de efectividad en las entregas establecidas, y que como vemos, dentro de la gráfica son muy pocas las semanas que se ha logrado al menos acercarse al objetivo pactado.

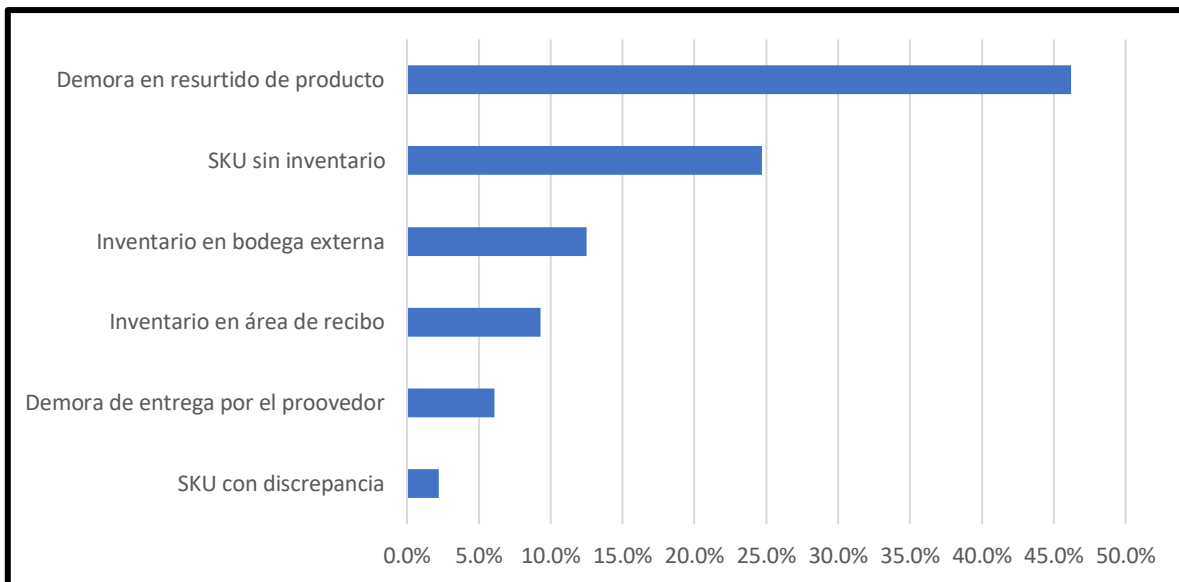


ILUSTRACIÓN 11 Principales causas de un bajo fill rate

De acuerdo a los resultados del indicador principal, se realizó un estudio que define aquellas causas con mayor impacto y frecuencia que afectaban el cumplimiento del KPI, las cuales se presentan en la ilustración no. 11.

Existen factores indirectos que no son responsabilidad del área de resurtido pero que, si impactan en él, como por ejemplo el desabasto de producto que no tiene una planeación adecuada ya sea porque el producto ausente se encuentre en ubicaciones de bodegas externas o de igual manera en arribos de mercancía fuera de tiempo.

Por otro lado, encontramos aquellos factores directos que son responsabilidad total del área, como, por ejemplo; el tiempo de resurtido en las locaciones, la mala asignación de trabajo, o el extenso recorrido para realizar una actividad que afecta en concreto el cumplimiento de la cantidad demandada, y en consecuencia, la acumulación de todos los factores antes mencionados ocasiona un efecto brutal en el indicador principal de la empresa.

De acuerdo a los resultados del primer análisis realizado con anterioridad la causa que ocasionaba estos resultados era la ausencia de producto dentro de las órdenes de venta que regularmente son conocidos como “*short pick*”, que en el idioma español se traduce como corte de producto, el cual se genera al momento de omitir

el envío de producto. Esta omisión se frecuente debido a que en el sitio donde deben ubicarse los productos con la cantidad adecuada para cubrir la demanda, se encuentran vacíos y por ende los trabajadores que recolectan el producto no las encuentran en el tiempo requerido. Los principales factores por los cuales las locaciones se encuentran vacías de acuerdo al segundo análisis realizado son:

1. El área de resurtido atiende tardíamente la alerta de desbasto.

Esto sucede debido a que la asignación actual atiende las ordenes al mismo tiempo que se están surtiendo, es decir no se anticipa el requerimiento y difícilmente se puede seguir el ritmo de surtido. Otro factor que impacta esta causa es la dispersión de inventario por todo el centro de distribución, lo que genera tiempos excesivos de traslado entre un movimiento y otro.

2. El producto se encuentra agotado dentro del centro de distribución.

La planeación anticipada en cuanto a inventario de seguridad no es la correcta y muchas veces el inventario se encuentra en bodegas externas, es decir no se cuenta con la cantidad necesitada dentro del centro de distribución. Este problema surge a partir de un mal pronóstico estipulado, el cual contiene inconsistencias con la estimación de mercancía que se debió garantizar con la finalidad de cubrir la demanda. Sin embargo, otro factor que influye demasiado en este aspecto, es la subordinación exagerada de actividades a puestos externos que no son directamente ubicados en el almacén pero que si impactan en él.

Dentro del estudio actual no se pretende indagar ese tipo de aspectos debido a que es un mundo de información el que se maneja dentro de la empresa, sin embargo, se pretende abarcar todo aquel factor que este inmerso en el centro de distribución que pueda ser incluido en la mejora y de esta forma atacar aquellos factores que fungan como obstáculo para el logro de los objetivos principales.

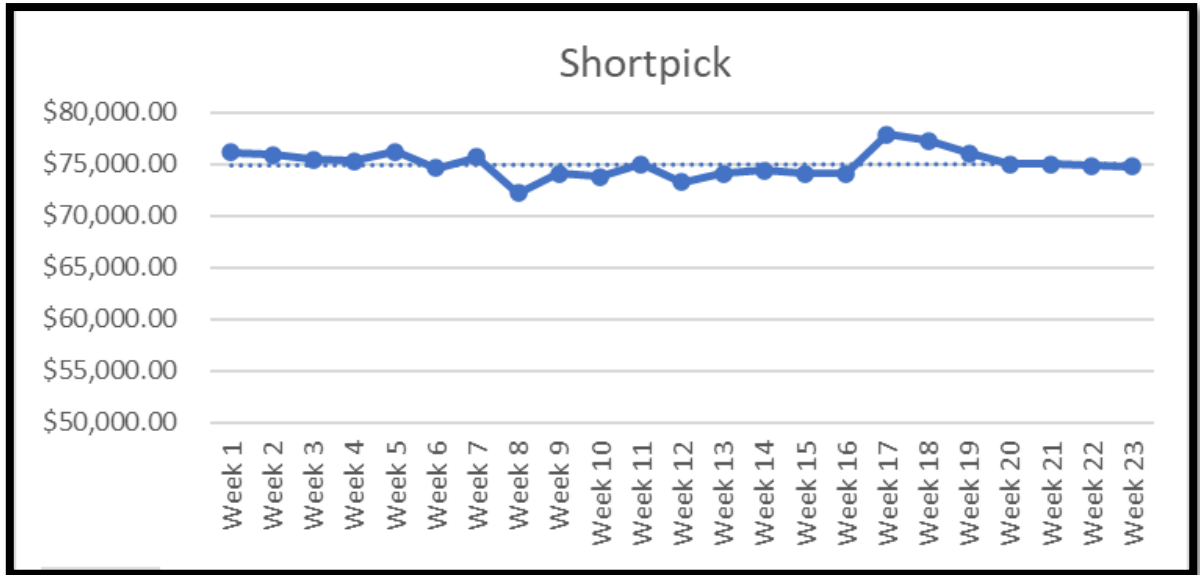


ILUSTRACIÓN 12 Short pick antes de la implementación

Es evidente que toda la cantidad de producto ordenado no enviado tiene un impacto económico, de acuerdo al historial de costeo por producto cortado, en la ilustración no.12, se muestra el monto del producto omitido de todos aquellos productos que son ordenados pero que no son enviados de acuerdo a registros históricos semanales acumulados en la base de datos empresarial.

Se puede observar cómo es que a principios del año fiscal el monto aproximado por semana rondaba arriba de los \$75,000 dólares, continuando con altibajos que muestran un claro descontrol del manejo a causa de la omisión de productos. Dentro de la imagen también es posible interpretar la tendencia a través de las semanas, que como es posible visualizar; va en disminución sin presentar una baja significativa hasta el momento, de acuerdo al transcurso del año fiscal, el promedio del costo no enviado fue de aproximadamente \$73,000 dólares por semana, un rango sumamente elevado para ese periodo de tiempo.

A consecuencia de estos resultados de acuerdo a todos los factores que influyen dentro del impacto económico, se pretende reestructurar una planeación que permita anticipar y sobre todo garantizar la cantidad de productos requeridos para surtir todos los pedidos de los clientes internos y externos a los que se les brinda servicio.

3.2 Estrategias de optimización que garanticen el abastecimiento de productos

Dentro de la cadena de suministro existen estrategias que permiten disminuir el margen de error en las áreas que impactan el costo del producto final, teniendo como objetivo principal optimizar todos los recursos que posea la corporación [21]. Algunas estrategias que permiten hacer más eficientes los procesos dentro de la cadena de abastecimiento son:

Reservas de inventario y capacidad: tener un control de capacidad en el espacio con el que se cuente permite hacer dinámico su uso, así como también contar con el stock necesario para abastecer la demanda de cierto tiempo por cada producto surtido hacia los clientes.

Colaboración integral: una herramienta fundamental para beneficiar ambas partes de la cadena de suministro es la comunicación con los proveedores, debido a que solo así se puede armonizar la coordinación en cuanto a cantidad y tiempo de entregas con la finalidad de hacer más eficiente esta actividad.

Anticipar cambios en la demanda: anteriormente con diversos métodos de pronóstico es como solamente se podía interpretar la información histórica de ventas en la corporación, tal es el caso de modelos en pronóstico como el modelo de suavizamiento exponencial, modelo móvil, entre otros. Actualmente gracias a los avances de la tecnología existen herramientas virtuales que funcionan como alternativa para predecir la demanda de acuerdo a los registros que en ese momento se tengan. Es importante mencionar que debido a los cambios tan fluctuantes de la demanda es fundamental contar con el mobiliario y cantidad de inventario necesario para garantizar el flujo de productos tal y como se muestra en la primera estrategia mencionada.

Optimización de operaciones: garantizar un eficiente desempeño en las actividades del inventario permite asegurar la cantidad de producto ordenado, así como también disminuir el tiempo de surtido por parte del DC, para ello cada área que integra la corporación debe ser capaz de atender la demanda interna que un departamento demanda a otro. Poseer una distribución óptima en el acomodo de mercancía y

contar con la fuerza operativa correcta, son algunos de los ejemplos más significativos que aportaran un flujo óptimo de las actividades desempeñadas.

Planificación de recursos: De acuerdo a la demanda actual y sobre todo a la proyección, la planeación debe ser tomada en cuenta para anticipar cada recurso que sea necesario para efectuar las tareas diarias. Los recursos financieros juegan un papel sumamente importante en este aspecto puesto que cada aumento registrado en materiales o insumos afectara la utilidad neta percibida si no se realiza correctamente la estimación de materiales.

Actualmente el centro de distribución de este estudio cuenta con algunas de las estrategias antes mencionadas, tal y como lo es la anticipación de cambios en la demanda, la optimización de operaciones o la planificación de recursos, sin embargo, aun busca aumentar la implementación de herramientas que permitan generar procesos eficientes dentro del centro de distribución y sobre todo que logren un cambio en los principales indicadores de la corporación. El mayor impacto que puede tener un centro de abastecimiento en la cadena de suministro no es más que el incompleto envío de pedidos hacia los clientes, es por ello que, garantizar la cantidad enviada en tiempo y forma es una tarea que debe garantizarse por completo.

Como ya se mencionó anteriormente, la planeación de actividades es la clave para hacer más eficiente un proceso, además, anticiparse a todo lo que en un futuro se presentará dentro de las actividades de operación ayuda a optimizar los procesos y complementa para gestionar de mejor manera el recurso laboral, aunque esta labor también es una de las más complejas debido a todas las variables que se encuentran inmersas.

Una vez elaborado el plan de acción, es fundamental priorizar las actividades desempeñadas dentro de un sistema operativo puesto que solo así es posible tener mejor control, seguimiento y ejecución por parte de las áreas involucradas, actualmente en algunos departamentos en particular no existe como tal una priorización de actividades que pueda, agilizar y garantizar una aportación significativa al cliente interno de la cadena de suministro, a consecuencia de esto,

dentro de este proyecto se pretende implementar una forma de priorizar cada actividad que pueda ser ejecutada en tiempo y forma de manera que el siguiente bloque de actividades logre ser implementado sin ningún percance o situación que pueda llegar a presentarse.

Entonces, para lograr el objetivo planteado la primera acción que se desarrolló para prevenir la omisión de envío de productos fue mediante la anticipación de la demanda, debido a que la información captada en el momento fungirá como la línea principal de ordenamiento, logrando una clasificación de acuerdo al tipo, cantidad y ubicación de producto que se va a necesitar, por esto es necesario detallar la información de acuerdo al número de pedidos, el orden de despacho y las rutas a cargar, para así obtener el desglose de los productos que se surten en un periodo de tiempo determinado.

Actualmente el primer filtro antes de atender un pedido de tienda, se le atribuye al departamento de logística, el cual se encarga de programar los envíos de acuerdo a la zona geográfica y la cantidad de tarimas que serán enviadas a cada una de las distintas tiendas existentes en las regiones que componen el territorio nacional. Esta información se puede visualizar en un documento que contiene el detalle de la orden, el cual comúnmente es denominado “compromiso”, este archivo se comparte y se actualiza antes de cada inicio laboral, a consecuencia de que existen factores que pueden alterar alguna prioridad de despacho y por lo tanto se pueda generar alguna modificación en la programación previamente realizada.

No Tienda	Ciudad	Región	Bultos anticipados
7202	Aguascalientes	Guadalajara	8
7317	Aguascalientes	Guadalajara	7
7803	Aguascalientes	Guadalajara	4
607480	Jauregui Queretaro HUB	Querétaro	7
7480	Jauregui Queretaro HUB	Querétaro	14
7371	Pátzcuaro	Querétaro	9
7115	Morelia	Querétaro	11
7263	Morelia	Querétaro	10
7146	Morelia	Querétaro	12
7726	Morelia	Querétaro	10
7779	Morelia	Querétaro	5
9574	Maravatio	Querétaro	6
7856	Rincon de Romos	Querétaro	6

ILUSTRACIÓN 13 Formato de control a ordenes surtidas

En la ilustración no.13, se puede visualizar un ejemplo simplificado de la planeación de tiendas a surtir en un periodo de tiempo, así como también algunos de los datos más relevantes que aborda dicho documento.

Dentro de la imagen, se puede observar de manera general como se tiene el control de pedidos por tienda en cada zona del país, dentro de la primera columna se presenta el número de tienda o cliente interno al que pertenece, los dígitos que la comprenden están sujetos a coordenadas logísticas que hacen más fácil su identificación, así mismo la segunda y tercer columna corresponden a la ciudad y región a la cual pertenece esa tienda en específico, además dentro del archivo también es posible consultar información adicional, como el número de tarimas estimadas que serán enviadas a las sucursales correspondientes. Es sumamente importante recalcar que el orden en el que se ven reflejadas las solicitudes atiende un tipo de transporte que traslada el producto hacia su destino, de acuerdo al orden mostrado en el documento compartido, es el orden de despacho que el área de surtido sigue para completar los cierres de las asignaciones.



ILUSTRACIÓN 14 Regiones logísticas de México

Para que el área de logística pueda generar las rutas de transporte es fundamental conocer y seccionar las regiones geográficas que componen el territorio nacional, dentro del centro de distribución estudiado se manejan 5 regiones logísticas establecidas, las cuales se presentan en la ilustración 14.

A continuación, se muestran los estados que conforman cada región del territorio nacional.

Región Tijuana: lo conforman estados como Chihuahua, Sonora, Sinaloa, Tijuana, Baja California.

Región Monterrey: comprende los estados de Monterrey, Coahuila, Tamaulipas y Durango, esta zona por lo general es compartida por el centro de distribución del norte sin embargo en casos que se necesite apoyo el centro del país recurre a despachar esta región en particular.

Región México: está conformado por los estados de Querétaro, Estado de México, Hidalgo y Tlaxcala

Región Guadalajara: comprende los estados de Guadalajara, Nayarit, Colima, Michoacán y Aguascalientes.

Región Oaxaca: ubicado en la zona sur del país abarca estados como Oaxaca, Yucatán, Campeche, Quintana Roo, Chiapas, Puebla, Veracruz, Tabasco, Morelos, Oaxaca y Guerrero, situado a los alrededores del centro del país es una de las zonas con mayor índice delictivo por presencia de rapiña, dentro de esta región la mayoría de las entregas las unidades de transporte tienden a ser escoltadas para ingresar.

Cada zona del país tiene rutas logísticas específicas que funcionan conjuntamente de acuerdo a las restricciones y sobre todo a la cantidad de producto que se envía a cada una de las sucursales. Debido a la fluctuación de la demanda o de acuerdo a la meta de ventas establecida es como se asigna la distribución de pedidos dentro de todo el territorio nacional.

De acuerdo a la información mencionada anteriormente, se define la ruta logística que engloba las tiendas y sus destinos, a los cuales el tipo de transporte deberá arribar, así como también datos de fecha y hora de cierre, así como la forma de ejecutar el traslado de tarimas o bultos que serán enviados hasta su destino.

El compromiso inicial rige el orden de despacho de cada una de las tiendas, posteriormente una vez que se tiene el conocimiento del orden y de la cantidad de clientes internos a surtir en un periodo de tiempo determinado, el siguiente filtro lo ejecuta el equipo de sistemas, el cual tiene la tarea de liberar el requerimiento anteriormente planeado al software correspondiente que contiene cada detalle del requerimiento. Una vez que la información es cargada, el sistema ERP absorbe de manera automática el detalle de lo solicitado por el cliente interno de acuerdo a su demanda requerida.

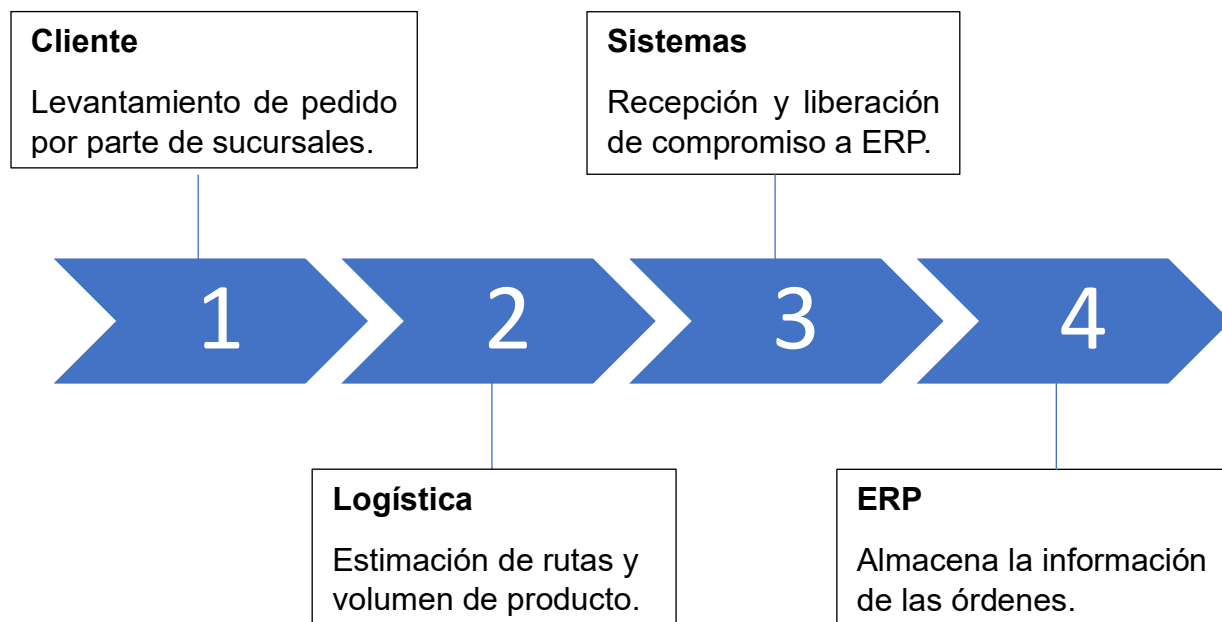


ILUSTRACIÓN 15 Proceso para la liberación de órdenes en ERP

En la ilustración no. 15, se muestra el proceso de como una sucursal levanta el pedido de manera digital y lo envía a la base de datos que funge como interfaz para transmitir la información al centro de distribución.

Posteriormente, es necesario garantizar la cantidad de inventario adecuado para cubrir la cantidad de producto ordenado, para ello se necesita realizar un análisis de la planeación anticipada con la finalidad de determinar qué tipo y cantidad de productos se debe solicitar con urgencia a las bodegas externas o en su defecto a los mismos proveedores. Es importante mencionar que este paso antes del proyecto la ejecución de esta actividad es alterna y actualmente no está establecida su ejecución.

Una vez realizado el análisis de abastecimiento en el inventario del centro de distribución, es importante priorizar la atención de aquellas tiendas que fueron las primeras en la lista de acuerdo al compromiso pactado, para ello se identificaron aquellos establecimientos que se encontraban al principio del requerimiento. Para lograr generar este análisis se necesitó realizar un análisis con la información cargada en el sistema ERP y se filtraron todas aquellas locaciones que contaban

con mayor demanda y que al mismo tiempo se encontraban con ineficiente cantidad de producto. Al mismo tiempo para que este tipo de análisis obtuviera un buen resultado, fue necesario hacer más eficiente la asignación de trabajo, la cual es vital para hacer efectivo cada movimiento que los operadores de resurtido realizan día a día.

Dentro de estos pasos existe una ventana que permite garantizar la información precisa de la cantidad de producto que necesita cada tienda de acuerdo a la orden de liberación. La información que se filtra posee la capacidad de dimensionar la cantidad estimada de productos que se verán implicados en un tiempo determinado, anticipando totalmente el trabajo que impactara en general al centro de distribución y sobre todo a la cadena de suministro, sin embargo, al ser una cantidad considerable, actualmente se torna más complejo tener el control total de todas estas actividades ya que a mayor número de transacciones mayor complejidad de coordinación.

3.3 Diseñar, programar e implementar un archivo digital que analice los movimientos de resurtido.

3.3.1 Formato de asignación actual

Hoy en día existen documentos que funcionan como plantillas capaces de ejecutar una gran variedad de análisis automáticos, gracias a la opción de grabar una secuencia de pasos que realice el mismo proceso una y otra vez sin necesidad de tener que detenerse a repetir la secuencia de pasos correspondiente, un claro ejemplo de estas aplicaciones son las hojas de cálculo en sistemas informáticos donde es posible grabar cada acción condicional que realice este proceso las veces que se necesite, siempre y cuando se cuente con los datos y el procedimiento adecuado para hacer funcionar correctamente las herramientas tecnológicas.

Las hojas de cálculo virtuales vinieron a revolucionar la ciencia de datos, debido a su capacidad de interpretación alfa numérica; es posible manipular una gran cantidad de información de manera casi instantánea. Ejemplo de ello son los documentos que ejecutan análisis previamente grabados, los cuales, mediante instrucciones específicas siguen una serie de pasos hasta cumplir con la ejecución de su trabajo, a este tipo de herramientas se les denomina comúnmente como

“*Macros*”. Utilizar estas herramientas puede tornarse un tanto complejo, sin embargo, entender cómo funcionan, seguir su lógica y sobre todo practicar la ejecución de los modelos de simulación, hacen que este tipo de funcionalidades sean más fáciles de programar.

Al día de hoy una gran cantidad de empresas apuestan por la automatización de sus procesos debido al ahorro de recursos como el tiempo y la disminución de errores que se puedan presentar dentro de las actividades que se ejecutan diariamente, aunado a ello la innovación de sus actividades les permite ser más eficientes, lo cual generan una ventana que les permite aumentar su capacidad de respuesta a la carga de trabajo en un mundo totalmente industrializado.

La empresa analizada en este estudio posee este tipo de herramientas previamente mencionadas, sin embargo, el modelo actual que manejan tiene áreas de oportunidad que si son mejoradas podrían significar una mejora en los resultados de sus procesos actuales.

Actualmente el área de resurtido ejecuta un sistema informático que administra las tareas pendientes y también las actividades asignadas, sin embargo, el método habitual posee áreas de oportunidad, como, por ejemplo: los filtros de asignación que pueden mejorarse, la segmentación de las áreas de trabajo, los tipos de movimientos y locaciones, entre otros. Es por ello que a continuación se muestra el proceso de cómo se fue desarrollando la iniciativa de mejora que puede hacer más eficiente el proceso y al mismo tiempo que logre generar un panorama en donde se forje una perspectiva mayor del trabajo que se asigna diariamente en el área de resurtido.

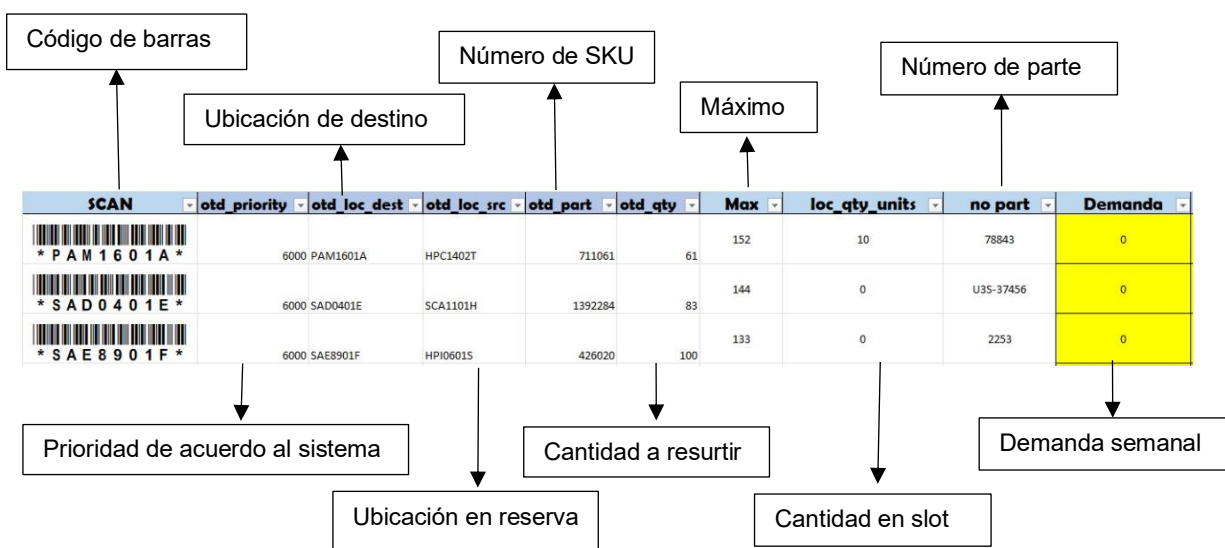


ILUSTRACIÓN 16 Formato de asignación anterior

El primer paso para realizar el diseño de un nuevo documento de asignación de trabajo fue necesario crear una similitud en el formato habitual con el que están acostumbrados a trabajar los operadores, con la finalidad de no desorientar a los mismos con un nuevo formato de asignación. El formato con el que habitualmente se encontraban laborando se muestra en la ilustración no. 16.

Dentro del formato podemos observar datos como:

Código de barras: muestra en código escaneable el dato de la ubicación física dentro del almacén donde se colocará el producto previamente recolectado. Este código es fundamental para los dispositivos utilizados dentro del centro de distribución.

Prioridad de acuerdo al sistema: existen dos tipos de prioridad de acuerdo al sistema informático, los cuales se presentan en prioridad 6000 a aquellas locaciones que llevan menos de 24 hrs. sin ser atendidas y por otro lado existe la prioridad 7000 que se presenta cuando la falta de producto supera las 24 hrs.

Ubicación de destino: presenta la nomenclatura donde se entregará el producto de acuerdo a la distribución del *layout*.

Ubicación en reserva: presenta la ubicación del producto a recolectar dentro del centro de distribución.

Número de SKU: muestra el número de SKU de acuerdo al producto que necesita ser atendido.

Cantidad a resurtir: es la cantidad necesaria para recolección y entrega dentro de las ubicaciones presentadas.

Capacidad de slot: presenta la cantidad de producto máximo con la que puede contar la ubicación.

Cantidad en slot: muestra la cantidad de inventario disponible para ser surtido, de acuerdo a los disponible en esta sección, se pretende priorizar la asignación de trabajo.

Número de parte: código secundario de identificación que presenta un producto dentro del centro de distribución.

Demanda: Cantidad de demanda semanal estimada de acuerdo al historial de ventas acerca de ese producto.

Como se puede observar en el ejemplo mostrado, existe información dentro del archivo actual que no refleja correctamente el orden y la secuencia de acuerdo a la prioridad que se debería seguir conforme al requerimiento del área de surtido. Es por ello que para atender correctamente la prioridad de acuerdo a la secuencia del pedido es necesario realizar un nuevo formato que nos permita ordenar y clasificar adecuadamente la información.

El formato anterior se alimenta de varias bases de datos, las cuales son necesarias para abastecer el archivo principal es decir la “Macro”, los datos recabados derivan de varios documentos que presentan distintos datos, los cuales son útiles para consolidar la información necesaria.

El primer archivo necesario para abastecer de información al documento es denominado “Replenishment” y se obtiene directamente del ERP, este reporte es generado a partir de una alerta que se dispara cuando alguna ubicación del almacén

llega a la cantidad mínima disponible, si esta alerta no es atendida inmediatamente se va acumulando en forma de lista y se puede visualizar al momento de consultar el reporte previamente mencionado.

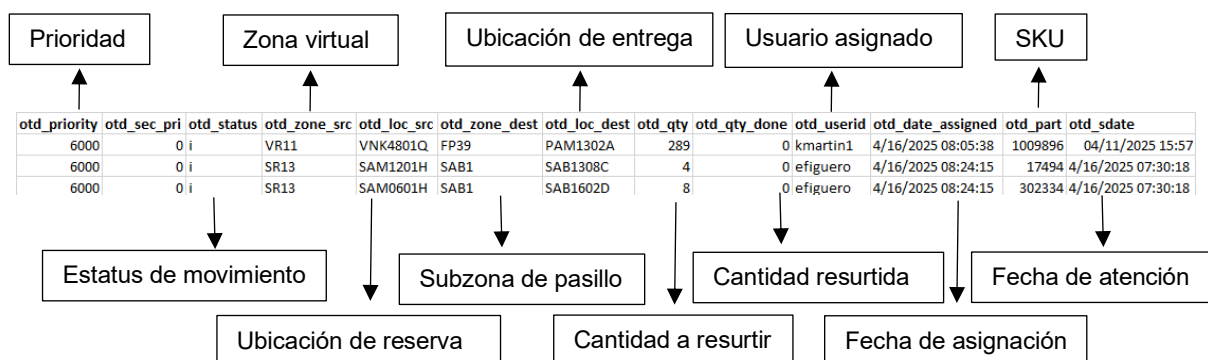


ILUSTRACIÓN 17 Estructura de datos que contiene el reporte "Replenishment"

Dentro de la ilustración no. 17, se presenta un ejemplo del reporte que es generado, así como una breve descripción de los datos que lo componen. A continuación, se describen los elementos que presenta el reporte "Replenishment":

Prioridad: es definida de acuerdo a las horas de desabasto que se tiene sin atención, cuando es menor a 24 hrs. se presenta la prioridad 6000, y cuando supera este rango de tiempo se presenta la prioridad 7000.

Estatus de movimiento: de acuerdo al estatus del movimiento se pueden presentar tres variables las cuales se definen como "i" a aquellas que están asignadas es decir por sus siglas en ingles "in process", también se puede presentas el estatus "R" que se refiere a un movimiento el cual aún se encuentra en sistema y no ha sido asignado, por último, se presenta el estatus "S" que representa un movimiento que ya ha sido realizado.

Zona virtual: para ordenar el *layout* se necesita una secuencia lógica que el sistema pueda seguir, de acuerdo a la nomenclatura designada se define la secuencia virtual que el ERP puede seguir de manera consecutiva.

Ubicación de reserva: muestra la ubicación donde se debe recolectar el producto

Ubicación de entrega: presenta la ubicación del almacén donde el producto será declarado.

Cantidad a resurtir: muestra la cantidad a recolectar de una reserva para rellenar la locación a su capacidad máxima.

Usuario asignado: define el usuario que este asignado o en su defecto que ha realizado ese movimiento.

Fecha de asignación: registra la fecha y hora del movimiento efectuado.

SKU: presenta el alias del producto que necesita ser atendido.

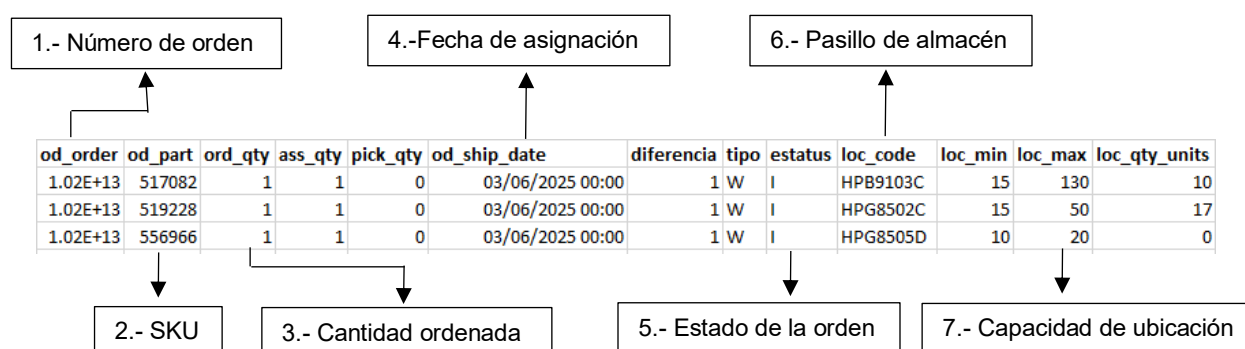


ILUSTRACIÓN 18 Elementos del detalle de orden

Otro documento necesario para completar la asignación de trabajo se denomina “Order”, visualizado en la ilustración no. 18, el cual es generado por la base de datos principal del ERP. Dentro de este archivo consultado se detallan las ordenes de acuerdo al número de tienda (1), numero de producto o *sku* (2), así como las cantidades que cada uno de ellos ordena (3), también es posible consultar la fecha de asignación, fecha de asignación y el estado en el que se encuentran las ordenes (4), los cuales muestran un estatus de actividad que puede ser: en proceso, en sistema o concluido (5), según sea el caso. De igual manera es posible consultar la información de las locaciones donde se surten los pedidos (6) debido a que las prioridades se definirán de acuerdo a la cantidad de producto que se encuentre disponible en stock, poniendo como prioridad a aquellas ubicaciones que cuenten con la menor cantidad de inventario en locación (7).

Como se puede observar actualmente existen áreas de oportunidad que necesitan ser atendidas para facilitar el uso, ejecución y prioridad de acuerdo al seguimiento

del departamento siguiente, con la finalidad de lograr una secuencia de trabajo sincronizada entre ambas áreas y así evitar generar situaciones que puedan afectar el ritmo de trabajo o la efectividad misma de las horas hombre que se tienen disponibles en el día a día.

3.3.2 Formato de asignación propuesto

El primer paso para crear la propuesta de una nueva herramienta de trabajo fue consultar con los supervisores la información más importante y sobre todo que les sea útil visualizar en el documento. Acercándome con los diferentes turnos se fue integrando cada columna de información que ellos necesitaban para tomar la decisión de como asignar su trabajo. Dentro de esa información se encontraba alguna que ya se utilizaba y otra más que consultaban, pero que en el documento original se omitía, siendo estos datos sumamente importantes.

Los archivos que se acordaron para alimentar la herramienta de programación fueron los siguientes:

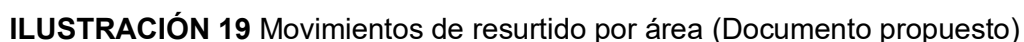
1.- *Replenishment*: El reporte de resurtido generado por el *ERP* es el más importante, puesto que posee el detalle de aquellas locaciones que necesitan ser abastecidas, así como también de aquellos movimientos que ya fueron atendidos o están en proceso.

2.- *OTD (On Time Delivery)*: Anteriormente se corría un reporte denominado "ORDER" que contenía el detalle de las ordenes liberadas para surtir, sin embargo, al realizar una comparación contra el detalle final de lo que se ordenaba se encontraron diferencias en la información generada.

A consecuencia de esta diferencia en conjunto con el área de sistemas se generó una nueva base de datos en el *ERP* que abarcara totalmente el detalle de las órdenes a surtir, el cual se denominó como "OTD".

3.- Inventario total: Este reporte contiene el detalle de la cantidad y ubicación de todos los productos ubicados dentro del centro de distribución.

Para generar una nueva propuesta de diseño dentro del departamento de resurtido se necesitó crear un formato estándar que sea también una herramienta visual que de la misma manera permita ingresar los datos necesarios de forma automática, para ello se generó una matriz que albergara los archivos en una sola base de datos. La herramienta a utilizar en este estudio pertenece a hojas de cálculo en Excel que derivan de la paquetería office, debido a que es la herramienta con la que actualmente se tiene licencia vigente.



59

que poseen información relevante, la cual le es muy útil al supervisor para visualizar de manera más precisa la información.

La primera pestaña mostrada en la ilustración no. 19, se denomina “Áreas RP” y contiene tablas que resumen la cantidad de movimientos existentes por área de trabajo, así como también los movimientos de manera general que son seccionados de acuerdo a la prioridad que dictamina el sistema ERP. Las áreas de trabajo dentro del centro de distribución se identifican por la nomenclatura actual de los pasillos que la conforman, por ejemplo la nomenclatura SA corresponde al área de piezas pequeñas que son de alta demanda pero no así de alto volumen, este tipo de productos poseen reservas en sus mismos anaqueles así como también en otras áreas del centro de distribución, debido a esto; el resurtido de productos tiende a arrojar dos distintas áreas de reserva posibles, una de su misma área de resurtido y otra más que se encuentra a un costado de su ubicación mejor conocida como el área de “amarillos”, es nombrado así debido a su falta de consolidación esta sección es considerado como un resurtido disperso.

El área de productos químicos flamables está identificado por la nomenclatura CR los cuales debido a su resguardo usualmente siempre se encuentran ubicados en el almacén de productos peligrosos y no así en otras áreas del centro de distribución, lo que permite concentrar estos productos en un área en particular.

La mayor parte de la demanda y del volumen de producto que se surte y resurte dentro del DC se encuentra en el área de “amarillos”, el cual se conforma de dos áreas seccionadas por las nomenclaturas “HP” y “PA”, las cuales, a su vez, se componen de dos posibles tipos de reservas, este tipo de ubicaciones se pueden encontrar por cantidades a tarima completa o de igual manera a granel. El resurtido de esta área no tiende a ser muy disperso, debido a que el espacio que se tiene designado para los productos que habitan ahí es demasiado extenso, sin embargo, la cantidad de pasillos y la distancia de una locación a una reserva tiende a ser más tardado y por ende menos eficaz.

Existen dos tipos de resurtido con equipo móvil, la primera y más utilizada comúnmente es por medio del equipo “order pick” que se encarga de recolectar

pocas piezas para abastecer un pequeño espacio designado y el resurtido mediante el equipo “reach” el cual abastece por dimensiones y volumen a tarima completa.

Esta variedad de resurtido tiende a ser ocasionada por la demanda tan fluctuante de varios productos que necesitan mayor espacio para garantizar un stock de abastecimiento optimo en un lapso determinado de tiempo.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	otd_priority	otd_status	otd_loc_src	otd_loc_dest	otd_qty	otd_qty_done	otd_userid	otd_date_assigned	otd_part	otd_userid			
2	6000	i	HPK1102S	HPK8001C	4	0	smirand1	31/07/2025 15:26	1328110				
3	6000	i	HPE7401R	HPE6813C	11	0	jmartin1	31/07/2025 15:24	399521				
4	6000	i	HPG1102R	HPE5707C	8	0	jmartin1	31/07/2025 15:24	454169				
5	6000	i	SBQ0401G	SBQ0302C	4	0	lflores	31/07/2025 15:26	93382				
6	6000	i	HPB4902S	SAA8105B	20	0	aalfaro	31/07/2025 15:21	66430				
7	6000	i	HPG7101U	HPG0303D	60	0	cramirez	31/07/2025 15:24	90044				
8	6000	i	PAL2302T	PAB2101B	4	0	smirand1	31/07/2025 15:36	896179				
9	6000	i	FMQ5201U	SAA9508A	8	0	aalfaro	31/07/2025 15:23	567490				
10	6000	i	HPF7901R	HPE7804A	6	0	jmartin1	31/07/2025 15:24	461636				
11	6000	i	HPL0102S	HPM7608A	11	0	smirand1	31/07/2025 15:25	864604				
12	6000	i	HPJ2102R	HPG7702E	9	0	cramirez	31/07/2025 15:25	44570				
13	6000	i	HPE8401Q	HPE8408B	28	0	jmartin1	31/07/2025 15:24	332980				
14	6000	i	HPJ6701R	SAA3604D	54	0	morduna	31/07/2025 15:21	971233				
15	6000	i	HPB3501S	SAC2803A	10	0	aalfaro	31/07/2025 15:39	579962				
16	6000	i	SBE0601H	SAC2808C	4	0	lflores	31/07/2025 15:26	820542				
17	6000	i	HPB5602S	SAB0405C	16	0	aalfaro	31/07/2025 15:21	326942				
18	6000	i	HPC2802T	SBP1301D	23	0	aalfaro	31/07/2025 15:21	338407				
19	6000	i	HPD1302R	HPC1606B	1	0	ipatino	31/07/2025 15:24	758734				
20	6000	i	SBN1701H	SBN1704D	7	0	lflores	31/07/2025 15:27	462299				
21	6000	i	HPC6302S	HPM3811D	13	0	smirand1	31/07/2025 15:36	1001790				
22	6000	i	HPF3401Q	HPG8103D	12	0	cramirez	31/07/2025 15:30	488356				
23	6000	i	HPJ2801S	HPG5112C	32	0	cramirez	31/07/2025 15:25	455100				

ILUSTRACIÓN 20 Monitoreo de movimientos (Documento propuesto)

La segunda hoja del documento que se observa en la ilustración no. 20, muestra el detalle de los movimientos ejecutados en el transcurso del turno, en la parte superior derecha se presenta un filtro que permite seleccionar el usuario a supervisar y dentro de la tabla se observa el detalle de cada movimiento realizado o por realizar, en la columna “A”, se indica la prioridad que dictamina el sistema de acuerdo a las horas que lleva la locación sin ser atendida, en la columna “B”, se encuentra el estatus del movimiento que tiene tres de variables, como lo son; el estatus “i” (en proceso), “R” (asignado no realizado) y “S”(realizado), la columna “C” muestra la locación de donde se toma el producto, dentro de la columna “D” se representa aquella ubicación en donde se dejara el producto recolectado, la columna “E” muestra la cantidad de producto a consolidar, posteriormente en la columna “F” se refleja la cantidad declarada en caso de que ya se haya realizado el movimiento, la columna “G”, representa el nombre de aquel usuario asignado para esa tarea, por

último en la columna “H” se detalla fecha y hora de asignación finalmente en la columna “I” se visualiza el número identificador del producto.

Es importante mencionar que en la hoja de detalle se monitorea toda actividad ejecutada dentro del área, por lo que, si en algún momento se requiere visualizar algún movimiento de urgencia, tiempo muerto o inactivo entre una tarea u otra de un usuario en específico, es en esta sección donde se obtiene la información al instante.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	oh_final_cust	oh_ord_type	oh_order	otd_loc_src	otd_qty	otd_part	otd_status		otd_status	(Multiple Items)		
2	7118 R		7.119E+12 CRA0001A			1	1240718 R					
3	7118 R		7.119E+12 CRA0004A			3	852608 R					
4	7118 R		7.119E+12 CRA0201A			1	1240709 R		8170		158	
5	7118 R		7.119E+12 CRA0402A			1	1240708 R		1072012		63	
6	7118 R		7.119E+12 CRA0601A			1	273448 R		265772		62	
7	7118 R		7.119E+12 CRA1002A			1	1240704 R		392033		62	
8	7118 R		7.119E+12 CRA1201A			1	852680 R		21051		60	
9	7118 R		7.119E+12 CRA1202A			1	1338516 R		359691		53	
10	7118 R		7.119E+12 CRA1402A			2	1240724 R		236439		53	
11	7118 R		7.119E+12 CRA1901A			1	1412853 R		799949		50	
12	7118 R		7.119E+12 CRA2202A			1	422067 R		500801		50	
13	7118 R		7.119E+12 CRA2801A			1	1240710 R		233685		50	
14	7118 R		7.119E+12 CRA0000A			6	369514 R		273455		50	
15	7118 R		7.119E+12 CRA3001A			1	601067 R		265773		49	
16	7118 R		7.119E+12 CRA3501A			1	575805 R		927130		48	
17	7118 R		7.119E+12 CRA3002A			1	722045 R		935455		47	
18	7118 R		7.119E+12 CRA3201A			1	601069 R		938909		47	
19	7118 R		7.119E+12 CRA7701A			1	9442 R		491071		47	
20	7118 R		7.119E+12 CRA7602A			1	1240728 R		348186		43	
21	7118 R		7.119E+12 CRA7101A			1	363806 R		95969		41	
22	7118 R		7.119E+12 CRA6201A			2	547466 R		938907		41	
23	7118 R		7.119E+12 CRA5601A			1	720588 R		392030		40	

ILUSTRACIÓN 21 Detalle de ordenes (Documento propuesto)

La tercera hoja, denominada “ORDER”, que se puede observar en la ilustración no. 21, contiene el detalle completo de las órdenes a surtir en un periodo de tiempo determinado. Esta hoja muestra de forma precisa los requerimientos necesarios para abastecer por completo a las tiendas que reciben el servicio.

En ella es posible consultar información relevante como:

- El número de tienda, ubicado en la columna “A” de la imagen anterior.
- El tipo de orden, mostrado en la columna “B”, el cual puede ser:
 - “R”: Órdenes registradas directamente por el cliente interno, es decir, las tiendas.
 - “W”: Órdenes adicionales generadas por pedidos especiales.

- “T”: Órdenes correspondientes a transferencias de mercancía entre centros de distribución, con el objetivo de cumplir con los requerimientos de inventario.

Esta estructura permite una gestión eficiente de los pedidos y garantiza que cada tienda reciba la mercancía necesaria en tiempo y forma.

Después, la columna “C” muestra el número de orden con el que se registró la cantidad solicitada. La ubicación del producto en el centro de distribución aparece en la columna “D”, y la cantidad disponible en esa ubicación se muestra en la columna “E”.

En la columna “F” se encuentra el número de producto o código, que sirve para identificarlo y evitar confusiones con otros productos parecidos. Esto ayuda a reducir errores por parte del personal de almacén.

La columna “G” indica el estatus del movimiento, es decir, en qué parte del proceso se encuentra la orden:

- “R”: La actividad está registrada, pero aún no ha sido asignada a ningún operador.
- “I”: La actividad ya fue asignada y está en proceso, pero aún no se completa.
- “S”: La actividad ya fue realizada y confirmada tanto en el sistema como físicamente.

Con esta información, se genera un resumen en forma de tabla, que aparece en las columnas “I” y “J”. Allí se muestra el número de producto y la cantidad solicitada (ver ilustración 21), ordenados de mayor a menor según la demanda, es decir, empezando por los productos más requeridos.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	loc_part	loc_code	loc_type	cc_desc1	cc_pri_part	loc_min	loc_max	loc_qty_units	aisle		loc_type	RSRV	
2	369514	CRA0000A	SLOT	PRESTONE BUG WASH GALLON	BW7000M	420	880	363	CRA		loc_qty_units	(Multiple Items)	.Y
3	1240718	CRA0001A	SLOT	STP DIESEL 15W40 JUG	STPDIS15W405Q	56	280	264	CRA		aisle	(Multiple Items)	.Y
4	1240723	CRA0002A	SLOT	STP SINT 10W30 JUG	STPFS10W305Q	56	280	284	CRA				
5	1240706	CRA0003A	SLOT	STP MULTI 20W50 JUG	STPCON20W505Q	56	280	282	CRA		loc_part	loc_code	Sum of loc_qty_units
6	852608	CRA0004A	SLOT	EDGE SPT 5W-30 5QT	1598B1	250	770	90	CRA		26	SAE1201H	25
7	232572	CRA0005A	SLOT	CASTROL GTX 20W50 JUG	159FB8	70	350	0	CRA		116	CRB1102S	180
8	422211	CRA0007A	SLOT	QS AK 20W50 JUG		40	200	313	CRA		116	CRC4302T	480
9	1443760	CRA0101A	SLOT	STP SINT DIES 15W40 JUG	STPFSD15W405Q	18	56	33	CRA		118	CRC0201R	102
10	1338515	CRA0102A	SLOT	STP DEX VI ATF 3/5Q	STPATFDEXVI5Q	14	56	26	CRA		118	CRD0301R	162
11	1240709	CRA0201A	SLOT	STP 20W50 HM JUG	STPHM20W505Q	56	112	127	CRA		118	HPB6302S	276
12	784601	CRA0202A	SLOT	VAL MULTI 15W40 JUG	881246	47	143	146	CRA		121	CRB3202R	78
13	1240662	CRA0301A	SLOT	STP CVT JUG	STPATFCVT5Q	56	112	116	CRA		121	CRD1902S	95
14	1240705	CRA0401A	SLOT	STP MULTI 10W40 JUG	STPCON10W405Q	56	112	116	CRA		133	SBB1201H	2
15	1240708	CRA0402A	SLOT	STP MULTI 5W30 JUG	STPCON5W305Q	56	112	127	CRA		208	FMQ0402U	150
16	170672	CRA0501A	SLOT	VAL MULTI 10W40 JUG	875382	21	65	113	CRA		208	FMQ1802V	1
17	273448	CRA0601A	SLOT	CASTROL GTX 15W40 JUG	15B76D	70	150	132	CRA		208	FMQ3402Q	13
18	1240712	CRA0602A	SLOT	STP AK 25W60 JUG	STPHM25W605Q	56	122	132	CRA		208	FMQ7601V	3
19	170673	CRA0701A	SLOT	VAL MULTI 20W50 JUG	875381	52	156	121	CRA		208	SBC1801G	11
20	170671	CRA0801A	SLOT	VAL BLEND SYNT 5W30 JUG	875364	65	130	104	CRA		269	HPM1502U	72
21	1240726	CRA0802A	SLOT	STP SINT 5W50 JUG	STPFS5W505Q	56	224	244	CRA		269	HPM2202U	72
22	1240668	CRA0902A	SLOT	STP DEXIII/MERC 5LT	STPATFDEX5Q	56	112	132	CRA		269	HPM7001U	72
23	1240704	CRA1002A	SLOT	STP MULTI 10W30 JUG	STPCON10W305Q	56	112	125	CRA		269	PAI5702T	38
24	720589	CRA1101A	SLOT	PK OET EUR PINK AF 50/50	PEPB53	15	45	32	CRA		385	FMP5901O	1
25	1443751	CRA1102A	SLOT	STP SINT DIES 5W40 JUG	STPFSD5W405Q	18	56	48	CRA		388	FMP6502R	16
26	852608	CRA1201A	SLOT	CASTROL GTX 10W40 5QT	1597A1	70	140	20	CRA		307	HPB6301S	1

ILUSTRACIÓN 22 Detalle de ordenes (Documento propuesto)

Por último, antes de recopilar todos los datos necesarios, existe una hoja adicional mostrada por la ilustración no. 22, que detalla todas las ubicaciones del inventario dentro del centro de distribución. Esta hoja permite ver cuánto producto hay en cada lugar del almacén y en general es muy útil para realizar una comparativa entre la información que arroja el sistema y lo que realmente hay físicamente.

A continuación, se detalla cada columna de información que conforma este desglose:

Loc_part (columna A): Corresponde a un número que distingue cada producto existente en el centro de distribución.

Loc_code (columna B): Atiende al código de ubicación dentro de los pasillos del centro de distribución, sirve para identificar y seccionar el lugar en donde se encuentra el producto que se desee localizar.

Loc_type (columna C): Mejor conocido como tipo de locación, las cuales pueden ser en slot que son todas aquellas ubicaciones en piso y las reservas (RSV), que son todas aquellas ubicaciones que se encuentran en niveles elevados, dentro de estas se almacena el stock de seguridad dependiendo de la cantidad requerida.

CC_desc1 (columna D): Es la descripción o nombre del producto, normalmente tiende a ser alguna especificación del producto con la cual se puede identificar de otros productos.

CC_pri_part (columna E): Corresponde al número de parte, el cual no es más que una combinación de letras y números con el cual el proveedor identifica sus productos en inventario.

Loc_min (columna F): Atiende a la cantidad mínima que debe existir en la locación de piso para asegurar el abastecimiento del producto. En caso de que la cantidad en stock sea menor a esta cifra se enciende una alerta de desabasto y automáticamente se libera una alerta para llenar esta ubicación con producto.

Loc_max (columna G): Mejor conocido como máximo en locación, es la cantidad máxima que puede ingresarse en una ubicación a nivel de piso, esta cantidad es muy útil para controlar la cantidad que se necesita en el espacio designado a un determinado producto.

Loc_qty_units (Columna H): Corresponde a la cantidad de producto existente en el slot al momento de la consulta. La cantidad mostrada en el sistema debe ser la misma a la existente físicamente.

Aisle (Columna I): Es la nomenclatura del pasillo que secciona una parte del centro de distribución. Comúnmente los pasillos son seccionados de manera lineal y de forma alfabética para seguir un mejor orden con la finalidad de facilitar su localización.

Todos los datos anteriormente mencionados se resumen en una tabla que abarca las columnas K, L y M, en donde se concentra la información de cada producto, su localización a nivel de piso y su cantidad en inventario existente dentro del centro de distribución. Esta información es útil para analizar si la cifra en stock es suficiente para abastecer adecuadamente la demanda solicitada.

AutoSave OFF A_Macro.xlsx - Read-Only - Excel

File Home Insert Page Layout Formulas Data Review View Automate Developer Help Acrobat

Search

Comments Share

Bar code

Loc_Slot

Max

RSRV 3

Tipo de slot

Asignación

Asignación

Equipo

Nota

REPLENISHMENT DC 54

Update

Bar code	Priority	Loc_Slot	Loc_Rsrv	Sku	Qty a Resurtir	Max	Slot	Part number	RSRV 2	RSRV 3	Área SLOT	Área RSRV	Dif Slot Ordenado	Tipo de slot	Pasillo Slot	Pasillo Rsr	Tienda	Asignación	Movimiento	Equipo	Asignado	Date_Assigned	Nota
PA07501A	7000	PA07501A	HPL1401R	429002	112	600	61	74140 FMQ4201V	PAP6902T		P	H	-31	Pallet completo	PAQ	HPL	92	Amarillos para Amarillos	Lejano	Reach	Itorres1	9/4/2025 10:17	
PAN4902A	6000	PAN4902A	HPD0901R	305245	6	144	0	870036SC	FX6502U	VNG0002U	P	H	-5	Pallet completo	PAN	HPD	5	Amarillos para Amarillos	Lejano	Reach			
HPK6903B	7000	HPK6803B	HPL4802R	1325587	6	120	0	CA12608	HPL4802R	SAC1501G	H	H	-4	-	HPK	HPL	4	Amarillos para Amarillos	Cercano	Order Pick	Itoberto	9/4/2025 9:49	
FMP1105B	6000	FMP1105B	HPL3401T	1288051	40	40	0	FH2751	HPL3401T	SAC1501G	F	H	-4	-	FMP	HPL	4	Amarillos para Amarillos	Lejano	Order Pick			
HPL2601B	7000	HPL2601B	HPL4102S	76285	2	90	0	CA11952	HPL4102S	HPL4102S	H	H	-2	-	HPL	HPL	2	Amarillos para Amarillos	Mismo pasillo	Order Pick	Itoberto	9/4/2025 9:50	
CRD2205D	7000	CRD2205D	CRA1402S	712698	30	36	0	105411 CRA1402S	CRA1402S		C	C	-2	-	CRD	CRA	2	Bunkier	Cercano	Order Pick			
HPE8103D	6000	HPE8103D	HPES502R	1055774	5	6	1	620172400 HPES502R	HPES502R		H	H	-1	-	HPE	HPE	2	Amarillos para Amarillos	Mismo pasillo	Order Pick	Itueta	9/4/2025 10:16	

Priority

Loc_Rsrv

Qty a Resurtir

Slot

RSRV 2

Área Slot

Dif Slot Ordenado

Pasillo Slot

Tienda

Movimiento

Asignación

Date_Assigned

ILUSTRACIÓN 23 Archivo macro propuesto

En la última hoja del documento denominada “replenishment” se localiza la concentración de todas las pestañas anteriormente mencionadas, dentro de esta hoja de Excel se presenta la información más importante para realizar las asignaciones pertinentes a los usuarios del área, a continuación, se describe la información de cada columna mostrada en el documento final, tal y como se muestra en la ilustración no. 23.

	Bar code	Priority	Loc_Slot	Loc_Rsrv	Sku	Qty a Resurtir	Max	Slot	Part number	RSRV 2	RSRV 3	Área
5	* PA07501A *	7000	PA07501A	HPL1401R	429002	112	600	61	74140 FMQ4201V	PAP6902T		
6	* PAN4902A *	6000	PAN4902A	HPD0901R	305245	6	144	0	870036SC	FX65602U	VNG0002U	
7	* HPK6803B *	7000	HPK6803B	HPL4802R	1325587	6	120	0	CA12608	HPL4802R	SAC1501G	
8	* FMP1105B *	6000	FMP1105B	HPL3401T	1288051	40	40	0	FH2751	HPL3401T	SAC1501G	
9	* HPL2601B *	7000	HPL2601B	HPL4102S	76285	2	90	0	CA11952	HPL4102S	HPL4102S	
10	* CRD2205D *	7000	CRD2205D	CRA1402S	712698	30	36	0	126411	CRA1402S	CRA1402S	
11	* HPE8103D *	6000	HPE8103D	HPE5502R	1055774	5	6	1	620172400	HPE5502R	HPE5502R	

ILUSTRACIÓN 24 Hoja de datos entregados (Primera sección)

Para entender toda la estructura del análisis generado es necesario describir las dos partes que conforman el archivo. Es por ello que a continuación se detallan los elementos de la primera sección, los cuales se visualizan en la ilustración 24.

Bar code: Muestra la ubicación donde se declararán las piezas en formato de código de barras, esto con la finalidad de escanear el código para cargar la asignación en el dispositivo RF, el cual como sabemos realiza la transacción virtualmente por medio del ERP. Con ello se garantiza que la transacción ya ha sido asignada y posteriormente esta puede monitorearse para saber si ya se ha completado la actividad o aún se encuentra en proceso.

Priority: La prioridad de movimiento es una clasificación que el sistema otorga de acuerdo a las horas que el movimiento lleva sin ser atendido, sin embargo, actualmente solo se toma como base para eliminar los movimientos más antiguos y garantizar que has sido atendidos correctamente.

Loc_Slot: Identifica la ubicación dentro del centro de distribución en donde serán declaradas las unidades del producto solicitado, es importante mencionar que este mismo dato se muestra en la primera columna, con la diferencia de este mostrarse de forma alfanumérica.

Loc_Rsrv: Es la ubicación de reserva ubicado en niveles superiores en donde se extrae la cantidad y el tipo de producto solicitado, es muy útil para identificar tanto el pasillo como el nivel dentro del almacén

SKU: Corresponde al número de producto con el cual la empresa identifica ese tipo de producto.

Qty a Resurtir: Refleja la cantidad que debe ser tomada de la reserva correspondiente, para posteriormente trasladar el producto a la ubicación de destino que anteriormente fue señalado.

Max: Es la cantidad máxima que puede ingresarse en la ubicación donde reside el producto atendido, este número se establece de acuerdo a la cantidad y el espacio que se necesite para abastecer la demanda semanal de algún tipo producto.

Slot: Muestra la cantidad de producto con la cual cuenta la ubicación que necesita abastecimiento, este número debe ser igual a lo que físicamente hay en existencia.

Part number: El número de parte sirve como identificador secundario, debido a que este es asignado por el proveedor y comúnmente se presenta de mayor tamaño en el etiquetado del producto.

RSRV 2 y RSRV 3: Son opciones adicionales de ubicaciones en reserva de donde se puede tomar el producto solicitado en caso de que la ubicación principal cuente con alguna discrepancia o situación que no permita ejecutar el movimiento inicial. Este tipo de actividades regularmente se realizan para garantizar que se atienda el resurtido solicitado por parte del área de despacho.

The image shows an Excel spreadsheet titled "REPLENISHMENT DC 54". The spreadsheet has several columns: Área SLOT, Área RSRV, Dif Slot Ordenado, Tipo de slot, Pasillo Slot, Pasillo RSRV, Tienda, Asignación, Movimiento, Equipo, Asignado, Date_Assigned, and Nota. There are also labels with arrows pointing to specific cells: "Área RSRV" points to the "Área RSRV" column; "Tipo de slot" points to the "Tipo de slot" column; "Pasillo RSRV" points to the "Pasillo RSRV" column; "Asignación" points to the "Asignación" column; "Equipo" points to the "Equipo" column; "Nota" points to the "Nota" column; "Dif Slot Ordenado" points to the "Dif Slot Ordenado" column; "Tienda" points to the "Tienda" column; "Movimiento" points to the "Movimiento" column; "Asignación" points to the "Asignado" column; and "Date_Assigned" points to the "Date_Assigned" column. A green "Update" button is visible in the bottom right corner.

Área SLOT	Área RSRV	Dif Slot Ordenado	Tipo de slot	Pasillo Slot	Pasillo RSRV	Tienda	Asignación	Movimiento	Equipo	Asignado	Date_Assigned	Nota
P	H	-31	Pallet completo	PAQ	HPI	92	Amarillos para Amarillos	Lejano	Reach	Juanes1	9/4/2025 10:17	
P	H	-5	Pallet completo	PAN	HPD	5	Amarillos para Amarillos	Lejano	Reach			
H	H	-4	-	HPK	HPL	4	Amarillos para Amarillos	Cercano	Order Pick	Roberto	9/4/2025 9:49	
F	H	-4	-	FMP	HPL	4	Amarillos para Amarillos	Lejano	Order Pick			
H	H	-2	-	HPL	HPL	2	Amarillos para Amarillos	Mismo pasillo	Order Pick	Roberto	9/4/2025 9:50	
C	C	-2	-	CRD	CRA	2	Bunker	Cercano	Order Pick			
H	H	-1	-	HPE	HPE	2	Amarillos para Amarillos	Mismo pasillo	Order Pick	Roberto	9/4/2025 10:16	

ILUSTRACIÓN 25 Información para monitoreo de prioridades (Segunda sección)

Los datos anteriormente descritos se muestran con un encabezado en color azul, con la finalidad de identificar aquellos datos que al operador les es útil tener a la mano, es por ello que la segmentación de todo el documento se divide en dos partes, la primera que regularmente se le entrega al operador mediante una hoja física de asignación, en donde puede consultar información adicional de los movimientos que se le ha asignado y la segunda parte, que se presenta con encabezados en color verde y regularmente sirve como filtro de asignación para seccionar el tour a seguir para hacer más eficientes los movimientos tal y como lo muestra la ilustración no. 25.

A continuación, se detalla cada columna de información que el supervisor visualiza para tomar las decisiones pertinentes.

Área SLOT: Corresponde a la primera letra del área al que pertenece la ubicación en donde se entregara el producto.

Área RSRV: Corresponde a la primera letra del área al que pertenece la ubicación de donde se toma el producto.

Dif Slot Ordenado: Es la diferencia de lo que se solicita contra lo que hay en existencia en la ubicación de donde el equipo de surtido toma el producto.

Tipo de slot: Identifica todas aquellas ubicaciones que necesitan resurtido de manera paletizada, es decir que por su alta demanda el espacio asignado a los productos comprende el alcance de una tarima completa.

Pasillo Slot: Identifica el pasillo en donde se entregará el producto previamente recolectado.

Pasillo Rsrv: Identifica el pasillo en donde se ubica el producto a recolectar.

Tienda: es la cantidad de producto solicitado por los clientes en las ordenes trabajadas al momento de la consulta.

Asignación: De acuerdo a las posibles combinaciones de movimientos entre las distintas áreas, se estableció esta columna en donde señala la sección de donde se recolecta el producto y hacia donde será entregado el producto.

Movimiento: Se estandarizaron los tipos de movimiento para identificar el tipo de transacción que posiblemente pueda suscitarse, los movimientos “Lejanos” se caracterizan por ser movimientos que necesitan involucrar dos tipos de áreas distintas, es decir que su inventario se encuentra fuera la sección que le corresponde, lo cual causa un consumo mayor de recursos lo que los hace respectivamente ineficientes. El movimiento “Cercano” surge de un movimiento que solicita una recolección y entrega dentro de la misma área en particular pero que no se ubica en el mismo. Por otro lado, el movimiento tipo “Mismo pasillo” como su nombre lo indica, secciona a todos aquellos movimientos que se encuentran al alcance del mismo pasillo, lo que hace más efectivo y menos tardado el movimiento.

Equipo: Se refiere al tipo de equipo que se necesita para ejecutar la actividad, debido a que dependiendo del tipo de locación que solicita un abastecimiento es como se asigna dicho movimiento a cada usuario del departamento.

Regularmente los equipos “Order pick” tienden a ser recolecciones más pequeñas, es decir de menor volumen y peso. Por el contrario, los equipos “Reach” debido a su capacidad se encargan de realizar movimientos que solicitan trasladar una tarima completa de producto.

Asignado: Cuando un movimiento es asignado y el usuario ha cargado su actividad en el sistema, una vez que se refresque la información el usuario del operador aparecerá en esta columna junto a todos aquellos movimientos que se le hayan atribuido.

Date_Assigned: Al momento de que se realice la carga de trabajo en sistema, este mismo detallara la fecha y hora de asignación mostrados en esta columna.

Nota: Esta columna se agregó como una alerta para alertar al departamento de inventarios de un ajuste necesario en el máximo de capacidad de alguna ubicación, debido a que en varias ocasiones lo solicitado por las órdenes a surtir agotaban rápidamente el producto disponible en los slots, es por ello que para no resurtir tantas veces se necesita ampliar la capacidad en cada ubicación que así lo requiera.

Para ejecutar correctamente el documento programado, es indispensable consultar primero la información necesaria en el ERP. Una vez obtenidos los datos, se deben exportar los reportes en los formatos mencionados anteriormente, para luego cargar esa información en la macro de Excel.

Cuando todos los datos estén actualizados, solo es necesario iniciar la automatización haciendo clic en el botón verde llamado “Update”, ubicado en la parte superior derecha de la ilustración no. 25.

Al presionar este botón, el documento comenzará a actualizar automáticamente la información contenida en el archivo y a ejecutar todos los pasos previamente programados en Excel.

Es importante mencionar que fue necesario ajustar el código original de la macro para mejorar su funcionamiento. Estos ajustes permitieron especificar con mayor precisión los datos requeridos. La programación de esta automatización fue realizada en Visual Basic, el lenguaje de programación utilizado por Excel para ejecutar este tipo de procesos.

Terminado el tiempo de ejecución el cual ronda alrededor de los 24 segundos, el documento podrá ser manipulable para seccionar las áreas a trabajar de acuerdo a las especificaciones de cada necesidad que se presente, el cual es trabajo del supervisor y del controlador que lo apoya, asignar lo más eficientemente posible cada movimiento otorgado.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

Este proyecto surgió por iniciativa propia, con el propósito de fortalecer el área de resurtido, ya que se identificaron diversos problemas que evidenciaban la ausencia de indicadores eficientes para evaluar su rendimiento de manera adecuada. La primera fase de este proyecto fue enfocarse directamente en el área de resurtido, con el objetivo de ampliar el conocimiento y adquirir experiencia práctica. Posteriormente, la adecuación del archivo que se utilizaba en ese momento me permitió comprender mejor qué información era realmente útil y cuál no aportaba valor.

Sin embargo, la falta de conocimientos en herramientas de programación y en el uso de sistemas ERP representó un reto importante. A pesar de estas dificultades, la constancia y la dedicación me permitieron desarrollar de forma autónoma, un manejo sólido de diversas herramientas informáticas que hoy hacen posible un análisis de datos más eficiente. Además, el diálogo y la colaboración con los líderes del área, específicamente los supervisores, fueron clave para el desarrollo de un prototipo que realmente respondiera a sus necesidades de información y operación.

La segunda fase consistió en poner a prueba el prototipo desarrollado, en primera instancia se ejecutó como prueba piloto en el turno B, que en ese entonces se encontraba en el horario vespertino. Al principio de la implementación la adaptación fue un tema que las personas tomaban como pretexto para no cambiar su forma de trabajo con la que habitualmente están acostumbrados, sin embargo, la facilidad con la que se ejecutaba el nuevo archivo y la optimización del procedimiento fue una ventaja que ayudó a que el cambio se adaptara más rápidamente a las personas responsables de asignar los movimientos de resurtido.

4.1 Aumento de KPI fill rate

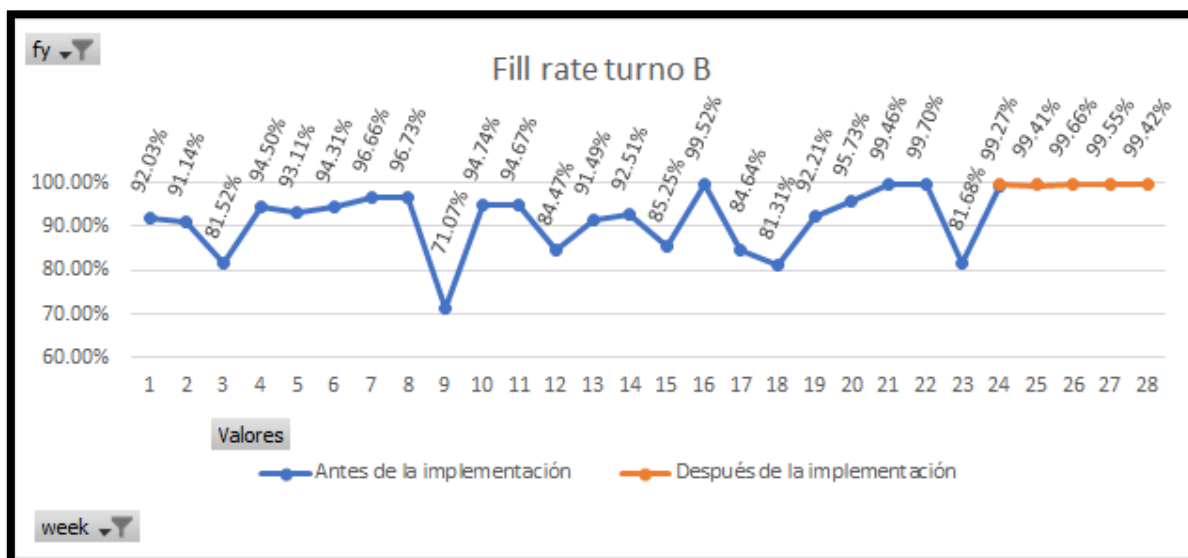


ILUSTRACIÓN 26 Resultados de fill rate turno B

Después de un periodo inicial equivalente a cuatro semanas de prueba en el horario mencionado, se logró generar información suficiente para comparar la mejora de resultados con otros turnos que aún no ejecutaban la propuesta de mejora. Antes de la implementación dentro de los resultados se visualizaba un completo desbalance en los resultados obtenidos, logrando un promedio acumulado de 98.09% en el indicador de *fill rate* hasta la semana 24 del año fiscal en curso, posteriormente de poner en marcha la propuesta se fue notando una estabilización en los resultados obtenidos, logrando un promedio de indicador de hasta 99.51% a finales de la semana 28, tal y como lo muestra la ilustración no. 26.

Debido a estos resultados el objetivo ahora era replicarlo en los turnos restantes, para ello fue necesario acudir a cada turno para iniciar una capacitación a cada uno de los distintos líderes de equipo. El periodo de entrenamiento y adaptación por parte del resto del equipo se atendió en las dos semanas posteriores al turno inicial, los resultados claramente avalaban el cambio puesto que anteriormente se enfocaban en realizar un número elevado de movimientos, pero que realmente no eran muy efectivos.

Turno	Promedio de Fill rate FY 2025 (antes de la propuesta)	Promedio de Fill rate FY2025 (después de la propuesta)
A	98.49%	99.50%
B	98.17%	99.51%
C	98.28%	99.63%
D	98.31%	99.48%

TABLA 3 Comparativa de fill rate DC54

Hasta el momento del monitoreo dentro del año fiscal en curso, se ha mostrado una mejora significativa que presenta una estabilización positiva en resultados del indicador, en donde anteriormente las prioridades eran otras, pero que debido a los resultados no tan satisfactorios que se manejaban en ese momento, fue necesario cambiar el rumbo de las acciones a tomar para así lograr los resultados que se presentan en la tabla no. 3.

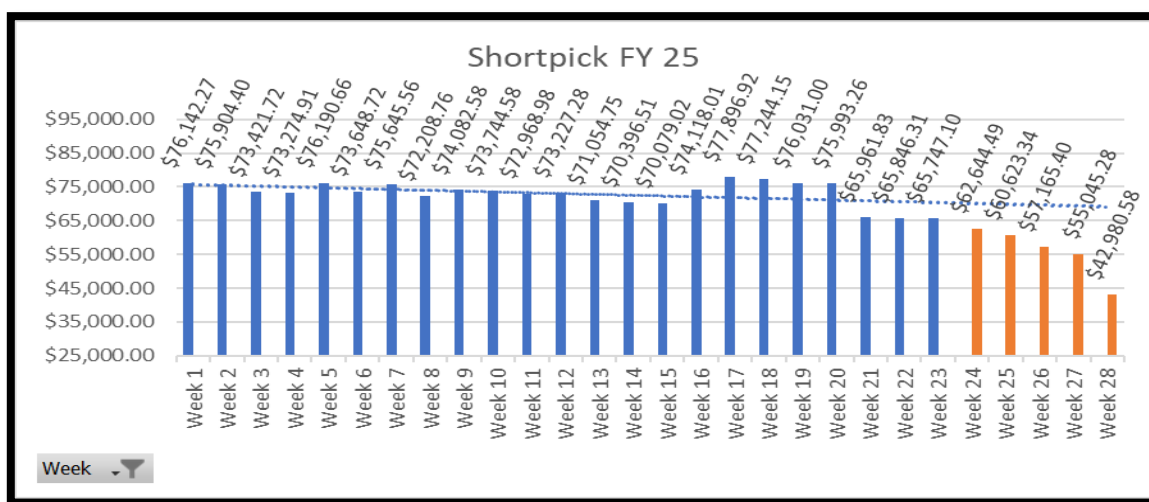


ILUSTRACIÓN 27 Resultados short pick DC54

Al lograr estabilizar un buen resultado en el *fill rate*, el costo de la afectación también se redujo considerablemente, anteriormente se dejaba de enviar una gran variedad de productos con un promedio de \$72,000 dólares semanales. Actualmente el monto después de la propuesta alcanzo un promedio de \$44,333.81, es decir, hasta un 39.33% menos del monto total inicial ilustración no. 27.

4.2 Aumento de MPH y disminución de tiempos muertos

KPI	Indicador inicial	Indicador final
Movimientos por hora (MPH)	6.4 MPH	8.1 MPH
Tiempo muerto promedio por usuario	1.34 hrs	0.6 hrs

TABLA 4 Resultados de KPI`s

Dentro de otros resultados también se abarcan indicadores que mejoraron gracias a la participación y el involucramiento del para en general, ejemplo de ello son los movimientos por hora realizados por cada usuario en una hora de trabajo, así como también la disminución de tiempos muertos, tal y como se muestra en la tabla no. 4.

Todos los resultados obtenidos fueron posibles gracias al compromiso y trabajo conjunto de operadores, supervisores y gerentes, quienes día a día se esfuerzan para lograr los objetivos. Sin embargo, estos son solo algunos de los muchos avances que pueden lograrse con cada mejora que se implemente en el centro de distribución. Manejar más de 50,000 productos distintos hace que el control y abastecimiento en cada área del almacén sea un reto aún mayor, por eso es fundamental seguir mejorando los procesos e innovar nuevos caminos que impacten a beneficio las actividades que se ejecutan día con día.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

La presente tesis tuvo como finalidad diseñar e implementar un sistema digital en el área de resurtido de un centro de distribución de autopartes, con el objetivo de garantizar el óptimo cumplimiento de las órdenes expedidas. A lo largo del desarrollo de este proyecto, se lograron cumplir satisfactoriamente los objetivos específicos propuestos inicialmente, lo que permitió validar su impacto positivo en la operación logística interna.

En primer lugar, se logró identificar áreas de oportunidad críticas dentro del proceso de resurtido, tales como la asignación manual de tareas, la falta de trazabilidad en las actividades y la ausencia de mecanismos de priorización. A partir de este diagnóstico, fue posible definir estrategias de optimización enfocadas en la automatización de tareas, el control en tiempo real y la asignación eficiente de recursos, garantizando así el abastecimiento oportuno a los clientes internos de la corporación.

Asimismo, se estableció una planeación estructurada de actividades, basada en criterios de prioridad previamente definidos, lo que permitió mejorar el orden y la ejecución del trabajo operativo. Como parte fundamental del proyecto, se diseñó, programó e implementó un archivo digital que automatiza la asignación de actividades del área de resurtido, centralizando la información y reduciendo la dependencia de procesos manuales.

Finalmente, se realizó una comparación cuantitativa de los resultados obtenidos frente a los registros históricos, lo que evidenció mejoras significativas en indicadores clave como el tiempo de respuesta, el cumplimiento de pedidos y la reducción de errores en la asignación de tareas. Estos resultados confirman que la solución digital propuesta no solo es viable, sino también altamente efectiva para optimizar los procesos logísticos actuales.

En conclusión, la investigación permitió demostrar que la digitalización del área de resurtido representa un avance estratégico para mejorar la eficiencia operativa y garantizar la satisfacción de los requerimientos internos. Se recomienda, como trabajo futuro, ampliar el sistema para integrarlo con otras áreas del centro de

distribución y explorar la implementación de tecnologías predictivas para anticipar la demanda y gestionar el inventario de manera más proactiva.

Este proyecto de automatización en actividades manuales ejecutadas, podría ser adaptable a cualquier actividad que se desarrolle en alguna empresa que considere operaciones frecuentes, logrando hacer en segundos tareas que al parecer podrían tardar varios minutos o incluso horas. Sin embargo, la adaptabilidad, innovación y sobre la aplicación al proceso que se requiera implementar compromete totalmente los resultados obtenidos a largo plazo.

REFERENCIAS

- [1] E. D.-I.-H.-G. y A. M.-M. T. Fontalvo-Herrera, Los Procesos Logísticos y La Administración de la Cadena de Suministro, Saber Cienc, Dic, 2019..
- [2] M. A. L. Manrique Nugent , J. Teves Quispe y A. M. Taco Llave, «Gestión de cadena de suministro: una mirada desde la perspectiva teórica,» Perú, Agosto 2019.
- [3] Y. Sánchez Suárez, J. A. Pérez Castañeira, N. Pérez Castañeira y C. Cruz Blanco, «Retos actuales de la logística y la cadena de suministro,» *Ing. Ind.*, vol. Vol. 42, Mayo-2021.
- [4] D. A. Cardona Arbelaez y V. I. Balza Franco, «La relación entre logística, cadena de suministro y,» *Revista Espacios*, vol. Vol.41, nº N° 19, p. 18, 2020.
- [5] R. Granillo Macía y I. J. González Hernández, «Selección y evaluación de proveedores de logística externa en la cadena de,» *FESIDE*, vol. 1, p. 12, 2021.
- [6] M. Helmold, Gestión Lean y Kaizen, Switzerland: Springer, 2020.
- [7] L. B. Rocha Medina, A. Gutiérrez Sánchez, F. F. Espitia Forero y P. I. Moya Espinosa, Gestión empresarial de la cadena de suministro, Bogotá, Colombia: Ediciones de la U, 2020.
- [8] A. M. M. Choque, «Estudio de tiempos y su relación con la productividad,» *Revista Enfoques*, 2021.
- [9] J. P. Davim, Ingeniería Mecánica e Industrial, Springer Cham, Diciembre 2021.
- [10] D. P. N. Stearns, The Industrial Revolution in World History, New York: Routledge, 2021.
- [11] S. Shingo, A Study of the Toyota Production System, Routledge, May,2019.
- [12] D. Álvarez y R. J. Sánchez, Sistemas logísticos flexibles, America Latina: CEPAL, 2022.
- [13] J. I. Mesa y D. A. Carreño, «Metodología para aplicar Lean en la gestión de la cadena de suministro,» *Revista Espacios*, vol. Vol. 41, nº N° 15, p. 30, 2020.

- [14] P. R. Alcocer Quinteros y J. A. Knudsen González, «Desempeño integral de los procesos logísticos en una cadena de suministro,» *Scielo*, vol. Vol. 40, nº N° 1, 2019.
- [15] T. Fontalvo Herrera, E. De la Hoz Granadillo y A. Mendoza Mendoza, «Los procesos logísticos y la administración de la cadena de suministro,» *Universidad Libre*, vol. 14, nº 2, p. 112, 2019.
- [16] S. Molinillo Jiménez, *Distribución comercial aplicada*, Madrid, España: ESIC, Dic, 2020.
- [17] J. Casares Ripol, E. Aranda Garcia y V. J. Cerdeño, *Distribución Comercial*, España: Aranza, S.A.U, 2022.
- [18] M. J. Escudero Serrano, *Logística de almacenamiento*, España: PARANINFO, SA, 2019.
- [19] D. L. Saldarriaga, *Almacenes y centros de distribución.*, Barcelona: Marge Books, Junio, 2019.
- [20] J. P. Garcia Sabater, *Introducción al Picking y Packing Nota Técnica*, RIUNET, 2020.
- [21] M. D. A. Serna, «Estrategías en la cadena de suministro para el distrito minero de Amagá,» *Tierra medellín*, 2010.