

UNIVERSIDAD RICARDO PALMA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE TITULACIÓN POR TESIS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**MEJORA DE LA CAPACIDAD REAL DEL PICKING EN EL
SORTER DE UN CENTRO DE DISTRIBUCIÓN DE
CONSUMO MASIVO APLICANDO LA METODOLOGÍA
DMAIC LIMA 2020**

TESIS
**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

PRESENTADA POR:

Bach. SÁNCHEZ CHÁVEZ, VICTOR ANDRÉ

Bach. PALOMINO GONZALES, RENATO ALONSO

ASESOR: MG. ING. FALCÓN TUESTA, JOSÉ ABRAHAM

LIMA - PERÚ

2020

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis padres - abuelos quienes con su sacrificio y esfuerzo me dieron la oportunidad de tener una carrera profesional y los sacrificios que hicieron para acompañarme a alcanzar esta meta.

Victor André Sánchez Chávez

Dedico esta tesis a mis padres quienes con su sacrificio y esfuerzo me dieron la oportunidad de tener una carrera profesional y las personas que me ayudaron en este camino.

Renato Alonso Palomino Gonzales

AGRADECIMIENTO

Nuestro agradecimiento a Dios por permitirnos culminar nuestra carrera, a nuestros padres por sus sacrificios y motivación. A nuestra alma mater, por la formación profesional brindada y a todos los maestros que aportaron sus conocimientos durante esta etapa de nuestras vidas; agradecer en especial a nuestro asesor Mg. Ing. José Falcón por su dedicación, paciencia, guía y herramientas brindadas durante la elaboración de este trabajo de investigación,

Victor Sánchez y Renato Palomino

ÍNDICE GENERAL

| | |
|---|------|
| RESUMEN | xiii |
| ABSTRACT | xiv |
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO Y DELIMITACION DEL PROBLEMA | 3 |
| 1.1. Formulación y delimitación del problema | 3 |
| 1.1.1. Marco Situacional | 3 |
| 1.1.2. Problematización | 4 |
| 1.1.3. Problema General | 8 |
| 1.1.4. Problemas Específicos: | 8 |
| 1.2. Importancia y justificación del estudio | 8 |
| 1.2.1. Importancia | 8 |
| 1.2.2. Justificación Práctica | 8 |
| 1.2.3. Justificación Económica | 9 |
| 1.2.4. Justificación Social | 9 |
| 1.2.5. Justificación Teórica | 9 |
| 1.2.6. Justificación Metodológica | 9 |
| 1.3. Limitaciones del Estudio | 10 |
| 1.3.1. Delimitación Espacial | 10 |
| 1.3.2. Limitación Temporal | 10 |
| 1.4. Objetivos | 10 |
| 1.4.1. General | 10 |
| 1.4.2. Específicos | 10 |
| CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO | 11 |
| 2.1. Investigaciones relacionadas con el tema | 11 |
| 2.1.1. Antecedentes Internacionales | 11 |
| 2.1.2. Antecedentes Nacionales | 11 |
| 2.2. Bases teóricas vinculadas a la variable o variables de estudio | 13 |

| | | |
|--|---|-----------|
| 2.2.1. | Capacidad Real..... | 13 |
| 2.2.2. | Picking | 13 |
| 2.2.3. | Sistema automático de clasificación (SORTERS) | 15 |
| 2.2.4. | Centro de Distribución | 15 |
| 2.2.5. | Consumo Masivo | 16 |
| 2.2.6. | Estructura de la Metodología DMAIC..... | 16 |
| 2.3. | Definición de términos básicos | 17 |
| 2.3.1. | Ciclo de almacenamiento | 17 |
| 2.3.2. | Cadena de Suministro..... | 20 |
| 2.3.3. | Equipos Empleados para la Operación | 20 |
| 2.3.4. | Lector de radio frecuencia..... | 21 |
| 2.3.5. | Tecnologías de información y comunicaciones (TIC) | 22 |
| CAPÍTULO III: SISTEMA DE HIPÓTESIS | | 30 |
| 3.1. | General | 30 |
| 3.2. | Específicos | 30 |
| 3.3. | Operacionalización de variables | 30 |
| CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DEL ESTUDIO..... | | 32 |
| 4.1. | Tipo y método de la investigación | 32 |
| 4.1.1. | Tipo..... | 32 |
| 4.1.2. | Nivel..... | 32 |
| 4.2. | Población de estudio | 32 |
| 4.3. | Diseño muestral..... | 33 |
| 4.4. | Relación entre variables | 34 |
| 4.5. | Técnicas e instrumentos de recolección de datos..... | 34 |
| 4.5.1. | Tipos de técnicas e instrumentos | 34 |
| 4.6. | Procedimientos para la recolección de datos..... | 35 |
| 4.7. | Técnicas de procesamiento y análisis de datos | 35 |

| | |
|---|----|
| CAPÍTULO V: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN | 36 |
| 5.1. Condición actual..... | 36 |
| 5.1.1. Descripción del Centro de distribución | 36 |
| 5.1.2. Procesos del centro de distribución | 36 |
| 5.1.3. Identificación del problema..... | 37 |
| 5.2. Aplicación de la Metodología DMAIC | 38 |
| 5.2.1. Definir | 39 |
| 5.2.2. Mapa de proceso | 39 |
| 5.2.3. Diagrama SIPOC..... | 39 |
| 5.2.4. Diagrama del subproceso operativo: | 41 |
| 5.2.5. Layout actual..... | 47 |
| 5.2.6. Diagrama de análisis del proceso actual | 48 |
| 5.3. Medir | 49 |
| 5.3.1. Selección de datos | 50 |
| 5.3.2. Prueba de ajuste de variable | 51 |
| 5.3.3. Toma de tiempos | 53 |
| 5.3.4. VSM actual | 55 |
| 5.4. Analizar | 59 |
| 5.4.1. Diagrama Causa – Efecto | 59 |
| 5.4.2. Matriz de priorización | 60 |
| 5.4.3. 5 porqués | 62 |
| 5.5. Mejorar | 63 |
| 5.5.1. Poka Yoke | 63 |
| 5.5.2. Layout propuesto..... | 66 |
| 5.5.3. Plan de mantenimiento preventivo de los order pickers | 68 |
| 5.6. Control..... | 74 |

| | |
|--|----|
| CAPÍTULO VI: ANÁLISIS Y PROPUESTA DE SOLUCIÓN | 75 |
| 6.1. Análisis Estadístico por la regresión lineal | 75 |
| 6.1.1. Hipotesis | 75 |
| 6.1.2. Prueba de Hipótesis | 76 |
| 6.1.3. Hipótesis | 76 |
| 6.2. Análisis Estadístico por Prueba de la normal..... | 77 |
| 6.2.1. No Paramétrica..... | 77 |
| 6.3. Flujo Económico | 78 |
| 6.3.1. Poka Yoke y plan de capacitación | 78 |
| 6.3.2. Para el plan de mantenimiento..... | 79 |
| 6.3.3. Para el cambio de Layout | 81 |
| CONCLUSIONES | 83 |
| RECOMENDACIONES | 84 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 85 |
| ANEXOS: | 89 |
| Anexo 1: Muestra de los datos actuales..... | 89 |
| Anexo 2: Procedimiento de desestiba de contenedores del centro de distribución | 90 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla N° 1: Estructura de codificación EAN – 13..... | 24 |
| Tabla N° 2: Características entre los sistemas ERP y WMS | 27 |
| Tabla N° 3: Operacionalización de variables | 30 |
| Tabla N° 4: Matriz de consistencia..... | 31 |
| Tabla N° 5: Elementos para el cálculo de la muestra | 33 |
| Tabla N° 6: Valores reales para selección de la muestra..... | 33 |
| Tabla N° 7: Instrumentos de Recolección de Datos | 34 |
| Tabla N° 8: Detalles de la participación de los subprocesos | 38 |
| Tabla N° 9: Especificación del bulto | 43 |
| Tabla N° 10: Capacidad teórica del sorter versus la capacidad efectiva del subproceso | 49 |
| Tabla N° 11: Detalle de datos para el análisis | 50 |
| Tabla N° 12: Estadísticas referentes de los avances por día y el lead time por día de junio a Julio..... | 51 |
| Tabla N° 13: Prueba de normalidad de avance día y lead time por Kolmogorov - Smirnov..... | 51 |
| Tabla N° 14: Toma de tiempos en la desestiba de la mercadería hasta el despacho | 54 |
| Tabla N° 15: Tipos de familia..... | 55 |
| Tabla N° 16: Indicadores del VSM..... | 57 |
| Tabla N° 17: Matriz de probabilidad | 60 |
| Tabla N° 18: Matriz de impacto | 60 |
| Tabla N° 19: Matriz de priorización | 61 |
| Tabla N° 20: Efectividad Operacional..... | 61 |
| Tabla N° 21: 5 Porqués..... | 62 |
| Tabla N° 22 : Propuesta Poka Yoke | 63 |
| Tabla N° 23: Programa de capacitación | 65 |
| Tabla N° 24: Frecuencia de incidencias de enero a julio en el order picker..... | 68 |
| Tabla N° 25: Plan de mantenimiento..... | 70 |
| Tabla N° 26: Comparativa del antes y después de la mejora..... | 71 |
| Tabla N° 27: Cuadro comparativo de los avances de picking y su Lead time | 72 |
| Tabla N° 28: Nueva toma de tiempos en la desestiba de la mercadería hasta el despacho | 73 |
| Tabla N° 29: Tabla X Variable Independiente y Dependiente de la Hipótesis 1 | 75 |
| Tabla N° 30: Prueba de normalidad de avance día y lead time por Shapiro-Wilk..... | 77 |
| Tabla N° 31: Prueba no paramétrica Wilcoxon | 78 |
| Tabla N° 32: Costo por elaboración de Poka Yoke y plan de capacitación | 79 |
| Tabla N° 33: Frecuencia de mantenimiento sugerido por order pickers | 80 |
| Tabla N° 34: Costo por elaboración del plan de capacitación | 80 |
| Tabla N° 35: Costo por elaboración del Layout | 81 |
| Tabla N° 36: Flujo económico de la mejora..... | 82 |
| Tabla N° 37: Periodo de recuperación de la inversión en años | 82 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura N°1: Organigrama del centro de distribución..... | 6 |
| Figura N° 2: Historial de bultos despachados 2018 – 2019..... | 7 |
| Figura N° 3: Ubicación del centro de distribución de consumo masivo | 10 |
| Figura N° 4: Sistema automático de clasificación de zapatas deslizantes..... | 15 |
| Figura N° 5: Proceso de Recepción | 17 |
| Figura N° 6: Transpale manual o stocka..... | 21 |
| Figura N° 7: Order pickers..... | 21 |
| Figura N° 8: Lector de radio frecuencia | 22 |
| Figura N° 9: Ejemplo de codificación ITF – 14 | 25 |
| <i>Figura N° 10</i> : Ejemplo de codificación EAN/UCC - 128..... | 26 |
| Figura N° 11: Ejemplo de comunicación de los sistemas que trabajan en el centro de distribución | 29 |
| Figura N° 12: Interacción del WMS y el eXS comunicación con el sorter | 29 |
| Figura N° 13: Pareto por tipo de subproceso | 37 |
| Figura N° 14: Etapas de la metodología DMAIC..... | 38 |
| Figura N° 15: Mapa de procesos centro de distribución..... | 39 |
| Figura N° 16: Diagrama SIPOC | 40 |
| Figura N° 17: Subproceso operativo Flujo Continuo | 41 |
| <i>Figura N° 18</i> : Layout general del sistema de clasificación..... | 42 |
| Figura N° 19: Layout del buffer de inducción..... | 44 |
| Figura N° 20: Buffer de entradas | 45 |
| Figura N° 21: Inducción: Detalle cambio de balizas de señalización de las mesas despalletizadoras..... | 46 |
| Figura N° 22: Inducción: Detalle de altura de operación mesa despalletizadora..... | 46 |
| Figura N° 23: Layout Centro de Distribución, para el sub proceso de flujo continuo ... | 47 |
| Figura N° 24: DAP actual, inducción de mercadería del flujo continuo al sorter | 48 |
| Figura N° 25: Detalles de la capacidad teórica vs real | 49 |
| Figura N° 26: Histograma de la variable avance día | 52 |
| Figura N° 27: Histograma de la variable lead time | 52 |
| Figura N° 28: Plan actual de picking para le sorter | 56 |
| <i>Figura N° 29</i> : VSM actual..... | 58 |
| Figura N° 30: Gráfica Ishikawa de análisis de problemas..... | 59 |
| Figura N° 31: Diagrama de Pareto – Principales causas del problema principal | 62 |
| Figura N° 32: DAP propuesto, inducción de mercadería del flujo continuo al sorter | 66 |
| Figura N° 33: Layout propuesto del centro de distribución..... | 67 |
| Figura N° 34: Incidencias de enero a julio - order pickers | 68 |
| Figura N° 35: Tablero de control y seguimiento de la capacidad de picking sorting de flujo continuo..... | 74 |
| Figura N° 36: Figura X Coeficiente R ² de la Hipótesis 1 | 76 |

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo mejorar la capacidad real del picking en el sorter de un centro de distribución aplicando la metodología DMAIC. Esta se desarrolla en el centro de distribución ubicado en el distrito de Punta Negra Lima-Perú que tiene como objetivo abastecer sus diferentes formatos de tienda, a través de sus dos tipos de operación picking manual y picking sorter, y poder cumplir la demanda de sus clientes-consumidores. En base a los problemas y causas identificados del presente estudio, se segmentó según importancia y se determinó los puntos con mayor impacto que afectan la capacidad del sistema sorter.

La metodología DMAIC, ayudo a identificar diferentes causas y problemas de las variables del objeto de estudio y buscar sus posibles mejoras, a través de las 5 fases definidas: definir, medir, analizar, mejorar y controlar.

Las herramientas utilizadas para el diagnóstico incluyen recopilación de datos, toma de tiempos, Pareto, DAP (diagrama de actividad del proceso), VSM (value stream mapping).

Los resultados de la aplicación de la metodología fueron óptimos, lográndose mejorar el lead time en un 35% y como consecuencia de esta mejora el aumento de la capacidad del picking en el sorter en un 46% más de la capacidad actual.

De esta forma se concluye que la aplicación de la metodología DMAIC permitió desarrollar propuestas de mejora continua y aumentar la capacidad del picking sorter.

Palabras claves: Capacidad real, Picking, Sorter, Centro de Distribución, DMAIC, VSM, Pareto, DAP, Mejora continua y Lead time.

ABSTRACT

The present research aimed to improve the real picking capacity in the sorter of a distribution center by applying the DMAIC methodology. This is developed in the distribution center located in the district of Punta Negra Lima-Peru, whose objective is to supply its different store formats, through its two types of operation: manual picking and sorter picking, and to meet the demand of its customers-consumers. Based on the problems and causes identified in this study, it was segmented according to importance and the points with the greatest impact that affect the capacity of the sorter system were determined.

The DMAIC methodology, helped to identify different causes and problems of the variables of the object of study and look for their possible improvements, through the 5 defined phases: define, measure, analyze, improve and control.

Tools used for diagnosis include data collection, timing, Pareto, DAP (process activity diagram), VSM (value stream mapping).

The results of the application of the methodology were optimal, achieving an improvement in lead time by 35% and as a consequence of this improvement, the increase in picking capacity in the sorter by 46% more than the current capacity.

In this way, it is concluded that the application of the DMAIC methodology allowed developing proposals for continuous improvement and increasing the capacity of the picking sorter.

Keywords: Real capacity, Picking, Sorter, Distribution Center, DMAIC, VSM, Pareto, DAP, Continuous improvement and Lead time.

INTRODUCCIÓN

La presente investigación plantea como pregunta principal ¿Cómo mejorar la capacidad real del picking en el sorter de un centro de distribución de consumo masivo?, para una empresa líder en el mercado de distribución de productos a nivel nacional.

El mundo del *retail* cada vez es más versátil en el mercado y la competencia es aún mayor, por tal motivo la evolución que se está dando a nivel cliente – consumidor es ahora más exigente, empoderado y con muchas alternativas de productos y servicios que demandan soluciones personalizadas.

Las proyecciones de la demanda para este año se han visto afectadas por la pandemia COVID-19 a nivel mundial, es por ello que los centros de distribución han diversificado sus canales debido a que han sido golpeados por sus ventas presenciales, por lo que el canal *e-commerce* ha tenido mayor empuje, es así, que los centros de distribución están en la búsqueda de implementar nuevas tecnologías para mejorar la cadena de valor y así obtener productos más rentables.

Para dar sustento a la investigación, se presenta un marco teórico en torno a la metodología DMAIC, basado en antecedentes nacionales e internacionales, la estructura teórica, científica y la definición de términos básicos que se utiliza en el relato de la tesis. Adicionalmente, se describe y plantea las hipótesis de la investigación tanto principal como secundaria, variables de estudio de manera conceptual y operacional.

Seguidamente, se detalla la aplicación de la metodología de investigación en cuanto al tipo, nivel y diseño, así como también se determina la población y los datos de la muestra con las que se trabajan, las técnicas e instrumentos de recolección de datos y técnicas para el procesamiento y análisis de la información.

De acuerdo con la información obtenida se describe el diagnóstico y la situación actual del centro de distribución, realidad dentro de la empresa, descripción de indicadores, prueba de hipótesis, análisis de resultados, para presentar propuestas de solución con ayuda de la metodología DMAIC.

Finalmente, se presenta las conclusiones y recomendaciones finales de la presente tesis, y se detalla las fuentes de investigación utilizadas para sustentar el estudio de la

investigación y anexos donde se encuentra los formatos como la matriz de consistencia de la tesis y otros.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO Y DELIMITACION DEL PROBLEMA

1.1. Formulación y delimitación del problema

1.1.1. Marco Situacional

El mundo del retail está compuesto por escenarios complejos y competitivos por naturaleza: liquidaciones de stock, las nuevas transacciones con proveedores, precios y descuentos, las cuales generan rotación de stocks y requieren de mucha eficiencia en la cadena de suministro.

El consumo de productos del ciudadano peruano va en incremento y de manera directa afecta la demanda. Hoy las empresas retail competitivas cuenta con tres operadores logísticos que mejoran su eficiencia. En primer lugar, un competitivo costo de la operación; en segundo lugar, calidad de servicio para el cliente y por último una flexibilidad y diversificación de productos.

En la actualidad, los centros de distribución se han convertido en áreas estratégicas para las empresas, ya que se realizan diferentes procesos que agregan valor con el objetivo de almacenar, direccionar y despachar eficientemente los inventarios; lo cual implica no solo evitar su pérdida sino también el deterioro de las capacidades y cualidades del producto.

En los últimos años, las organizaciones implementaron múltiples sistemas y herramientas automatizadas en todo o parte de su cadena logística, con el fin de aumentar su productividad y nivel de servicio tanto para clientes internos como externos, reduciendo el tiempo de despacho y los errores en la preparación del picking.

Los nuevos formatos y tipos de tienda han impactado los centros de distribución debido al aumento progresivo de sus pedidos. Al desglosar el surtido de órdenes “pedidos”; se visualiza una diversificación de productos requeridos por las tiendas y para evitar una mala distribución de productos, las empresas han adoptado nuevas tecnologías para resolver estas

situaciones y responder con un mejor tiempo las grandes demandas del mercado.

El sistema de clasificación automática, también llamado “sorting”, es una herramienta práctica que ayuda a clasificar los productos para diferentes destinos, provee grandes beneficios como incrementar la productividad en el picking, evitar errores de clasificación o surtido, proveer mayor certidumbre y mejorar la calidad en el proceso.

El enfoque del sistema de clasificación no solo requiere centrarse en la operación o en el rendimiento sino en evaluar y definir constantemente sus capacidades de almacenamiento y analizar la configuración del plan de trabajo.

De manera que, la presente investigación describe, analiza y controla la capacidad real del picking en el sorter de un centro de distribución con el fin de identificar las oportunidades de mejora que afectan el nivel de servicio de los pedidos ingresados al sorter. A partir de este análisis se estableció la aplicación de un modelo de gestión tal es el caso de DMAIC, para aumentar la productividad y hacer más eficientes, rápidos y ágiles a la hora de responder las necesidades de los clientes.

1.1.2. Problematización

La empresa de distribución de productos de consumo masivos fue fundada en el 2004 y se compone según organigrama (Ver Figura N° 1). Es una empresa privada con capital 100% nacional. Inició sus actividades en respuesta a las necesidades de un abastecimiento oportuno en sus diferentes tipos de formatos. Actualmente se encuentra ubicada en el Distrito de Punta Negra.

El centro de distribución al verse impactado con una demanda en aumento, debido a la expansión segmentada de sus consumidores, se vio afectado directamente en la mano de obra, generando improductividad operacional. Es por ello, que se implementó un clasificador automático de picking denominado sorting.

El promedio de pedidos que llegan al sistema del centro de distribución en el 2020 son aproximadamente 192,000 (unid. Pedido igual a bulto), de los cuales un 5% del total no llegan a caer al sistema, un 10% no son asignados por falta de stock, un 1% son pedidos mal generados por abastecimiento, el 40 % lo trabaja el picking sorter, el 39% lo trabaja el picking manual y el resto son ingresos por cross docking.

El picking sorting tiene una capacidad teórica de 85,000 mil pedidos atendidos/día, y una capacidad real de 60,000 pedidos atendidos/día con un rendimiento operativo de 18 horas/día. Se buscó incrementar la capacidad real, planteándose la aplicación de la metodología DMAIC.

Con respecto a sus características generales:

- Es una empresa de distribución de productos masivos.
- Maneja una diversificación amplia de productos de diferentes tipos y tamaños “FOOD, NON FOOD Y ELECTRO”.
- Desde el año 2018, la empresa implementó el sistema de clasificación automática denominada “Sorting”.
- Relación comercial con más de 1000 proveedores.
- Capacidad teórica, hasta 85 000 bultos/día.
- El funcionamiento del sorter involucra 3 subprocesos:
 1. PUT TO STORE, productos ubicados en almacén (niveles altos).
 2. CONSOLIDADOS, productos ubicados en almacén (nivel bajo).
 3. FLUJO CONTINUO, productos que ingresan diariamente.

Se tuvo un histórico de los 2 últimos años, en el cual se observa una tendencia al crecimiento de los bultos despachados en el centro de distribución sustentando el incremento previsto (Ver Figura N° 2).

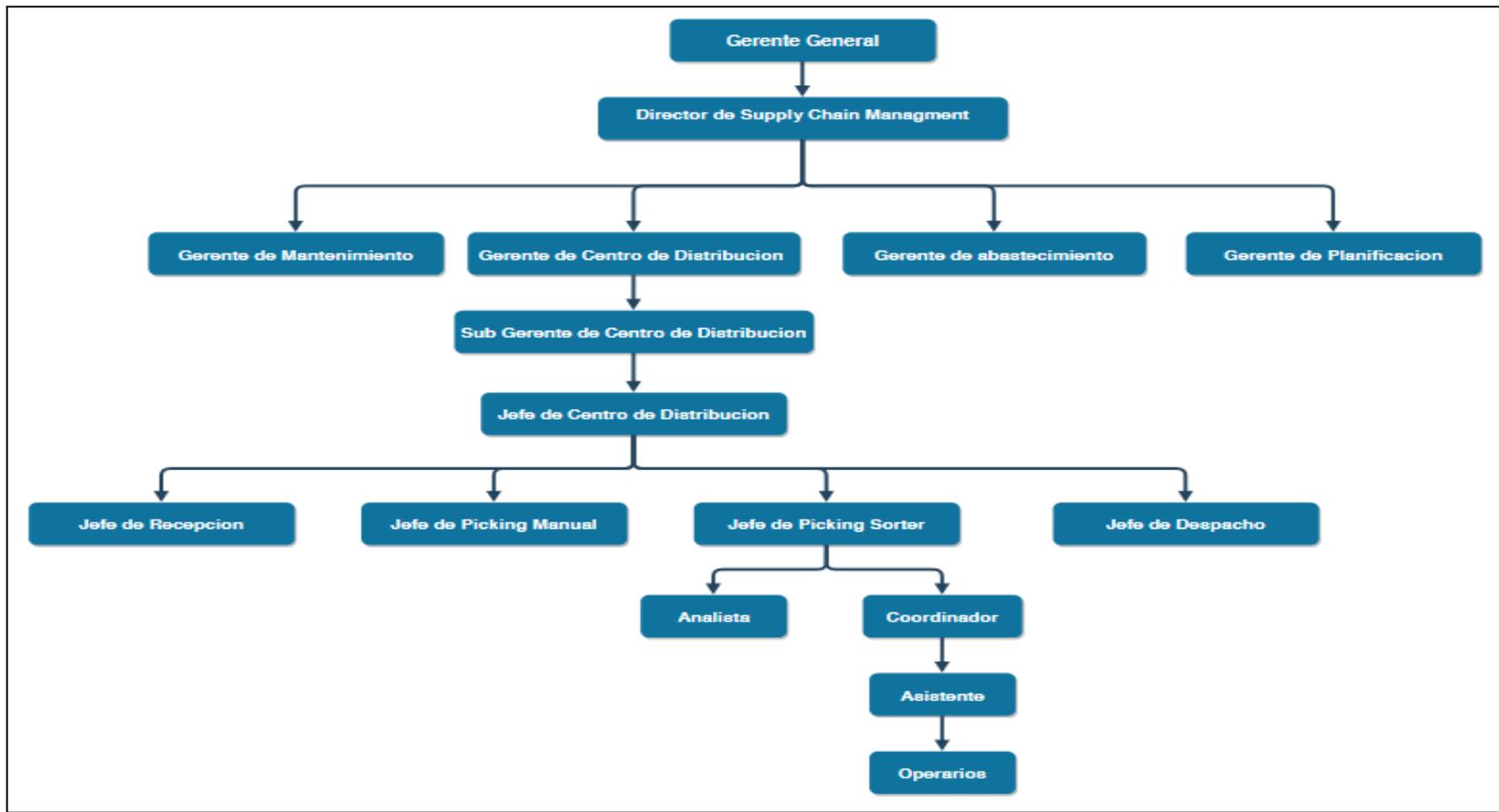


Figura N°1: Organigrama del centro de distribución
Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se muestra el historial de bultos despachados en el centro de distribución y las tiendas activas en los periodos 2018 y 2019, y se observó el comportamiento según los meses.

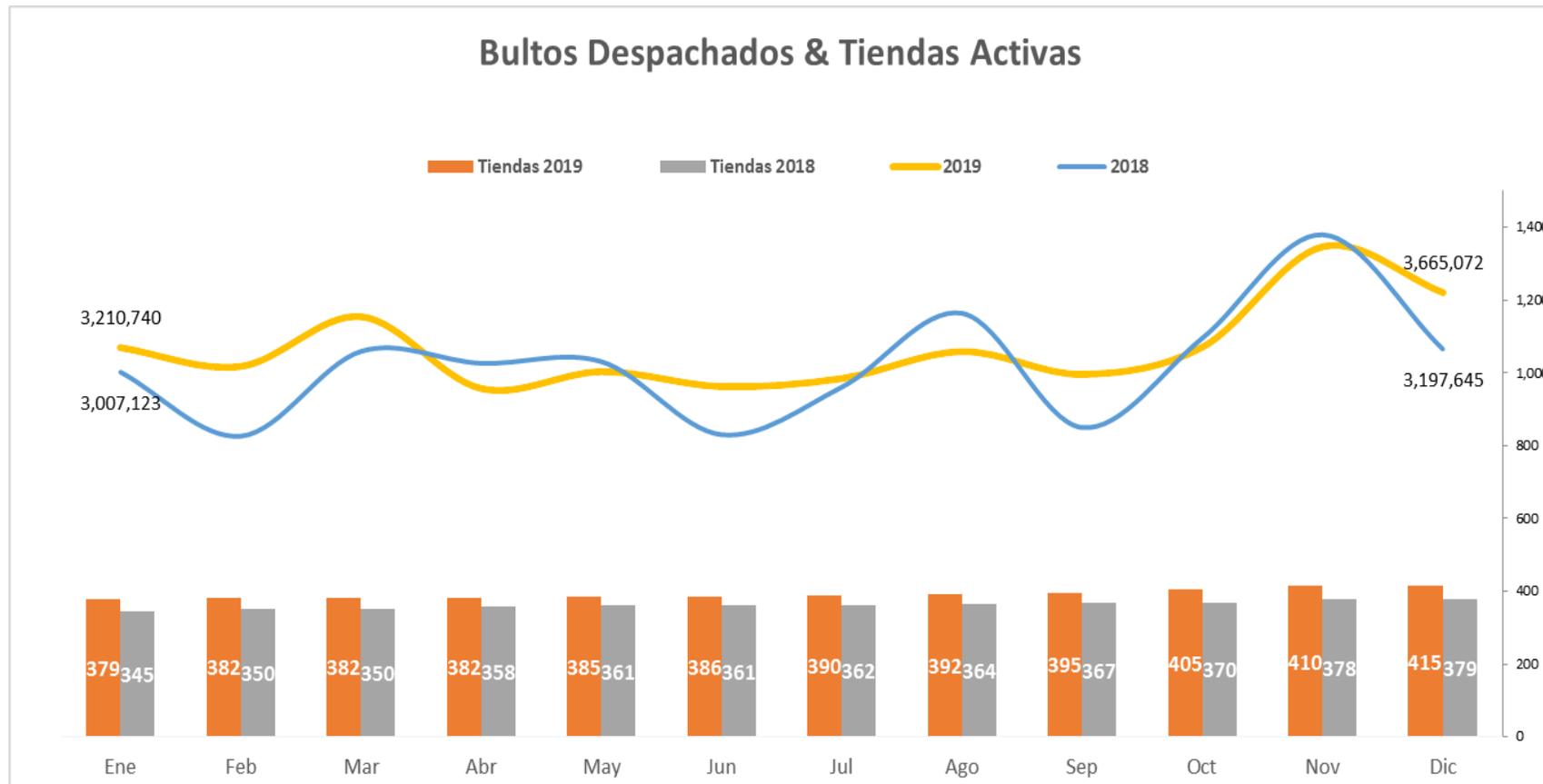


Figura N° 2: Historial de bultos despachados 2018 – 2019
Fuente: Elaboración propia.

1.1.3. Problema General

¿Cómo mejorar la capacidad real del picking en el sorter de un centro de distribución de consumo masivo aplicando la metodología DMAIC?

1.1.4. Problemas Específicos:

- a) ¿Cómo mejorar la capacidad de pedidos recepcionados en el sorter de un centro de distribución de consumo masivo aplicando la metodología DMAIC?
- b) ¿Cómo mejorar la capacidad de alimentación para el sorter de un centro de distribución de consumo masivo aplicando la metodología DMAIC?
- c) ¿Cómo mejorar la capacidad de pedidos inducidos en el sorter de un centro de distribución de consumo masivo aplicando la metodología DMAIC?

1.2. Importancia y justificación del estudio

1.2.1. Importancia

“Toda investigación está orientada a la resolución de problemas; por consiguiente, es necesario justificar, o mostrar, los motivos que merecen la investigación. Asimismo, se debe determinar su cubrimiento o dimensión para conocer su viabilidad”. (Bernal Torres, 2010, p.106). Además, debemos mostrar mediante la justificación que el estudio es necesario e importante, indicando el motivo de la investigación exponiendo razones.

La importancia de la investigación fue proponer la mejora de la capacidad del picking en el sorter de un centro de distribución de consumo masivo, logrando aumentar los bultos despachados del sorter y cumplir con la demanda actual del mercado peruano.

1.2.2. Justificación Práctica

“Se considera que una investigación tiene justificación práctica cuando su desarrollo ayuda a resolver un problema o, por lo menos, propone estrategias que al aplicarse contribuirían a resolverlo.” (Bernal Torres, 2010, p.106).

El proyecto de investigación tuvo una justificación práctica, porque permitió encontrar una alternativa de mejora al problema entre la demanda y la capacidad actual de operación.

1.2.3. Justificación Económica

“Es fundamental que los propietarios de la empresa o sus gestores profesionales definen de manera clara y previa qué objetivos o metas se tienen que alcanzar, por lo que se refiere a la mejora del nivel de beneficios, de la posición competitiva o la valorización de las acciones de la empresa en el mercado de valores”. (Alfaro, Gonzáles, & Pina, 2013, p. 121).

La investigación se planteó mediante el uso de la metodología DMAIC con la finalidad de poder incrementar la capacidad del picking en el sorting, mantener el costo de operación actual y aumentar la utilidad de la empresa.

1.2.4. Justificación Social

“La relevancia social debe responder a una serie de preguntas que en resumen determinen el alcance o proyección social que tiene la investigación.” (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014, p. 40)

La investigación presentó relevancia social, ya que, al incrementar la capacidad del sorter, se redujo el tiempo de ciclo, se aumentó los bultos despachados, reduciendo los costos y elevando la utilidad de la empresa, con lo que se pudo trasladar dicha utilidad a mejorar los salarios de los trabajadores, lo que a su vez incrementará el bienestar de ellos y sus familias.

1.2.5. Justificación Teórica

“En investigación hay una justificación teórica cuando el propósito de estudio es generar debate académico sobre el conocimiento existente, confrontar una teoría, contrastar resultados o hacer epistemología del conocimiento existente”. (Bernal Torres, 2010).

Se buscó mostrar el efecto de la metodología DMAIC y se estableció un proceso óptimo y sistemático, que permitió la eliminación de desperdicios y excesos de materiales, para crear una empresa más productiva.

1.2.6. Justificación Metodológica

“En investigación científica, la justificación metodológica del estudio se da cuando el proyecto propone un nuevo método o una nueva estrategia para generar conocimiento válido y confiable”. (Bernal Torres, 2010).

La investigación desarrollada se justificó metodológicamente, ya que se empleó para la interpretación de resultados.

1.3. Limitaciones del Estudio

1.3.1. Delimitación Espacial

Según Alfaro (2012), “La delimitación espacial es el área geográfica y/o lugar en donde se llevará a cabo el tema de investigación de interés” (p.12).

La investigación y recopilación de datos se realizarán en las instalaciones de un centro de distribución de consumo masivo, ubicado en el distrito de Punta Negra, Lima (Ver Figura N° 3).

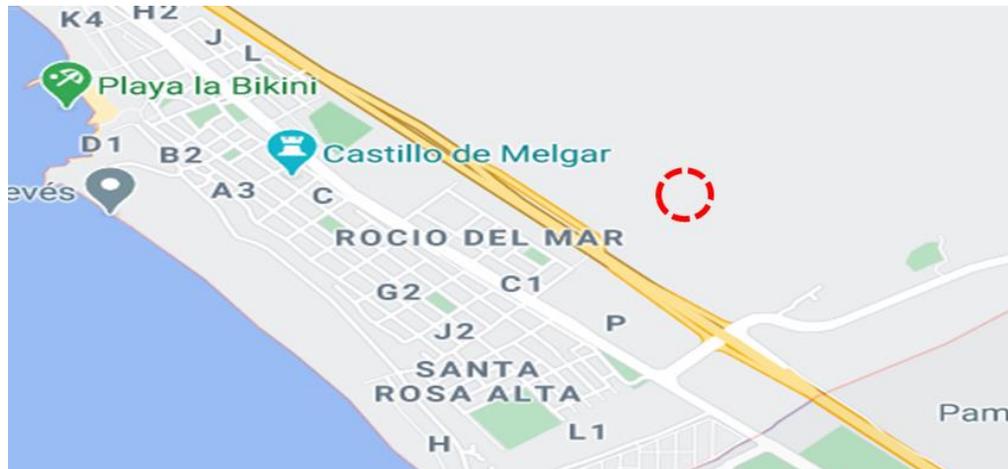


Figura N° 3: Ubicación del centro de distribución de consumo masivo
Fuente: Goole Maps

1.3.2. Limitación Temporal

Alfaro (2012) refiere que “La delimitación temporal, es el periodo seleccionado para llevar a cabo la investigación” (p.24).

La investigación abarcó 6 meses. Iniciando en junio y culminando en noviembre del 2020.

1.4. Objetivos

1.4.1. General

Mejorar la capacidad real del pincking en el sorter de un centro de distribución de consumo masivo aplicando la metodología DMAIC.

1.4.2. Específicos

- a) Mejorar la capacidad de pedidos recepcionados en el sorter de un centro de distribución de consumo masivo aplicando la metodología.
- b) Mejorar la capacidad de alimentación para el sorter de un centro de distribución de consumo masivo aplicando la metodología DMAIC.
- c) Mejorar la capacidad de pedidos inducidos en el sorter de un centro de distribución de consumo masivo aplicando la metodología DMAIC.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Investigaciones relacionadas con el tema

2.1.1. Antecedentes Internacionales

Brandau (2017) realizó un diseño de plan de picking y análisis de políticas de posicionamiento de inventario en el Centro de distribución Octay, Cooprisem – Chile. El objetivo principal fue diseñar un plan de picking que permita mejorar el funcionamiento del Centro de distribución aumentando el desempeño laboral, gastos controlados y calidad de servicio al cliente. Nos brindó mayor horizonte para analizar y mejorar los procesos de picking que se ejecutan en nuestra investigación.

García (2018) Gestión de la cadena de suministro: análisis del uso de las TIC y su impacto en la eficiencia – España. Se realizó con el objetivo de ver cuál es el impacto de las tecnologías de la información y las comunicaciones en la cadena de suministro en la actualidad y evolución en el tiempo. Esto permitió ver que las nuevas tendencias tecnológicas tanto de la información y maquinarias son necesarias para mantenerse competitivo en el mercado.

Segura (2018) Implementación de la metodología DMAIC para la mejora de un proceso productivo en una empresa del ramo logístico – México. Este trabajo de investigación describe la implementación de un proyecto de mejora en el que se utilizó la metodología DMAIC para resolver un problema de productividad suscitado en el almacén de una empresa de servicios logísticos. Tendremos una guía de cómo se aplicó la metodología y adaptarla a nuestros objetivos.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Hernández (2017) realizó un diseño y aplicación de slotting para mejorar la productividad de picking en un centro de distribución. El objetivo general fue determinar el impacto que tiene el diseño y la aplicación del slotting en la productividad de picking en un centro de distribución. Se utilizó un diseño correlacional no causal. La muestra estuvo conformada por 140 observaciones del proceso de picking. Como instrumento se utilizaron el estudio de tiempos. Tuvo como resultado reducir el tiempo en la operación

de picking e incrementar la productividad en un 50 % y reducir los tiempos en un 30%.

El antecedente mencionado logró demostrar que la metodología de slotting favorece a la productividad en el proceso de la operación obteniendo impactos positivos en toda la cadena.

Benaducci (2017) realizó una investigación de reducción del inventario no productivo de distribución del sector automotriz aplicando la metodología DMAIC, Perú. El objetivo fue cuantificar la propuesta de reducción del índice del inventario no productivo, del proceso de distribución aplicando la metodología DMAIC en la empresa DERCO PERÚ, año 2017. Se utilizó un diseño cuasi experimental. La muestra estuvo conformada por el proceso de inbound y outbound (recibo, almacenamiento, picking, packing y despacho). Como instrumento se utilizaron checklist, reportes y capacitaciones. Entre las conclusiones se halló que aplicando la metodología DMAIC redujo un 9.43% en la reducción operativa.

El antecedente mencionado describió la aplicación de la metodología DMAIC, la cual identificó el análisis y las mejoras para la reducción de la mema.

Huertas y Tello (2017) realizaron una investigación para determinar el impacto de la aplicación Lean Six Sigma Logistics para mejora de la productividad del servicio de almacenamiento de un operador logístico. El objetivo general fue determinar el impacto de la aplicación de Lean de Lean Six Sigma Logistics – LSS Logistics, en la mejora de la productividad del servicio de almacenamiento de un operador logístico. Dicho impacto en productividad es desagregado en la reducción de tiempos de operación, mejora de la calidad y reducción de costos operativos. Utilizó un diseño descriptivo. Como instrumento utilizaron y desarrollaron el ciclo de mejora continua DMAIC que comprende las etapas definir, medir, analizar, mejorar y controlar. Cada etapa del DMAIC agrupa técnicas tales como el Value Stream Mapping – VSM, Diagrama de Pareto, Análisis de Capacidad, Análisis de Muda, Diagrama de Ishikawa, simulación de procesos, entre otros. Estas técnicas las aplicaron en la investigación con la finalidad de

encontrar las causas raíces que merman la productividad y desarrollar propuestas de mejora. Como consecuencia de la implementación simulada de LSS Logistics en el servicio de almacenamiento, lograron una reducción de más del 50% del tiempo de operación de picking, así como 30% del tiempo de operación de acomodo. Esta reducción de tiempos impacta directamente en la productividad al también reducir costos manteniendo el nivel de calidad. Asimismo, se concluye que la implementación de LSS Logistics resulta rentable para el operador logístico.

El antecedente mencionado describió las diversas herramientas para implementar la metodología DMAIC, logró reducir más del 50% del tiempo de operación del picking reduciendo los costos operativos.

2.2. Bases teóricas vinculadas a la variable o variables de estudio

2.2.1. Capacidad Real

La capacidad efectiva es la capacidad que una empresa espera alcanzar dadas las restricciones operativas actuales. A menudo la capacidad efectiva es menor que la capacidad diseñada debido a que la instalación puede haber sido diseñada para una versión anterior del producto o para una mezcla de productos diferentes que la que se produce en la actualidad. (Render y Heizer, 2014, p.299).

2.2.2. Picking

a) Definición

Conjunto de operaciones de selección y preparación de productos solicitados por los destinos. Este subproceso del out-bound ha ido tomando mayor importancia debido a los tiempos que este involucra, siendo hoy en día la clave dentro de todo flujo.

Este es una de las actividades más exigentes en tiempo y mano de obra dentro de un almacén, se aduce que el 50% de los costos son derivados a la preparación de pedidos.

La preparación de pedidos también se considera importante, debido a que en la actualidad los clientes buscan una atención rápida y sin errores.

b) Picking según su operación

1. Picking Manual

“En el picking manual o tradicional los productos extraídos se depositan directamente en un pallet o un carro roll container, para ser llevados a una zona de acondicionamiento donde luego se ordenan por pedidos y se consolidan según su destino. La ventaja de esta fórmula es que, al no realizar ninguna clasificación, se pueden coger más productos en un traslado”. (Mecalux, 2020).

2. Picking automático o Sorting

“Esta estrategia de picking busca maximizar la operación automatizándola parcial o totalmente integrando rodillos inteligentes, fajas transportadoras, sensores, entre otros con el fin de reducir al máximo el recorrido de los operarios y disminuir los errores”. (Flores, 2017).

c) Tipos de Picking

1. Picking Cases Consolidado

Es un picking tradicional y sencillo, debido a que el operario prepara un pedido a la vez desplazándose alrededor de las ubicaciones del Almacén para completar el pedido. Si bien la sencillez es la principal ventaja, es el más ineficiente porque el operario recorre mayores distancias.

2. Picking por Extracción

El objetivo principal de esta estrategia es reducir la carga del picking, esto se obtiene gracias a la asignación completa del pallet para un solo destino, esta es directamente trasladada a las Puertas de despacho.

3. Picking Put to Store

Esta estrategia de picking trata de optimizar y rentabilizar al máximo los recorridos dentro del almacén. El operario realizará un único desplazamiento al realizar el picking para recolectar todas las unidades de un pallet que cubren diferentes pedidos, para luego consolidarse a los diferentes destinos.

4. Picking Flujo Continuo

Esta estrategia de picking se aplica a la mercadería o productos que son de alta rotación y sin necesidad de reserva, estos se asignan automáticamente y se pican en los circuitos de consolidación.

2.2.3. Sistema automático de clasificación (SORTERS)

Los sorters o clasificadores de bultos constituyen una herramienta productiva que, implementada eficazmente, clasifica y distribuye los productos hacia diferentes áreas. Estos sistemas requieren de artefactos visuales como cámaras o lectores de barras; estos ubicarán el producto considerando su color, forma o etiqueta. Realizada la acción, lo envían a los destinos correspondientes.

En el proyecto se estudió al clasificador de bultos Posisorter es un sorter de zapatas deslizantes (sliding shoe sorter), que destaca por su robustez en entornos de alto rendimiento. La tecnología de clasificación de este opera a través de accionadores electrónicos e imanes deslizantes para los desvíos. Siendo eficaces con la inducción de mercadería al sorter se consigue un sistema fiable y productivo, lo que permitirá lograr rendimientos de hasta 10.500 cajas preparadas/hora (Ver Figura N° 4).



Figura N° 4: Sistema automático de clasificación de zapatas deslizantes
Fuente: Elaboración propia

2.2.4. Centro de Distribución

El centro de distribución es un espacio planificado para ubicar, custodiar y mantener mercancía.

Carreño (2011) define “al centro de distribución como una instalación que combina el almacenamiento con capacidades de expedición y cross dock: la primera involucra pequeños envíos de mercadería a los diferentes destinos mediante una plataforma de expedición mientras que la segunda consiste en el traslado de envíos desde distintos orígenes hacia un punto de descarga y de éste hacia diferentes destinos”.

En ese sentido, el centro de distribución no solo permite almacenar sino también la preparación y entrega de los pedidos a varios destinos. Añade un valor al cliente entregando rápido los pedidos, programando la distribución.

“La diferencia entonces entre un almacén y un centro de distribución es que el primero es solo un sistema para la conservación y manipulación de inventarios”. (Carreño, 2011).

Es necesario entender los sub procesos que se desarrollan en el centro de distribución:

- Recepción
- Almacenamiento
- Picking
- Despacho

2.2.5. Consumo Masivo

Los bienes de consumo masivo son aquellos productos de alta demanda y rotación, requeridos por todos los estratos de la sociedad. Presentan un largo recorrido en la cadena, desde el proveedor hasta la bodega y gran variedad de canales.

2.2.6. Estructura de la Metodología DMAIC

1. Definir (D).

Se refiere a seleccionar los proyectos apropiados, desarrollo de los planes de proyecto e identificar los procesos relevantes. La organización debe tener claro que quiere lograr al finalizar el proyecto; es la parte más importante en el proceso Six Sigma. (Gopalakrishnan, 2012).

2. Medir (M).

Medir tiene como propósito entender que está sucediendo en el proceso de la recolección de información y cuantificar el problema.

3. Analizar (A).

Analizar la data actual e histórica para poder identificar las acciones con el fin de mejorar el proceso para llevar a la meta deseada.

4. Mejorar (I).

Entender las causas raíz de los problemas, el propósito de esta fase es desarrollar ideas para poder mejorar los procesos a través de simulación y experimentación.

5. Control (C).

En esta fase se desarrollan planes de control para asegurar el nuevo proceso. Asegurar, mantener y estandarizar las mejoras que se han implementado en los cambios.

2.3. Definición de términos básicos

2.3.1. Ciclo de almacenamiento

a) Proceso de Recepción

1. Principios y Conceptos

El proceso de recepción de mercadería inicia la cadena operativa en el centro de distribución. Proceso que se completa al darle ubicación dentro de las instalaciones a la mercadería, es decir, una vez descargada, revisada, validada y puesta en la zona de almacenamiento.

Pau Cos & De Navascués (2001) definen en el siguiente esquema las operaciones que se realizan en esta etapa (Ver Figura N° 5).

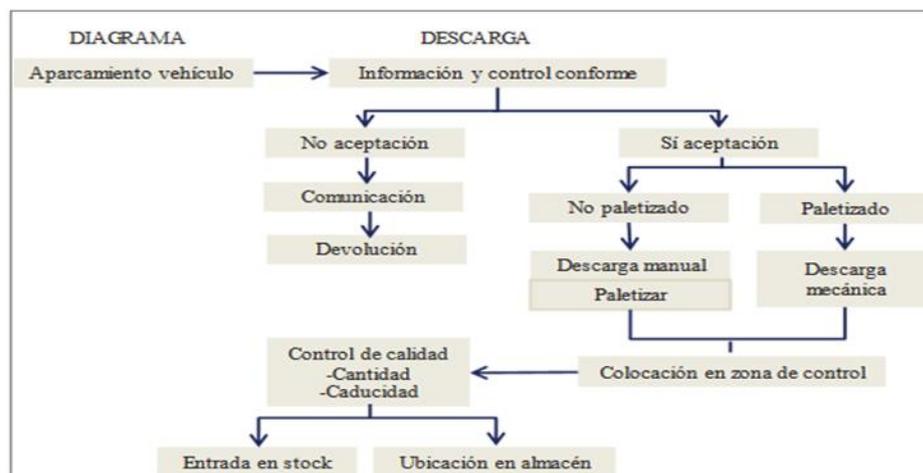


Figura N° 5: Proceso de Recepción

Fuente: Pau Cos & De Navascués (2001, p. 110).

En la Figura N° 5 se observó que posterior a la descarga, es validada y, si todo es conforme, procede a ser ubicado en el almacén. En la verificación se realiza un recuento físico de la mercadería, luego se emite una hoja de entrada que detalla la cantidad recibida.

b) Proceso de Almacenamiento

1. Definición

El almacenamiento es la actividad de registrar o guardar la mercadería en el almacén.

La mercadería se traslada desde la zona de recepción hasta el almacén mediante los medios de transporte como: transpaleta, carretillas elevadoras, entre otras. Se pudo almacenar cumpliendo el fundamento de maximizar el espacio disponible y minimizar la operación.

2. Tipo de Orden de Compra

2.1. Orden de Compra por Flujo Continuo

La mercadería por flujo continuo es asignada a los productos de alta rotación en los centros de distribución. Es un método de “Pre distribución” que permite al proveedor entregar la mercadería en forma de mono producto o multi producto, para después ser seleccionado en un circuito de consolidación a los diferentes destinos según cantidad y pedido. Esta garantiza y asegura una efectiva operación considerando ahorros en costos significativos además de dinámicas en el proceso de picking, pues consolida pedidos de diferentes proveedores en un pallet.

2.2. Orden de Compra por Almacenaje

La mercadería por almacenaje es asignada a los productos de poca y alta rotación, debido a que ambas son para mantener el producto en stock y con reservas. Las condiciones de la mercadería para este tipo es que sean preservables y tenga una caducidad considerable.

3. Tipos de mercadería

1. Mercadería Nacional

Son productos de procedencia nacional los cuales se dividen en mercadería de almacenaje y flujo continuo. Esta tiene dos tipos de recepción por B2B o por tradicional.

2. Mercadería Importada

Son productos de procedencia internacional de almacenaje. En esta se maneja un packing List del producto importado y tiene dos tipos de recepción por B2B o por tradicional.

c) Proceso de Despacho

1. Definición

El despacho de mercadería o la salida de productos terminados hacia los clientes o destinos, constituye el último proceso del centro de distribución. Este tiene como usuarios a los clientes internos y externos, sea el caso, por lo que es fundamental que se desarrolle con eficiencia para cumplir con las entregas pactadas.

También tiene un impacto importante en la gestión de los inventarios de una empresa, ya que es el último control que asegura las diferencias entre las existencias físicas y los registros del software de gestión de inventarios, es decir, donde se hace una validación final de todos los procesos previos en el centro de distribución.

2. Función y objetivos del proceso de despacho

El proceso de despachos tiene como función principal asegurar la entrega del producto terminado a los clientes para mantener un nivel óptimo de satisfacción.

Tales condiciones son:

- Precisión en las cantidades
- Cumplimiento en tiempos de entrega
- Documentación
- Calidad del producto

El despacho está sometido al riesgo y a los errores, así como cualquier otro proceso en una empresa, y es meta de toda la

operación del centro de distribución mantener los mínimos errores.

Dentro de los errores más comunes se encuentran:

- Deterioro en el empaque de las mercaderías.
- Documentación errada.
- Inconsistencias en las cantidades despachadas.
- Despacho de productos fuera del tiempo.

2.3.2. Cadena de Suministro

La cadena de suministro gestiona todas las actividades desde el desarrollo del producto, abastecimiento, manufactura hasta la logística, y tuvo como objetivo de maximizar el valor al cliente.

Para Sunil Chopra y Peter Meindl (2008) definen “a la cadena de suministro como la composición de todas las partes involucradas, directa o indirectamente para satisfacer la petición de un cliente, esta cadena de suministro incluye a los fabricantes, proveedores, transportistas, almacenistas, vendedores y clientes”. (p. 4).

La cadena de suministro ha retomado mayor importancia tras el avance inminente de la globalización.

Es por ello que se vuelve importante la satisfacción del cliente.

2.3.3. Equipos Empleados para la Operación

El tipo de equipos que utilizan los operadores logísticos se clasifican de la siguiente manera:

a) Transpaletas manuales

La transpaleta manual es una carretilla de pequeño recorrido de elevación, trasladable a brazo, equipada con una horquilla formada por dos brazos paralelos horizontales unidos sólidamente a un cabezal vertical provisto de ruedas en tres puntos de apoyo sobre el suelo y que puede levantar y transportar paletas o recipientes especialmente concebidos para este uso (Ver Figura N° 6).



Figura N° 6: Transpale manual o stocker

Fuente:<https://malvex.pe/productos/3/transpaletas-manuales-y-electricas/30/transpaletas-manuales-balanzas>

b) Order pickers

Es una máquina que facilita la preparación de pedidos de artículos que estén ubicados en diversos niveles de almacenamiento (racks). La máquina dispone de espacio para un conductor y tiene capacidad para transportar una o dos tarimas. Las preparadoras de pedidos con horquilla extra larga pueden manejar de dos o tres tarimas a la vez. (Ver Figura N° 7).



Figura N° 7: Order pickers

Fuente:<https://www.mecalux.com.mx/manual-almacen/montacargas/orderpickers-montacargas>

2.3.4. Lector de radio frecuencia

El lector de radio frecuencia es un dispositivo que se encarga de recibir una señal de radio y transmitirla en un lenguaje comprensible para un ordenador en el que se recopila la información. Estos lectores pueden estar conectados a una antena, ser autónomos o estar incorporados en otros elementos (Ver Figura N° 8).



Figura N° 8: Lector de radio frecuencia

Fuente: <http://zebra-tienda.com/MC3200>

2.3.5. Tecnologías de información y comunicaciones (TIC)

a) Definición

“El estudio de los centros de distribución exitosos revela que la capacidad del distribuidor de construir y defender una posición competitiva en el mercado depende, en gran medida, de su capacidad de realizar inversiones y de utilizar la información” (Weber y Kantamneni, 2002).

La necesidad de investigar en el campo de la logística desde el ámbito del canal de comercialización ha sido planteada por varios investigadores. Han identificado la necesidad de prestar mayor atención a la investigación de diferentes aspectos de la función logística y aumentar la rapidez de respuesta, la ejecución física, y la gestión de los sistemas de información.

b) Importancia

Las principales ventajas de la aplicación de las TIC por parte del distribuidor es el ahorro de tiempo y de gastos de personal, la fiabilidad, la exactitud, la reducción de errores (Ellram, 1999; Lawson, 2001), así como una mejora de la productividad a través de la mecanización de tareas intensivas en mano de obra, como la gestión del inventario (Dadzie y Johnston, 1991). En este sentido, con un mayor grado de automatización del almacén resulta más fácil la localización y el seguimiento de productos, así como el control del inventario. Algunas de estas tecnologías permiten generar órdenes de compra automáticas y reducir las necesidades de inventario, anticipándose a la demanda de forma más eficaz (Ellram et al., 1999; Lawson, 2001). Así, las

tecnologías de automatización del almacén han sido consideradas como condición previa a la ampliación del surtido de productos del distribuidor (Messinger y Narasimhan, 1997).

Por su parte otros autores (Bourlakis y Bourlakis, 2006; Pokharel, 2005; Sassi, 2006) plantean que las TIC en la cadena de suministro y la gestión de almacenes contribuyen a la reducción de la complejidad en sus flujos de información, al mejoramiento de la coordinación de los procesos y actores relacionados, al incremento de la eficiencia operacional y al aumento de la rentabilidad de la empresa y su cadena de suministro.

c) Codificación de productos

Debido a la gran variedad de productos con los que se trabaja en empresas logísticas, es fundamental tener una codificación apropiada para la mercadería que en ellas se maneja. Este tratamiento del almacén permite obtener grandes ventajas en lo que se refiere a las gestiones de compra, almacenamiento y control de stocks (Ferrín, 2003, p. 124). Para un sistema de control de almacenes, una codificación completamente numeral y correlativa es lo más recomendable, sobre todo, para efectos de su búsqueda en el catálogo y su ubicación en los archivos del sistema. En ciertos casos, parte de la codificación puede hacer referencia a la familia del producto, siempre y cuando ésta se exprese de manera completamente numeral.

Los equipos diseñados para trabajar con este sistema son de tipo de emisión láser (lápiz óptico o lector de radiofrecuencia) pueden identificar el código y su ventaja principal radica en la economía de datos y la fiabilidad de la lectura puesto que es un sistema que depende más de una máquina que, de la capacidad visual de un operario (Ferrín 2003, p. 135). Según Solís (2005) un sistema de codificación debe cumplir ciertas características, para que se garantice su trabajo de manera eficiente. Estas características se enumeran a continuación.

- Estructurado: los dígitos del código deben poseer un cierto significado para el usuario, como la familia a la cual pertenecen de manera que, así sea un poco más fácil el recordarlo o relacionarlos.

- Único: cada producto debe de tener un código único y, viceversa, esto es muy importante ya que, de no cumplirse, las consecuencias podrían ser muy graves y generaría desorden el almacén.
- Codificación por código de barras: la codificación en base a los códigos de barra es un sistema de identificación establecido por la organización EAN (European Article Number). Se basa en la representación del código único de un producto mediante el uso de una serie de barras oscuras paralelas y con distinto grosor. Las barras son legibles por equipos, especialmente, diseñados para trabajar con este sistema.

Según el Manual de Codificación e Identificación Estándar, el código de barras está constituido por dos partes principales:

- Código: La representación alfanumérica o solamente numérica que identifica la unidad de comercialización, logística, entre otros.
- Símbolo: La representación gráfica del código que permite la captura de su información de manera automática a través de la lectura.

1. Clases de codificación

1.1. Codificación EAN – 13

El *European Article Number* es un conjunto de normas que permiten estandarizar universalmente la identificación numérica de cualquier producto o ítem (Ver Tabla N° 1).

Tabla N° 1: Estructura de codificación EAN – 13

| Estructura | |
|------------|---|
| 770 | Prefijo de país asignado por el EAN a la c. ? |
| 1234 | Código creador del producto asignado por I.A.C a cada empresa afiliada. |
| 56789 | Código de identificación de producto asignado por cada empresa a cada una de sus referencias. |
| 7 | Digito control. |

Fuente: Mora García, L. A. (2011). Gestión logística en centros de distribución, bodegas y almacenes. Bogotá, Colombia: Ecoe Ediciones. Recuperado de <https://elibro.net/es/ereader/bibliourp/69182?page=248>.

Características:

- Puede ser utilizado por industriales y comerciantes como lenguaje común para intercambio de información.
- Identificar cada artículo de manera única: a cada producto corresponde un código.

1.2.Codificación ITF – 14

El Interleaved Two of five ITF – 14 asocia el código del producto – Básico de 13 dígitos (EAN- 13) con un dígito denominado variable logística, primero a la izquierda, el cual indica la cantidad de unidades de consumo contenidas en la unidad de empaque (Ver Figura N° 9).

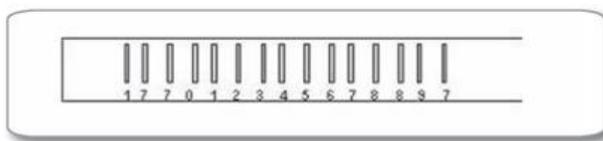


Figura N° 9: Ejemplo de codificación ITF – 14

Fuente: Mora García, L. A. (2011). Gestión logística en centros de distribución, bodegas y almacenes. Bogotá, Colombia: Ecoe Ediciones. Recuperado de <https://elibro.net/es/ereader/bibliourp/69182?page=248>.

Es más alargado que los anteriores y encerrado en un marco, está compuesto por 14 dígitos y se utiliza la marcación e identificación de las unidades de empaques (corrugados).

1.3.Codificación EAN/UCC – 128

UCC: Uniform Code Council El EAN – 128 permite simbolizar mediante barras de información alfanumérica de carácter variable, tales como fecha de producción, fecha de empaque, número de lote de producción, peso y dimensiones (Ver Figura N° 10).

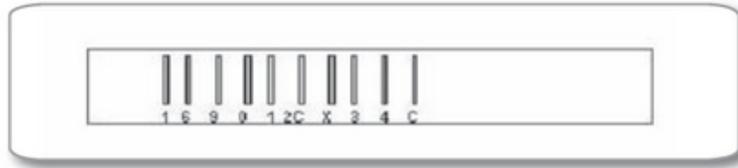


Figura N° 10: Ejemplo de codificación EAN/UCC - 128

Fuente: Mora García, L. A. (2011). Gestión logística en centros de distribución, bodegas y almacenes. Bogotá, Colombia: Ecoe Ediciones. Recuperado de <https://elibro.net/es/ereader/bibliourp/69182?page=248>.

Es conocido como códigos suplementario o identificador de aplicación. Adicionalmente existen soluciones específicas para productos de peso variable, libros, revistas y periódicos, códigos internos para empresa, etc.

d) Warehouse Management Systems (WMS)

Warehouse Management Systems El Warehouse Management Systems (WMS) lo define Muñiz (2004) como un sistema de planificación de los recursos y de gestión de la información que, de una forma estructurada, satisface la demanda de necesidades de la gestión empresarial. Son programas informáticos que permiten una correcta administración y gestión de almacenes a las empresas para evaluar, controlar y gestionar más fácilmente su negocio en todos los ámbitos. Para Mauleón (2003), el objetivo principal de WMS es controlar el movimiento y almacenamiento de artículos dentro y fuera de las operaciones y procesos del almacén.

1. Arquitectura del Warehouse Manafement Systems (WMS)

Los Sistema de Gestión de Almacenes WMS cuentan con una base de datos independientes que trabajan con interfaces de usuario quiere decir, una web con la cual los usuarios podrán realizar las consultas de los distintos productos y procesos. Además de radio frecuencia, que son usadas para escanear distintos códigos de barra, SKUs, ubicaciones, EAN y cajas de salida.

Las interacciones con el ERP serán en los módulos de gestión de ventas y compras, costos y el inventario. Toda comunicación que interactúa con un Sistema de Gestión de Almacenes WMS es la radio frecuencia. Para lograr esto existen distintas interfaces, como son las asociadas a las órdenes de compra, las solicitudes de tiendas, las de

despacho a domicilio y los envíos de proveedor. Desde este se actualizarán los inventarios con interfaces de envíos a los destinos, conteos cíclicos y las distintas cancelaciones que se deban realizar dependiendo a la operativa (Ver Figura N° 11 y N° 12).

2. Comparación entre sistemas ERP Y WMS

En la tabla N° 2, se muestran las características diferenciadoras entre los sistemas ERP y WMS.

Tabla N° 2: Características entre los sistemas ERP y WMS

| CARACTERÍSTICAS | SISTEMA ERP (SAP , ORACLE) | SISTEMA INFORMACIÓN (WMS) |
|--|---|---|
| Tamaño de la empresa al que puede enfocarse | Medianas y grandes empresas | Pequeñas, medianas y grandes empresas |
| Registro de trazabilidad de los movimientos realizados con el stock. | Es un sistema capaz de evaluar datos del producto, estatus, lote, fechas, entre otras propiedades del producto y bodega. | El sistema es soportado por una regla lógica, la encargada de localizar la mejor opción de espacio dentro del almacén. |
| La aplicación Optimización de Asignación de Ubicaciones, acomodo (slotting). | El sistema no soporta esta aplicación. | La aplicación puede estar incorporada a su sistema o como un módulo aparte. |
| La aplicación Cola Dinámica de Tareas Radio Frecuencia, su función es asignar tareas a los trabajadores de la bodega | El sistema no soporta esta aplicación, porque no hace uso de una tecnología de radio frecuencia. | Esta aplicación es asignada por ciertas reglas y parámetros del software y son enviadas por radio frecuencia, la tecnología que usa el sistema. |
| La aplicación Flujo de Trabajo, workflow, permite ordenar las actividades a realizar por prioridades | Este sistema no puede generar el workflow, lo que obliga a la empresa a generar ese orden de tareas por sí solo, tomándose más tiempo y aumentando la posibilidad de error. | La aplicación ordena tareas como el picking, packing, despacho, recepción, almacenamiento y re embalaje. Garantizando la calidad del producto y la satisfacción del cliente |

Fuente: Manual MECALUX (2008).

Tal como se mencionó en la Tabla N° 2, el sistema ERP es un sistema básico y no especializado para el control, manejo y administración de un centro de distribución, mientras que WMS, presta más servicios de los que algunas bodegas pueden necesitar.

e) ASR

Es un sistema que contiene información principal y se encarga de alimentar a los sistemas principales de la operación, controlando las órdenes de compra por abastecimiento hasta la recepción de los Pedidos en el CD (Ver Figura N° 11).

f) Periodo Medio de Maduración (PMM)

El sistema PMM o período Medio de Maduración (PMM) es la duración media del ciclo de explotación, desde el número de días que transcurren en la recepción de materia prima o productos terminados hasta el cobro de las facturas. Conceptualmente podemos descomponerlo en dos subperiodos, el de aprovisionamiento de materias primas, plazo en días desde su llegada hasta su envío a la cadena de producción; el de producción, plazo que va desde su entrada en la cadena de producción hasta la obtención del producto terminado; el de venta de productos terminados, plazo medio de almacenamiento de los productos hasta su venta; el de cobro a clientes, plazo medio de cobro a todos los clientes (Ver Figura N° 11).

g) Jsatelite

Es un sistema de regulación y adquisición de datos, que permite enlazar sistemas vinculándolos por un factor común. Soporta el almacenamiento de todas las características de producto, Orden de compra y Pedido (Ver Figura N° 11).

h) eXS

Sistema de clasificación y control del picking sorting, se encarga de leer y administrar la data de ingreso y vincularla al sistema de gestión de almacenes con el múltiple destino según su configuración (Ver Figura N° 12). Este sistema permite realizar de forma más eficiente, entre otros:

- Absorción de pedidos comunicando con el sistema gestión de almacenes y su gestión.
- Equilibrado del reparto a las tiendas a través de algoritmos.
- Enrutado del stock hasta la salida correspondiente.
- Muestra de información en tiempo

i) Putty

Es un emulador de terminal con el que se puede conectar a servidores remotos iniciando sesión y permite ejecutar comandos (Ver Figura N° 11).

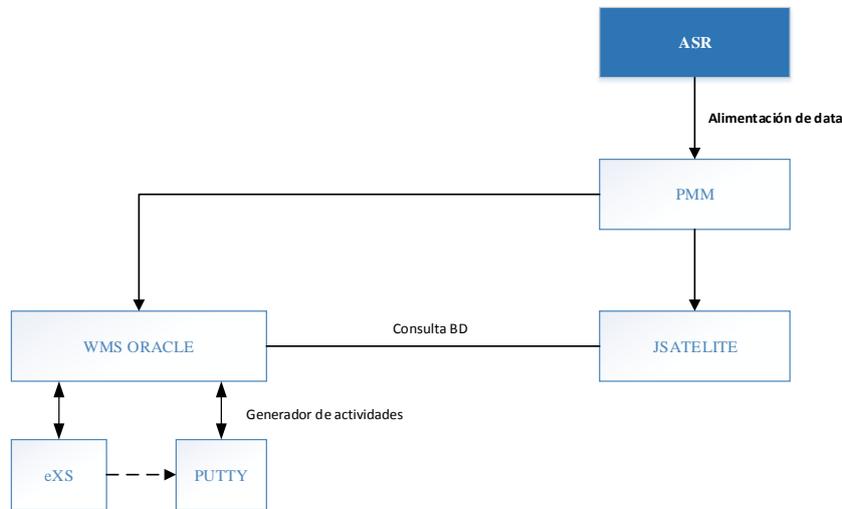


Figura N° 11: Ejemplo de comunicación de los sistemas que trabajan en el centro de distribución

Fuente: Elaboración propia.

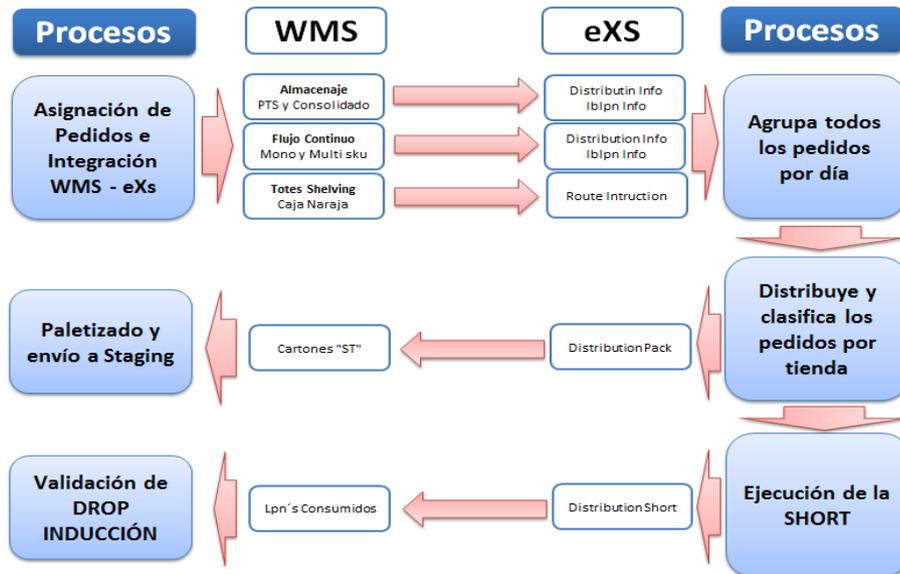


Figura N° 12: Interacción del WMS y el eXS comunicación con el sorter

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO III: SISTEMA DE HIPÓTESIS

3.1. General

Mejorará la capacidad real del *picking* en el sorter aplicando la metodología DMAIC

3.2. Específicos

- a) Mejorará la capacidad de pedidos recepcionados aplicando la metodología DMAIC.
- b) Mejorará la capacidad de alimentación para el sorter aplicando la metodología DMAIC.
- c) Mejorará la capacidad de pedidos inducidos en el sorter aplicando la metodología DMAIC.

3.3. Operacionalización de variables

Tabla N° 3: Operacionalización de variables

| | Variables | Indicador | Definición Conceptual |
|--------------------------|---|------------------------------------|---|
| Variables Independientes | Capacidad de pedidos recepcionados | Productividad en el picking | Consiste en medir la productividad en el proceso del sorter |
| | Capacidad de alimentación para el sorter | Nro. Bultos alimentados por hora | Consiste en medir el número de bultos alimentados por hora en el sorter |
| | Capacidad de pedidos inducidos en el sorter | Nro. Bultos inducidos por hora | Consiste en medir el número de bultos inducidos por hora en el sorter |
| Variables Dependientes | Tiempo de ciclo de la recepción | Tiempo de ciclo del picking | Consiste en medir el tiempo ciclo en el picking sorting |
| | Tiempo del ciclo de alimentación | Tiempo de ciclo de la alimentación | Consiste en medir el tiempo ciclo en la alimentación |
| | Tiempo del ciclo de la inducción | Tiempo del ciclo de la inducción | Consiste en medir el tiempo ciclo de la inducción |

Fuente: Elaboración propia

- **Matriz de consistencia**

Es una herramienta que permite mostrar la conexión lógica entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables, el tipo, metodología, diseño e instrumentos de la investigación. En ella se muestra los ítems mencionados (Ver Tabla N° 4).

Tabla N° 4: Matriz de consistencia

| Mejora de la capacidad real del picking en el sorter de un centro de distribución de consumo masivo aplicando la metodología DMAIC Lima 2020 | | | | | |
|---|--|---|--|--|---|
| TITULO DE INVESTIGACION | OBJETIVOS | HIPOTESIS | VARIABLES GENERALES | INDICADORES | METODOLOGIA |
| ¿Cómo mejorar la capacidad real del picking en el sorter de un centro de distribución de consumo masivo aplicando la metodología DMAIC Lima en el 2020? | Mejorar la capacidad real del picking en el sorter de un centro de distribución de consumo masivo aplicando la metodología DMAIC. | Mejorará la capacidad real del picking en el sorter aplicando la metodología DMAIC. | <p>INDEPENDIENTE</p> <p>X: Capacidad real del picking en el sorter</p> <p>DEPENDIENTE</p> <p>Y: Tiempo de ciclo del picking</p> <p>Metodología DMAIC</p> | <p>INDEPENDIENTE</p> <p>% de picking efectivo</p> <p>DEPENDIENTE</p> <p>Lead time</p> | <p>Tipo: Aplicativo</p> <p>Nivel: Explicativo – Predictivo</p> <p>Tipos de Diseño: Cuasi- Experimental</p> <p>Enfoque: Cuantitativo</p> <p>Unidad de análisis: Pedidos</p> <p>Población: Son todos los pedidos inducidos en el sorter durante el año 2020</p> <p>Muestra: Son todos los pedidos inducidos en el sorter en Lima durante los meses de julio a diciembre del 2020.</p> <p>Técnica de recolección de datos:</p> <p>Observaciones de campo registrados en el sistema de información.</p> <p>Encuestas</p> <p>Entrevistas</p> <p>Registros de producción (data)</p> <p>Registro de paradas del sorter</p> <p>Revisiones de fuentes bibliográficas y/o documentales</p> <p>Técnica de procesamiento de datos:</p> <p>Diagramas causa - efecto</p> <p>Diagramas de flujo</p> <p>Diagrama de Pareto</p> <p>Procedimientos</p> <p>DOP</p> <p>Diagrama de control e histogramas</p> |
| ¿Cómo mejorar la capacidad de pedidos recepcionados en el sorter de un centro de distribución de consumo masivo aplicando la metodología DMAIC Lima en el 2020? | Mejorar la capacidad de pedidos recepcionados en el sorter de un centro de distribución de consumo masivo aplicando la metodología DMAIC | Mejorará la capacidad de pedidos recepcionados aplicando la metodología DMAIC. | <p>VARIABLES ESPECIFICAS 1</p> <p>X1: Capacidad de pedidos recepcionados</p> <p>Y1: Tiempo de ciclo de la recepción</p> | <p>INDEPENDIENTE</p> <p>Nro. Bultos recepcionados por hora</p> <p>DEPENDIENTE</p> <p>Momento final de la recepción – Momento inicial de la recepción</p> | |
| ¿Cómo mejorar la capacidad de alimentación para el sorter de un centro de distribución de consumo masivo aplicando la metodología DMAIC Lima en el 2020? | Mejorar la capacidad de alimentación para el sorter de un centro de distribución de consumo masivo aplicando la metodología DMAIC | Mejorará la capacidad de alimentación para el sorter aplicando la metodología DMAIC. | <p>VARIABLES ESPECIFICAS 2</p> <p>X2: Capacidad de alimentación para el sorter</p> <p>Y2: Tiempo del ciclo de alimentación</p> | <p>INDEPENDIENTE</p> <p>Nro. Bultos alimentados por hora</p> <p>DEPENDIENTE</p> <p>Momento final de la alimentación – Momento inicial de la alimentación</p> | |
| ¿Cómo mejorar la capacidad de pedidos inducidos en el sorter de un centro de distribución de consumo masivo aplicando la metodología DMAIC Lima en el 2020? | Mejorar la capacidad de pedidos inducidos en el sorter de un centro de distribución de consumo masivo aplicando la metodología DMAIC | Mejorará la capacidad de pedidos inducidos en el sorter aplicando la metodología DMAIC. | <p>VARIABLES ESPECIFICAS 3</p> <p>X3: Capacidad de pedidos inducidos en el sorter</p> <p>Y3: Tiempo del ciclo de la inducción</p> | <p>INDEPENDIENTE</p> <p>Nro. Bultos inducidos por hora</p> <p>DEPENDIENTE</p> <p>Momento final de la inducción – Momento inicial de la inducción</p> | |

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DEL ESTUDIO

4.1. Tipo y método de la investigación

4.1.1. Tipo

Según su finalidad: Investigación Aplicada, cuasi experimental y cuantitativa.

La investigación es de tipo aplicada, ya que busca mejorar la situación actual del picking sorter del centro de distribución. Es de tipo cuasi experimental, ya que desarrolla una solución con herramientas de la metodología DMAIC y cuantitativa porque se usará datos numéricos para el análisis.

4.1.2. Nivel

Según su nivel: Investigación explicativo – predictivo

La investigación explicativa va más allá de la descripción de conceptos, fenómenos o del establecimiento de relaciones entre conceptos. Está dirigida a responder a las causas de los eventos físicos o sociales. Como su nombre lo indica su interés se centra en descubrir la razón por la que ocurre un fenómeno determinado, en qué condiciones y por qué ciertas variables están relacionadas. (Valderrama, S 2002, pág. 42).

De acuerdo a la naturaleza del estudio de la investigación, reúne por su nivel las características de un estudio explicativo - predictivo, porque describe el proceso del picking en el sorter, analiza los tiempos de ciclo para la ejecución del picking sorter y determina las causas y condiciones de los problemas para plantear posibles soluciones.

4.2. Población de estudio

Investigación no experimental: Estudios que se realizan sin la manipulación deliberada de variables y en los que sólo se observan los fenómenos en su ambiente natural para analizarlos. (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014).

La población o universo: Conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones. (Hernández Sampieri, Fernández Collado, &

Baptista Lucio, 2014). La población de estudio la constituye todos los pedidos inducidos en el sorter durante el año 2020.

4.3. Diseño muestral

Según su carácter: Investigación cuantitativa y probabilístico.

La investigación cuantitativa se focaliza de manera predominante en los aspectos objetivos y susceptibles de cuantificación del fenómeno f. (Valderrama, S 2002, pág. 166).

El muestreo empleado para el estudio será de tipo probabilístico, se seleccionó una muestra que estuvo comprendido por los pedidos ingresados al centro de distribución para el sorter en los meses de junio a noviembre del 2020, con un nivel de confianza de 95% dando como constante de distribución normal el valor de 1.96 y un margen de error de 5 %. Para hallar la muestra se consideró la siguiente fórmula para una población finita:

Tabla N° 5: Elementos para el cálculo de la muestra

| Sigla | Descripción |
|-------|---|
| n | Tamaño de la Muestra |
| N | Tamaño de la población |
| Z | Valor estándar acorde al Nivel de confianza |
| P | Probabilidad de ocurrencia |
| Q | Probabilidad de no ocurrencia |
| e | Error Muestral |

Fuente: Elaboración propia.

Ecuación estadística para proporciones poblacionales:

$$n = \frac{z^2 (P * Q)}{e^2 + \left(\frac{z^2 (P * Q)}{N}\right)}$$

Tabla N° 6: Valores reales para selección de la muestra

| Sigla | Descripción |
|-------|-------------|
| N | 67 |
| Z | 2.57 |
| P | 0.5 |
| Q | 0.5 |
| e | 0.01 |

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a lo anterior, el resultado arrojó un muestra de 54 pedidos.

4.4. Relación entre variables

La relación entre las variables es inversa. A mayor capacidad de producción (X) menor tiempo de ciclo (Y).

La variable independiente es X: Capacidad real del picking en el sorter

Las sub variables independientes son:

- X1: Capacidad de pedidos recepcionados
- X2: Capacidad de alimentación para el sorter
- X3: Capacidad de pedidos inducidos en el sorter

La variable dependiente del estudio es Y: Tiempo de ciclo del picking

Las sub variables dependientes son:

- Y1: Tiempo de ciclo de la recepción
- Y2: Tiempo del ciclo de alimentación
- Y3: Tiempo del ciclo de la inducción

4.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

4.5.1. Tipos de técnicas e instrumentos

a) Técnicas

Análisis Documental: Esta técnica requirió recolectar información de fuentes secundarias tales como libros, boletines, revistas, folletos, periódicos y hasta información de registros internos de la propia empresa. Por tanto, para la presente tesis se empleará fuente de información virtual para asegurar una investigación de calidad con el propósito de reforzar con datos de importancia nuestras variables de estudio. Además, se estudiarán los antecedentes de la empresa con la finalidad de evaluar la actuación de su proceso.

b) Instrumentos

Tabla N° 7: Instrumentos de Recolección de Datos

| TECNICAS DE INVESTIGACIÓN | INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS |
|---------------------------|---|
| Análisis Documental | - Medios electrónicos - Fuentes de datos WMS |

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N° 5 se observa el instrumento de recolección de datos que se utilizó en el proyecto.

4.6. Procedimientos para la recolección de datos

Se revisarán los registros del sistema de información referidos a la producción, así como se realizará las observaciones de campo correspondiente para elaboración de diagramas de flujo, además de las observaciones de campo necesarias para conocer a fondo el proceso a analizar.

Diagrama de flujo

- a) Se describirá el procedimiento de trabajo especificando quién hace, cómo se hace, cuándo se hace y donde se hace cada paso.
- b) Se elaborará el diagrama de flujos.
- c) Se identificará los pasos redundantes, los flujos del reproceso, los conflictos de autoridad, las responsabilidades y los puntos de decisión.
- d) Con el flujograma se analizarán los procesos con la finalidad de mejorar el procedimiento de trabajo.
- e) De acuerdo con el flujograma se podrá capacitar a los nuevos trabajadores y también a los que desarrollan la actividad.

4.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

El procesamiento y análisis de la información se hizo se efectuará con el software Microsoft Excel, Access y IBM SPSS Statistics 26.

Las herramientas estadísticas para utilizar son las siguientes:

- Análisis Pareto
- Diagrama causa-efecto
- Pruebas estadísticas

CAPÍTULO V: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

5.1. Condición actual

En el presente capítulo se realizó la recolección, análisis de los datos para determinar causas y brindar una solu

ción a los problemas, y de esta forma validar las hipótesis planteadas.

5.1.1. Descripción del Centro de distribución

El Centro de Distribución cuenta con un área, dividida en 34 pasillos habilitados con racks de reservas y de selección, estos contienen 7 niveles de altura. La recepción tiene 48 puertas para la desestiba de contenedores, segmentadas por tipo de mercadería, nacional e importados. El almacén alberga más de 31 mil SKU's activos, con más de 1,000 proveedores, con un promedio aproximado de 2,132 contenedores recibidos al mes, los cuales llegan al centro de distribución para abastecer a más de 400 tiendas con las que se cuenta actualmente.

5.1.2. Procesos del centro de distribución

El centro de distribución realiza operaciones de recepción, clasificación y despacho de mercadería food y non food, acompañado de tecnología y sistemas ERP que permite englobar las operaciones y unificarlas, brindando trazabilidad a la operación.

Los principales procesos de la empresa son las siguientes:

a) Inbound

Este se descompone por las áreas de:

- Recepción: Este sub proceso inicia desde la llegada del proveedor al centro de distribución e ingreso a las puertas de descarga. Donde se recepcionó y almacenó la mercadería requerida, dividida en Nacional e Importado. Donde Nacional es mercadería para almacenaje y flujo continuo e importado solo para Almacenaje.

- Picking: Es el encargado de clasificar y seleccionar los productos a los diferentes destinos asignados. Este trabaja 3 tipos de subprocesos.
 1. Subproceso de Put To Store (PTS)
 2. Subproceso de Consolidado
 3. Subproceso de Flujo Continuo

b) Outbound

El proceso de outbound lo maneja el área de despacho. Que se encarga de distribuir la necesidad requerida a las tiendas. Todas las áreas operan con radio frecuencia, que lee los códigos de barra de los inner packs, garantizando la trazabilidad de inicio a fin.

5.1.3. Identificación del problema

Para identificar los problemas más frecuentes se utilizará data recolectada de los bultos despachados por el sorter durante el periodo de junio a julio del presente año, con la cual se realizará un análisis de la situación de los subprocesos de Flujo continuo, Put to Store y Consolidado. El análisis de los datos recolectados determinó un 55% de participación en el subproceso de flujo continuo, un 43 % en el subproceso de PTS y un 2% en el subproceso de consolidado (Ver Figura N° 13). Por lo tanto, se enfocará el análisis al subproceso de flujo continuo.

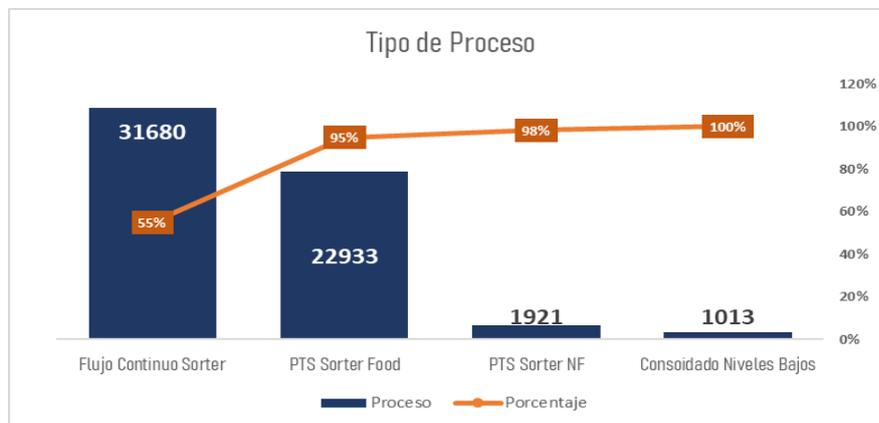


Figura N° 13: Pareto por tipo de subproceso

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 8: Detalles de la participación de los subprocesos

| Proceso | | | | | |
|----------------------------------|---------------|---------------|---------------|-------------|-------------|
| | Jun | Julio | Promedio | Peso | Porcentaje |
| Flujo Continuo Sorter | 32,219 | 31,140 | 31,680 | 55% | 55% |
| PTS Sorter Food | 23,602 | 22,263 | 22,933 | 40% | 95% |
| PTS Sorter NF | 2,212 | 1,630 | 1,921 | 3% | 98% |
| Consolidado Niveles Bajos | 1,042 | 983 | 1,013 | 2% | 100% |
| Total | 59,075 | 56,016 | 57,546 | 100% | |

Fuente: Elaboración propia

De la tabla N° 6 se analizó los promedios ponderados por cada mes y se ejecutó un diagrama de Pareto (Ver Figura N° 13).

5.2. Aplicación de la Metodología DMAIC

En la figura N° 14 se muestra las etapas de la metodología que son: definir, medir, analizar, mejorar y controlar.



Figura N° 14: Etapas de la metodología DMAIC

Fuente: Elaboración propia

5.2.1. Definir

Se busca mostrar el subproceso actual de flujo continuo y utilizar diferentes herramientas que permitan reconocer cuando surge un problema. Con el objetivo de identificar el funcionamiento utilizando diferentes herramientas de apoyo como: el mapa de proceso, diagrama SIPOC, diagrama de flujo, y el Layout actual.

5.2.2. Mapa de proceso

Para dar una visión más amplia del proceso completo del centro de distribución se realizó un mapa de procesos identificando el picking en el proceso operativo principal de la cadena (Ver Figura N° 15).

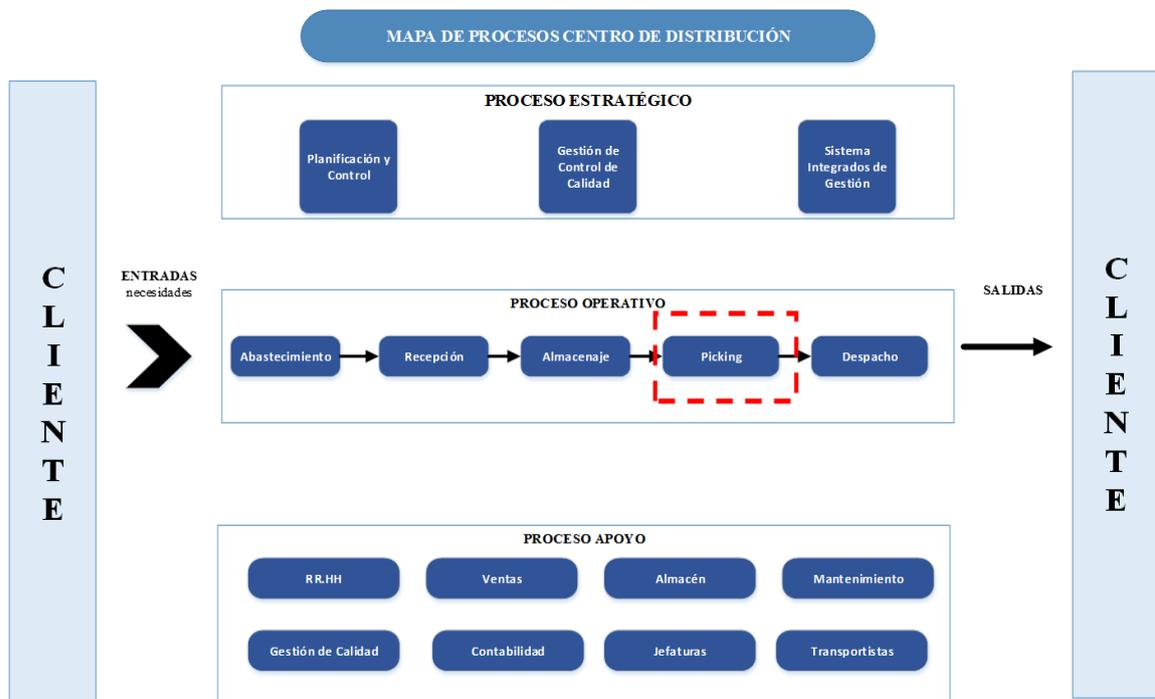


Figura N° 15: Mapa de procesos centro de distribución

Fuente: Elaboración propia

5.2.3. Diagrama SIPOC

Se desarrolló el diagrama SIPOC figura N° 16, con el objetivo de visualizar el panorama actual del subproceso, identificando a los proveedores, entradas, los procesos, las salidas, los clientes y sus requerimientos. En este, se identificó al área de abastecimiento como la primera actividad que inicia la cadena y dicha información sirve como

input para que el área de recepción comience a operar. Como resultado del proceso se obtiene los despachos a tienda.

| | Suppliers / Proveedores | Input / Entradas | Process / Proceso | Output / Salida | Customer / Cliente |
|----------|-------------------------|--|-----------------------------|--|--------------------|
| Fase I | Área de abastecimiento | Orden de compra | Recepción de Mercadería | Códigos ASN'S (código de recepción) | Área de almacén |
| Fase II | Área de almacén | Códigos ASN'S | Verificación de mercadería | Códigos ASN'S verificados | Área de almacén |
| Fase III | Área de almacén | Códigos ASN'S verificados | Generación de códigos LPN'S | <ul style="list-style-type: none"> Código LPN'S Creación de Tareas | Área de recepción |
| Fase VI | Área de recepción | <ul style="list-style-type: none"> Código LPN'S Creación de Tareas | Ejecución de tareas | Tareas finalizadas | Área de recepción |
| Fase V | Área de recepción | Tareas finalizadas | Asignación al sorter | Mercadería asignada | Picking sorter |
| Fase VI | Picking sorter | Mercadería asignada | Inducción al sorter | Cartón sorter | Despacho |
| Fase VI | Despacho | Cartón sorter | Despacho de mercadería | <ul style="list-style-type: none"> Guía de remisión ASN de recepción | Tienda |

Figura N° 16: Diagrama SIPOC

Fuente: Elaboración propia

5.2.4. Diagrama del subproceso operativo:

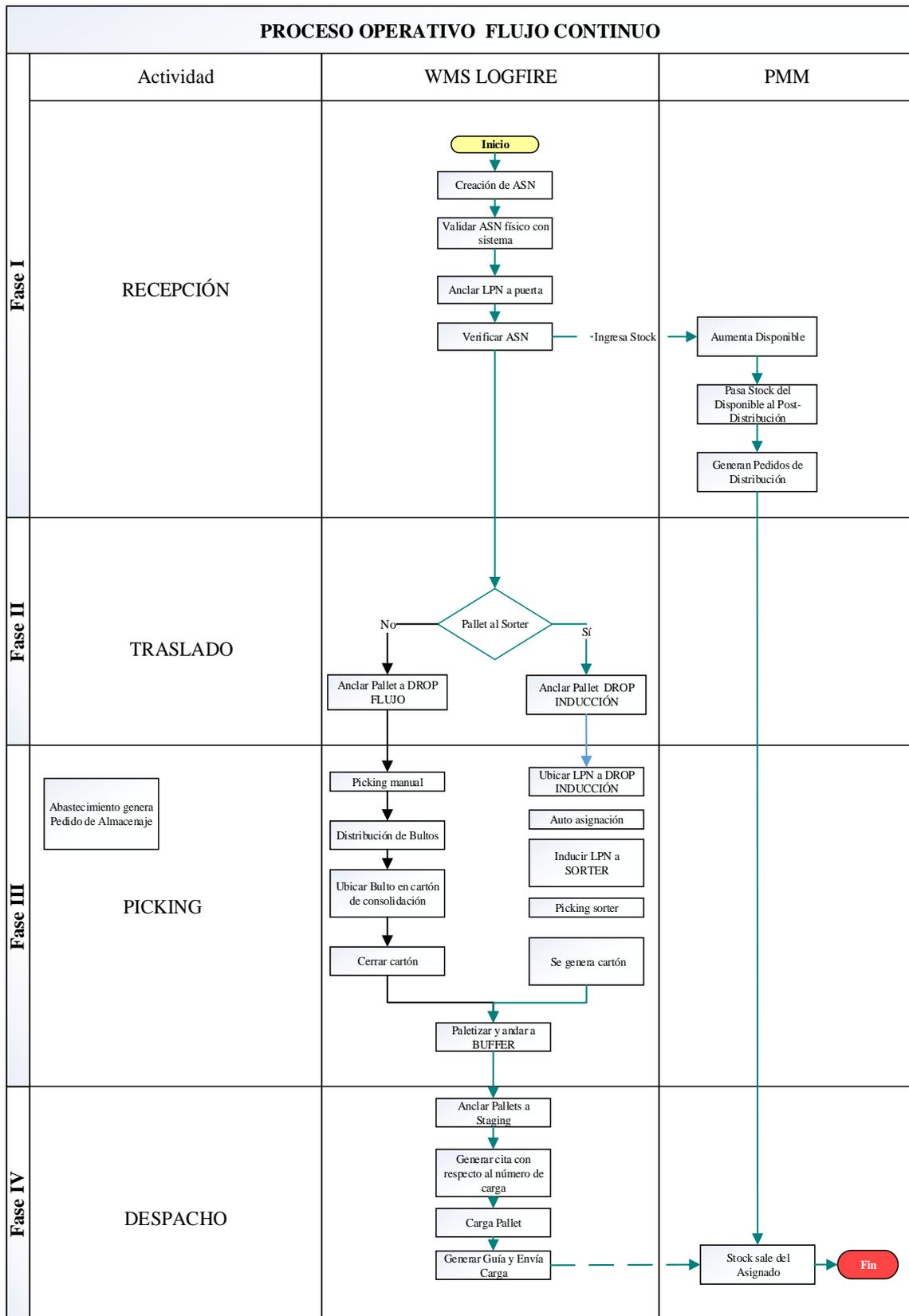


Figura N° 17: Subproceso operativo Flujo Continuo

Fuente: Elaboración propia

a) Descripción del sistema sorter

A continuación, se describe en forma detallada el funcionamiento del sorter y sus especificaciones, en la figura N° 18 se muestra el Layout actual del sorter.

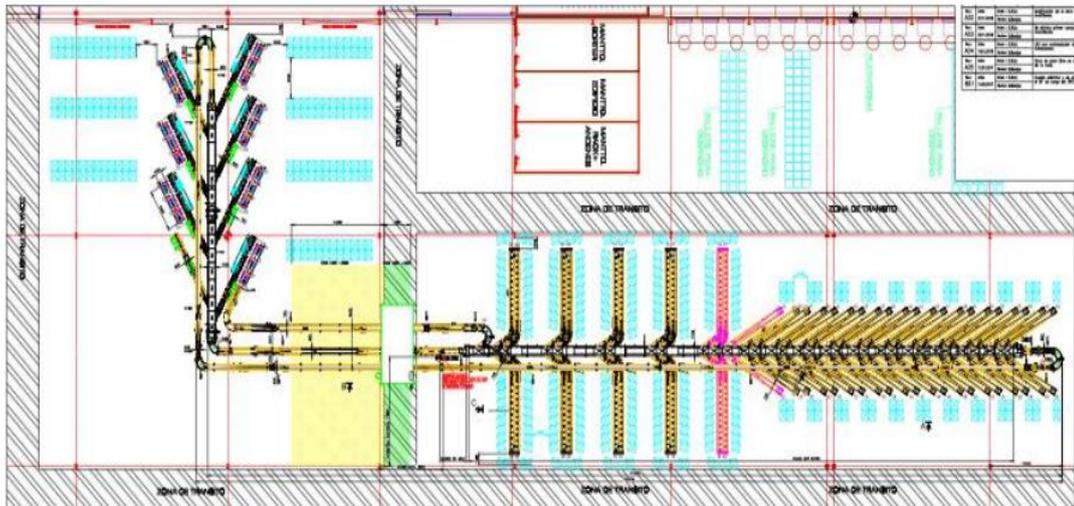


Figura N° 18: Layout general del sistema de clasificación.
Fuente: Elaboración propia

Esta solución está compuesta de 2 zonas principales:

➤ Área de alimentación:

- Entradas de cajas con 3 mesas despalletizadoras automáticas por entrada
- 1 entrada para cubetas de etiqueta de fin de pallet

Esta solución está pensada para operar sin ninguna etiqueta adhesiva en las cajas, de modo que se introducen las cajas solamente con la declaración, por medio de lectura con una pistola de código de barras, en las entradas.

➤ Área de clasificación y salidas:

- Clasificador posisorter de 65 salidas
- 40 salidas monotienda
- 24 salidas multitienda
- 1 salida para rechazos, sin destino, etc.
- 1 Línea de recirculación

1. Información de los productos a procesar en el sistema

El producto procesable por la línea debe cumplir las siguientes características:

➤ Pallets

Los pallets a ubicar en las estaciones de entradas pueden ser pallet europeo o pallet americano. Dimensiones pallet americano: 1200x1000mm Altura máxima de la palleta con carga: 1800mm Peso máximo de la palleta: 1000kg.

➤ Bultos

En la tabla N° 7 se detallan las especificaciones del bulto para ser inducidos en el sorter.

Tabla N° 9: Especificación del bulto

| | Mínimo (mm) | Promedio (mm) | Máximo (mm) |
|-----------|-------------|---------------|-------------|
| Largo (L) | 250 | 400 | 700 |
| Ancho (W) | 150 | 300 | 500 |
| Alto (H) | 20 | 250 | 450 |

| | Mínimo (Kg) | Promedio (Kg) | Máximo (Kg) |
|-----------|-------------|---------------|-------------|
| Peso (Kg) | 1 | 10 | 35 |

Fuente: Elaboración propia

➤ Etiquetado de los paquetes

Los códigos a leer deberán ser estándares (EAN13, DUN-14, EAN-128, EAN). En lo general, las características técnicas sugeridas para código de barras a leer, son:

- Módulo 0,38 mm
- Altura mínima de barra 22 mm
- Buena calidad de impresión (blanco/negro) (ANSI B ó superior)
- Los códigos de barras deben estar en condiciones de ser leídos (totalmente visibles, sin pérdidas de información)

➤ Capacidades del sistema

La capacidad de diseño del sistema es de 5.000 bultos/h, todos los elementos que integran la solución garantizan esta capacidad: transportadores, básculas, lectura de código de

barras y clasificador. Los flujos admitidos en el sistema de clasificación son:

- Capacidad inducción por entrada a colector Máx. 1.500 bultos/hora.
- Capacidad clasificadora Posisorter Máx. 5.500-6.000 bultos/hora.

➤ Inducción al sistema de clasificación

La inducción al sistema de clasificación está formada por los siguientes elementos:

- 7 entradas de producto
- Una entrada para bandejas de cierre de pallet

En la figura N° 19 se aprecia el Layout del buffer de inducción.

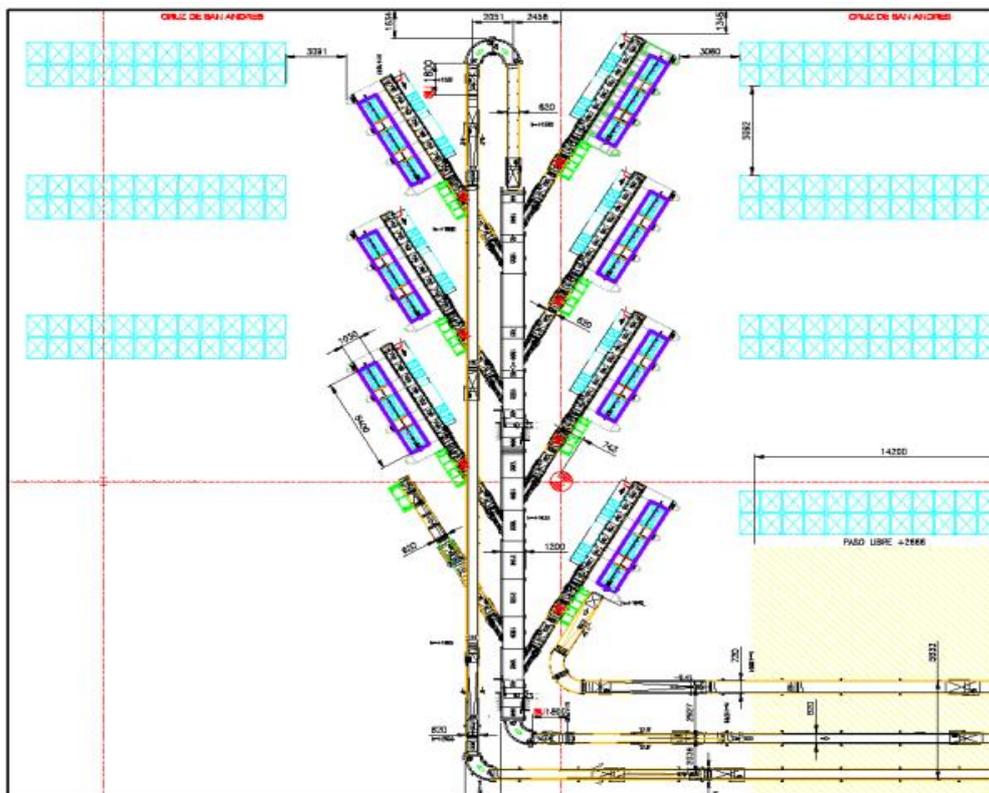


Figura N° 19: Layout del buffer de inducción

Fuente: Elaboración propia

➤ Entradas de producto

Cada entrada de producto dispone de (Ver Figura N° 20):

- Sistema de tres mesas hidráulicas para colocación de pallets
- Mesa de trabajo para el operario
- PC y pantalla con teclado y mouse
- Lector de código de barras mediante lector manual
- Sistema de báscula para chequeo de calidad de preparación

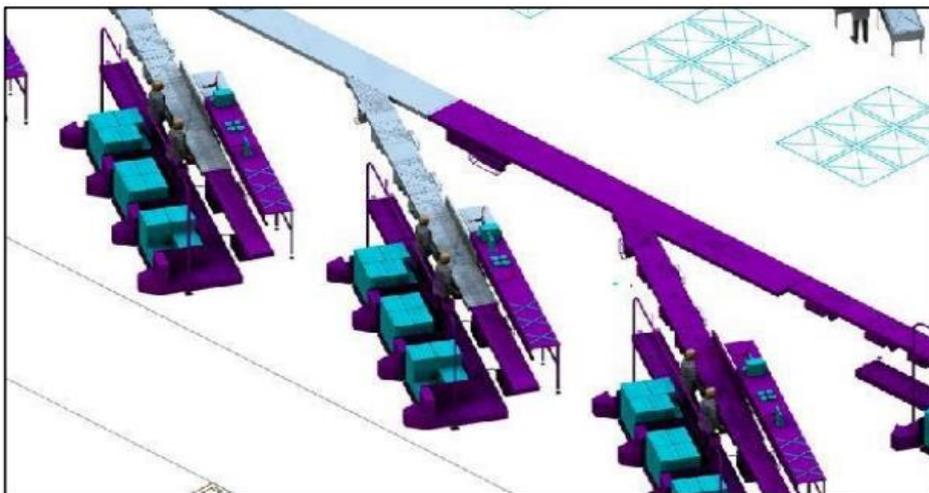


Figura N° 20: Buffer de entradas

Fuente: Elaboración propia

2. Mesas hidráulicas ergonómicas

En sistemas de clasificación, los puestos de alimentación deben ser lo más ergonómicos y eficientes posibles, con el fin de aumentar al máximo la capacidad. La mesa despalletizadora ergonómica, tiene por función el posicionado automático del pallet a despalletizar, situándola a nivel óptimo de recogida. Así se consigue reducir al mínimo el esfuerzo durante la recogida de cajas del operador de Picking, aumentar su fiabilidad y rendimiento, llegando a la máxima productividad del puesto de trabajo.

La mesa hidráulica tiene la siguiente característica:

- Permite adecuar automáticamente la altura óptima del pallet en el puesto de trabajo. Esto es posible mediante un conjunto

de sensores que detectan la distancia entre la carga del pallet con respecto a la cota de trabajo. Conforme se extraen las cajas del pallet, la mesa asciende para mantener dicha cota (Ver Figura N° 21).

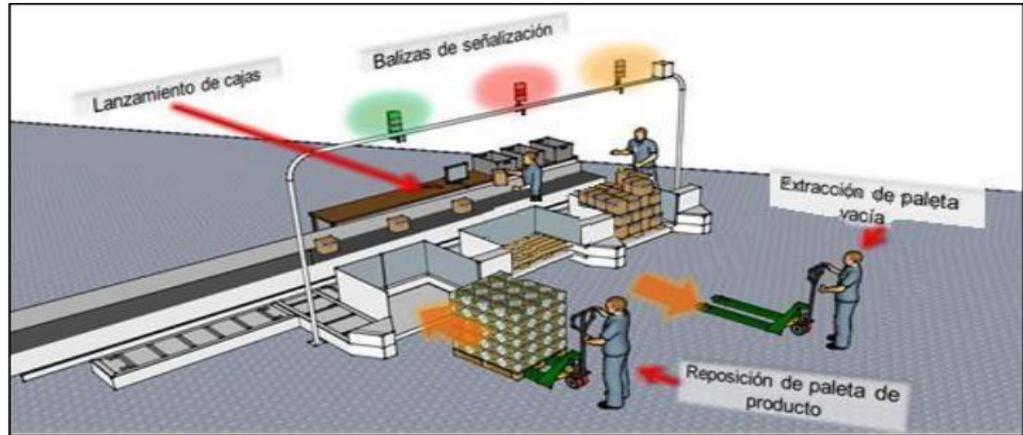


Figura N° 21: Inducción: Detalle cambio de balizas de señalización de las mesas despalletizadoras

Fuente: Elaboración propia

Detalle de altura de operación mesa despalletizadora (Ver Figura N° 22).

Además, dispone de una botonera de control que permite aumentar y disminuir la altura del pallet a voluntad del operario.

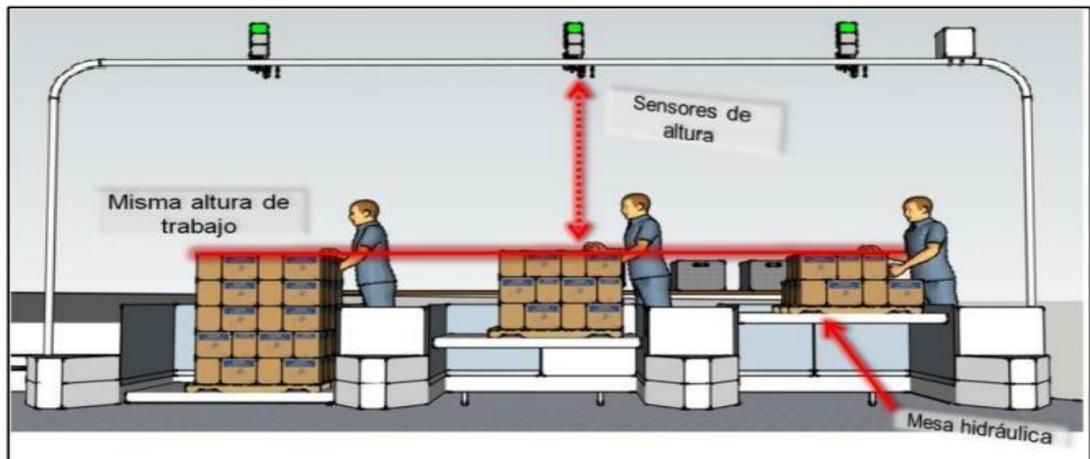


Figura N° 22: Inducción: Detalle de altura de operación mesa despalletizadora

Fuente: Elaboración propia

5.2.5. Layout actual

Se muestra el Layout actual del centro de distribución, la ubicación del sorter y el flujo del proceso (Ver Figura N° 23).

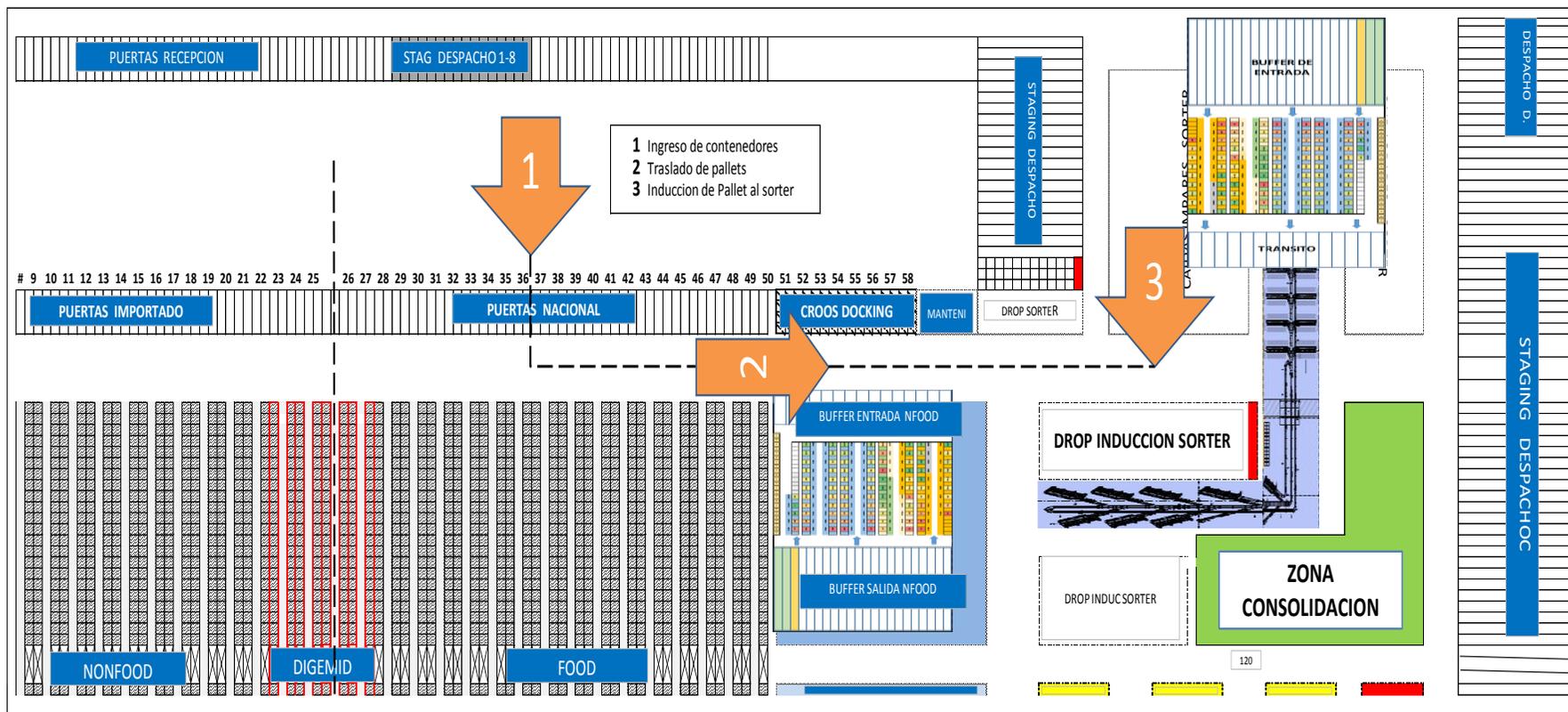


Figura N° 23: Layout Centro de Distribución, para el sub proceso de flujo continuo

Fuente: Elaboración propia

5.2.6. Diagrama de análisis del proceso actual

Para el subproceso de flujo continuo se realizó el diagrama de análisis del proceso del Layout actual (Ver Figura N° 23), con el fin de poder identificar las actividades. Dentro de las actividades se encontró que existen 8 operaciones, 2 inspecciones, 2 transporte con un recorrido de 245 metros y una espera. Con un tiempo total de 227 minutos por contenedor (Ver Figura N° 24).

| Operador / Material / Equipo | | Diagrama # 1 | Hoja 1 de 1 | | | | | | | |
|--|--|---------------|------------------|---|---|---|---|---|----------------------|--------------------------------|
| Objeto: Seguimiento a un contenedor de 40 m3 | RESUMEN | | | | | | | | | |
| | ACTIVIDAD | Actual | Propuesto | Economía | | | | | | |
| Proceso: Inducción de mercadería de FC al sorter | Operación  | 8 | | | | | | | | |
| | Inpección  | 2 | | | | | | | | |
| Método: Actual | Transporte  | 2 | | | | | | | | |
| | Espera  | 1 | | | | | | | | |
| Compuesto por: https://ingenieriametodos.blogspot.com/ | Almacenamiento  | 0 | | | | | | | | |
| | Distancia (m) | 245 | | | | | | | | |
| | Tiempo (min.) | 227.033 | | | | | | | | |
| DESCRIPCIÓN | Cantidad (und.) | Distancia (m) | Tiempo (min.) | SÍMBOLO | | | | | OBSERVACIONES | |
| | | | |  |  |  |  |  | | |
| Desastiva del contenedor | 1 | | 131 |  | | | | | | |
| Paleta espera a ser revisada | | | 2 | | | | | | | |
| Contabilización de las paletas | 1 | | 8 | | | | | | | 25 paletas por contenedor |
| Verificación de LPN'S en el total de paletas | 1 | | 5 | | | | | | | |
| Inspección documentaria de recepción | 1 | | 2 | | | | | | | |
| Verificación en el sistema WMS | 1 | | 2 | | | | | | | |
| Traslado de pallet a la Droop Inducción | | 120 | 27 | | | | | | | |
| Asignación automática | | | 0.033 | | | | | | | |
| Inducción de paletas al sorter | 1 | | 15 | | | | | | | 1000 bultos igual a 25 paletas |
| Selección del sorter de las paletas inducidas | 1 | | 15 | | | | | | | |
| Consolidar paletas del contenedor inducido | 1 | | 13 | | | | | | | |
| Filiado de un pallet | 1 | | 3 | | | | | | | |
| Traslado a la zona de despacho | 1 | 125 | 4 | | | | | | | |
| TOTAL | 1 | 245 | 227.033 | | | | | | | |
| | Total horas | | 3.784 | | | | | | | |

Figura N° 24: DAP actual, inducción de mercadería del flujo continuo al sorter

Fuente: Elaboración propia

5.3. Medir

En esta fase de la metodología DMAIC se mide los subprocesos de la operación, para entender el impacto que tiene cada uno ellos e identificar el punto de mayor relevancia. Como ya se había mencionado el subproceso de flujo continuo es el principal enfoque de análisis. A continuación, se muestra la figura N° 25 la comparativa entre la capacidad teórica del sorter versus la capacidad efectiva del subproceso. Para analizar se hace necesario la toma de datos de los meses de junio y julio, validando un margen de picking que se puede abarcar.

Tabla N° 10: Capacidad teórica del sorter versus la capacidad efectiva del subproceso

| Proceso | Teorico | Jun | Julio | Peso |
|----------------------------------|---------------|---------------|---------------|-------------|
| Flujo Continuo Sorter | 44,041 | 32,219 | 25,287 | 55% |
| % Ejecutado FC | 100% | 73% | 57% | |
| PTS Sorter Food | 31,881 | 23,602 | 22,263 | 40% |
| PTS Sorter NF | 2,671 | 2,212 | 1,630 | 3% |
| Consolidado Niveles Bajos | 1,408 | 1,042 | 983 | 2% |
| Total | 80,000 | 59,075 | 50,163 | 100% |

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N° 8 se detallará el porcentaje de participación de las causas raíces.

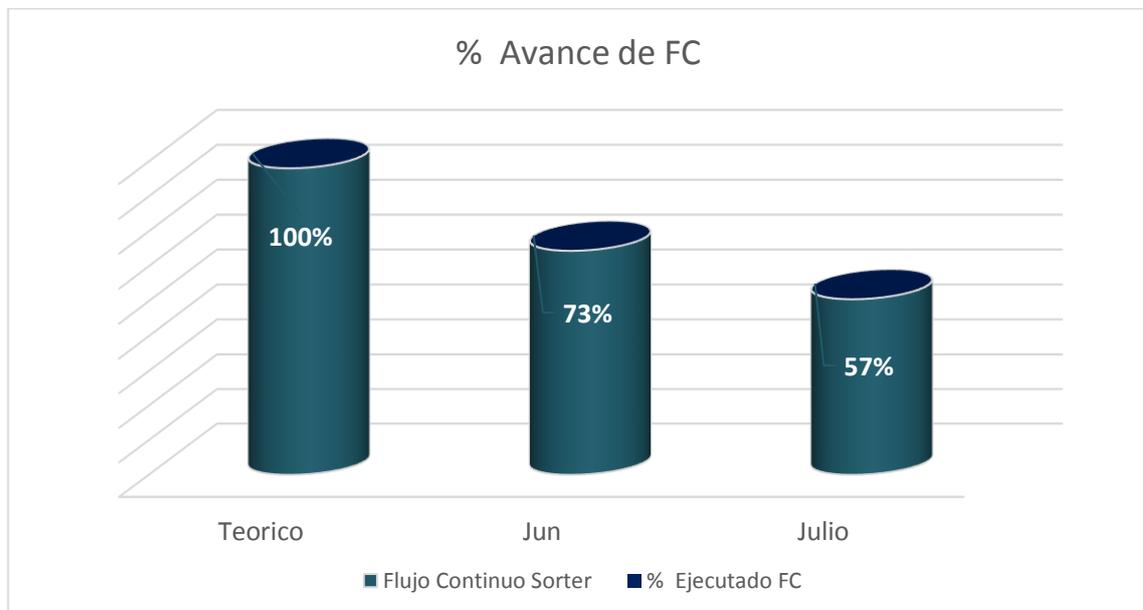


Figura N° 25: Detalles de la capacidad teórica vs real

Fuente: Elaboración propia

5.3.1. Selección de datos

Con el subproceso ya descrito, se procedió a recolectar datos definidos: Fechas, avance por día y avance por hora promedio. Para ello, se realizó las descargas en el sistema WMS en los rangos de fechas estipuladas con cortes de 07:00 AM a 07:00 AM del día siguiente. A continuación, en la tabla N° 9 se muestra los datos.

Tabla N° 11: Detalle de datos para el análisis

| Datos | Descripción |
|----------------|---|
| Fechas | Los rangos de fechas consideradas son de 01 de Junio al 31 de Julio |
| Avance por día | Considerando el avance total del subproceso de flujo continuo ejecutando en el sorter |
| Lead Time | Es el avance total entre las horas operativas |

Fuente: Elaboración propia

En el anexo N° 1 se detalla una muestra de los datos actuales, el cual fue extraído de un Excel que consolida los avances por día y el lead time por día. Con dicha base, se agruparon el lead time con la finalidad de obtener la variación de tiempos ejecutados en el sorter; de esta forma, se podrá calcular la media y variación del subproceso flujo continuo. De acuerdo a lo expuesto por Evans (2008:94), el enfoque de la metodología DMAIC es reducir la variabilidad en los procesos la cual se refleja en la varianza de una variable asociada a dicho proceso; como se puede apreciar en la tabla N° 10 analizada con el software IBM SPSS Statistics 26.

Tabla N° 12: Estadísticas referentes de los avances por día y el lead time por día de junio a Julio

| Descriptivos | | | Estadístico | Error estándar |
|---|---|-----------------|-------------|----------------|
| Avance_día | Media | | 25980,2037 | 1516,73136 |
| | 95% de intervalo de confianza para la media | Límite inferior | 22938,0259 | |
| | | Límite superior | 29022,3815 | |
| | Media recortada al 5% | | 26119,6214 | |
| | Mediana | | 26403,5000 | |
| | Varianza | | 124225596,3 | |
| | Desviación estándar | | 11145,65370 | |
| | Mínimo | | 7120,00 | |
| | Máximo | | 43721,00 | |
| | Rango | | 36601,00 | |
| | Rango intercuartil | | 22276,50 | |
| | Asimetría | | -,076 | ,325 |
| | Curtosis | | -1,435 | ,639 |
| | Lead_Time | Media | | 2,8322 |
| 95% de intervalo de confianza para la media | | Límite inferior | 2,3824 | |
| | | Límite superior | 3,2821 | |
| Media recortada al 5% | | | 2,6513 | |
| Mediana | | | 2,1750 | |
| Varianza | | | 2,716 | |
| Desviación estándar | | | 1,64814 | |
| Mínimo | | | 1,31 | |
| Máximo | | | 8,08 | |
| Rango | | | 6,77 | |
| Rango intercuartil | | | 2,16 | |
| Asimetría | | | 1,507 | ,325 |
| Curtosis | | | 2,046 | ,639 |

Fuente: Tabla de resultados procedente del software IBM SPSS Statistics 26.

5.3.2. Prueba de ajuste de variable

Para aplicar un análisis estadístico es necesario demostrar que la variable continua se ajuste a una distribución normal o una distribución no normal. Por lo tanto, como los datos recopilados son mayor a 30 muestras se aplicará la prueba de normalidad de Kolmogorov – Smirnov.

Para ambas variables, se verifico los análisis de ajuste y se halló el nivel de significación. En la tabla N° 11 se observa el resultado de Kolmogorov – Smirnov, para el Avance por día y el Lead time con un Sig. de 0.01 y 0.013 efectivamente siendo ambos menor al 0.05. Se determinó que ambas variables no se ajustan a una distribución normal

Tabla N° 13: Prueba de normalidad de avance día y lead time por Kolmogorov - Smirnov

| | Pruebas de normalidad | | | | | |
|------------|---------------------------------|----|------|--------------|----|------|
| | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
| | Estadístico | gl | Sig. | Estadístico | gl | Sig. |
| Avance_día | ,140 | 54 | ,010 | ,920 | 54 | ,002 |
| Lead_Time | ,137 | 54 | ,013 | ,921 | 54 | ,002 |

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Tabla de resultados procedente del software IBM SPSS Statistics 26.

En la figura N° 26 el histograma demuestra que el avance por día en los meses de junio y Julio no se aproxima a una distribución normal.

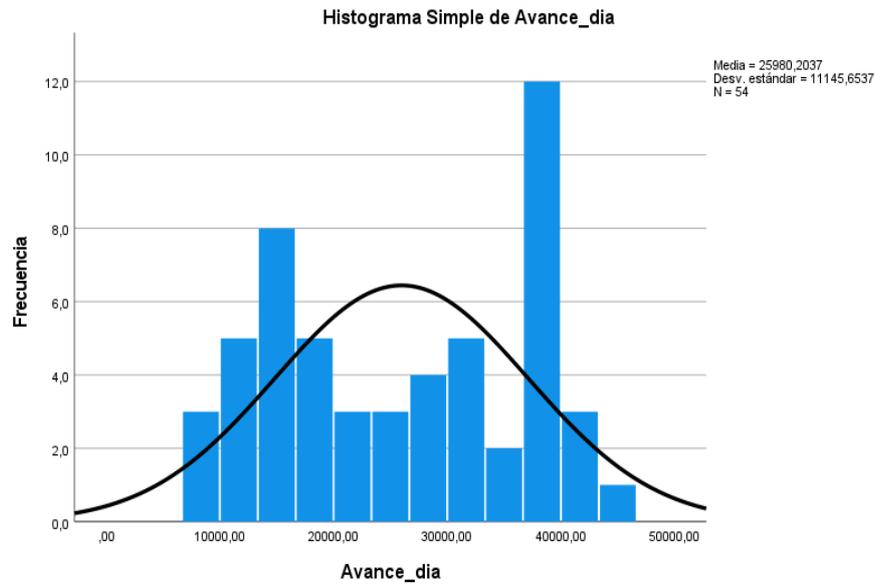


Figura N° 26: Histograma de la variable avance día

Fuente: Tabla de resultados procedente del software IBM SPSS Statistics 26.

De la misma forma se demuestra en la figura N° 27 que el lead time en los meses de junio y Julio no se aproximan a distribución normal.

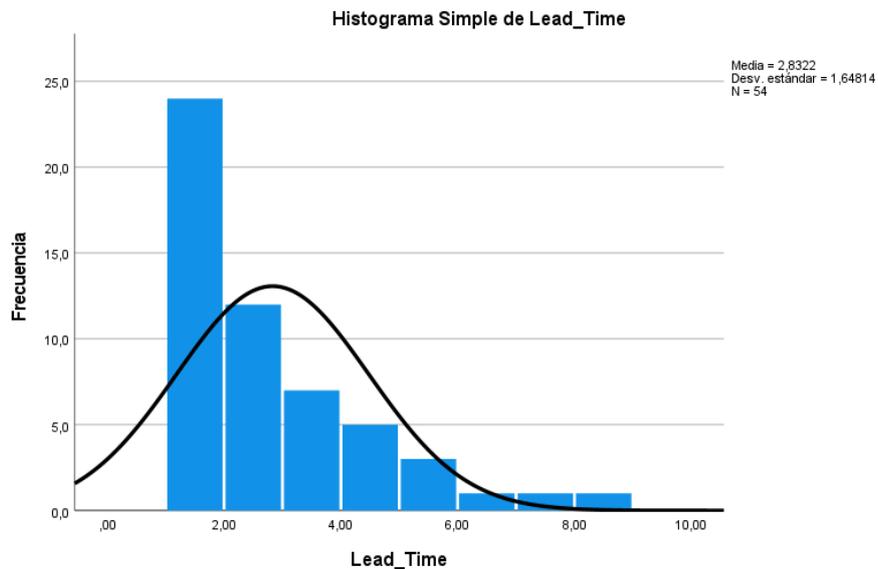


Figura N° 27: Histograma de la variable lead time

Fuente: Tabla de resultados procedente del software IBM SPSS Statistics 26.

5.3.3. Toma de tiempos

Para especificar de manera concreta el subproceso de flujo continuo se realizó una toma de tiempo de las actividades más relevantes con el fin de conocer los TC actuales. Este inicia desde la desestiba de la mercadería hasta el despacho, tal como se observa en la tabla N° 12.

Para realizar la recolección de datos se emplea la observación como técnica, con esta se registró 10 muestras por actividad y se halló el tiempo promedio. A este se le adiciono la valorización por tipo de trabajo obteniendo el tiempo básico sin suplementos. Se sabe que el suplemento compensa los retrasos, demoras y contingencias que se pueden presentar en la ejecución de una tarea, por consiguiente, nuestro suplemento es de 15% del tiempo básico. Dando como resultado el tiempo ciclo.

Tabla N° 14: Toma de tiempos en la desestiba de la mercadería hasta el despacho

| RESERVADO | | | | | ESTUDIO DE TIEMPOS | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|-------------------------|-----------------------------------|---------------------|---------|--------------------|--------------------|-----------|----------------|----------|------|------|------|--------|-----|----------|------|-------------|--|
| DEPARTAMENTO | | OPERACIONES | | | ESTUDIO N° | | 1 | | | | | | | | | | | |
| | | | | | HOJA | | 1 | | | DE | | 1 | | | | | | |
| PROCESO | | PICKINGSCORTER | | | FECHA INICIO | | 3-Ago | | | | | | | | | | | |
| | | | | | FECHA FINAL | | 12-Ago | | | | | | | | | | | |
| ESTUDIO N° | 5 | | AREA | SCORTER | | DIAS TRANSCURRIDOS | | 9 | | | | | | | | | | |
| HERRAMIENTAS Y CALIBRADORES | | PLANTILLA DE TIEMPOS Y CRONOMETRO | | | SUPERVISOR | | RICHAR | | | | | | | | | | | |
| | | | | | CARGO | | SUPERMSOR | | | | | | | | | | | |
| METODO MEDICION | OBSERVACION | | UNIDADES DE TRABAJO | | | OBSERVADO POR | | RENATOPALOMINO | | | | | | | | | | |
| PRODUCTO | FLUJOCONTINUO | | CONTENEDOR | | 25 PALLETS | | PUESTO | | ANALISTA | | | | | | | | | |
| | | | PALLET | | 40 BULTOS | | MES | | AGOSTO | | | | | | | | | |
| ITEM | ELEMENTO | UNID. MEDIDA | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | T.PROM | VAL | T.BASICO | S | TC | |
| 1 | Desestiba de mercaderia | HR/ CTN | 148 | 157 | 160 | 161 | 156 | 153 | 156 | 162 | 152 | 151 | 156 | 102 | 159 | 0.24 | 1.83 | |
| 3 | Recepcion de Mercaderia | HR/ CTN | 0.21 | 0.22 | 0.23 | 0.24 | 0.25 | 0.22 | 0.21 | 0.19 | 0.2 | 0.24 | 0.22 | 100 | 0.22 | 0.03 | 0.25 | |
| 2 | Traslado de mercaderia | HR/ CTN | 0.43 | 0.35 | 0.38 | 0.37 | 0.39 | 0.42 | 0.45 | 0.44 | 0.41 | 0.45 | 0.41 | 95 | 0.39 | 0.06 | 0.45 | |
| 4 | Inluccion de Mercaderia | HR/ CTN | 0.22 | 0.21 | 0.20 | 0.25 | 0.24 | 0.18 | 0.25 | 0.21 | 0.21 | 0.19 | 0.22 | 99 | 0.21 | 0.03 | 0.25 | |
| 5 | Paletizar de pallet | HR/ CTN | 0.28 | 0.26 | 0.27 | 0.23 | 0.25 | 0.26 | 0.27 | 0.22 | 0.21 | 0.25 | 0.25 | 95 | 0.24 | 0.04 | 0.27 | |
| 6 | Despacho | HR/ CTN | 0.21 | 0.25 | 0.24 | 0.22 | 0.23 | 0.25 | 0.23 | 0.24 | 0.25 | 0.26 | 0.24 | 100 | 0.24 | 0.04 | 0.27 | |

Fuente: Elaboración propia

5.3.4. VSM actual

Para iniciar un correcto VSM se siguió las siguientes etapas, en primer lugar, se inició con la identificación de la familia de productos, la cual puede ser seleccionada por diferentes criterios (tipo de producto, mercado, clientes, volumen de venta, tipo de proceso, características de productos, etc.).

a) Definir la familia de productos

Para identificar la macro familia de productos dentro de la operación, se analizó el criterio “tipo de productos”. En esta investigación se identificó tres tipos de familia de productos en donde cada una se contabiliza de diferente forma, contenedores, pallets y bultos. Donde un contenedor contiene 25 pallets, un pallet contiene 40 bultos y un bulto es igual a “x” cantidad de productos. Por lo tanto, se tomó como referencia para el estudio un contenedor (Ver Tabla N° 13).

Tabla N° 15: Tipos de familia

| Familia | Unid. Medida | | |
|------------|--------------|---------|--------|
| | Contenedor | Pallets | Bultos |
| Contenedor | 1 | 25 | 1000 |
| Pallets | 0 | 1 | 40 |
| Bultos | 0 | 0 | 1 |

Fuente: Elaboración propia

b) Métricas del VSM

Dentro del VSM se han desarrollado y tenido en cuenta los siguientes indicadores:

1. Tiempo de Ciclo (T/C), es un parámetro que mide cada proceso y se define como el tiempo ejecutado.

En esta etapa se midió los tiempos por cada estación (Ver Tabla N°12), según su unidad de medida y se expresó en nuestro VSM. De los 7 tipos de TC se midieron 6 ya que uno se aproximó al tiempo de ejecución del sorter figura N° 29.

2. Tiempo en funcionamiento (T/F), es la cantidad de tiempo que ejecuta un usuario al usar un dispositivo, maquinaria o sistema. El valor que toma es un porcentaje de las horas trabajadas sobre las horas operativas.

3. Tiempo de preparación del trabajo (C/O), es el tiempo que se toma la operación al inicio para preparar el funcionamiento de las maquinarias a utilizar.
4. Tiempo disponible (T/D), Cantidad de tiempo disponible durante la jornada de trabajo sin considerar el refrigerio, reuniones, descanso entre otros. Para el presente estudio se consideraron las siguientes premisas:
 - El horario de trabajo es de 18 horas operativas divididas en 2 turnos de lunes a sábados.
 - El tiempo de refrigerio es de 1 hora por turno de lunes a sábados.
5. Tiempo sin valor agregado (L/T), es el tiempo de retraso no ejecutable. En el presente estudio se tiene que el tiempo sin valor agregado es de 383 minutos / 6.39 horas, mucho mayor al tiempo que agrega valor al producto.
6. Tiempo valor agregado (TVA), es la cantidad de tiempo que agrega valor al producto. En el presente estudio se tuvo que el lead time es de 213 minutos / 3.55 horas.

Calculo del Tackt time

El Tackt Time (TT) es el ritmo al que la planta debe trabajar (personas, máquinas, flujo, etc.).

Se tomó como referencia el plan actual de picking para le sorter (Ver Figura N° 28).

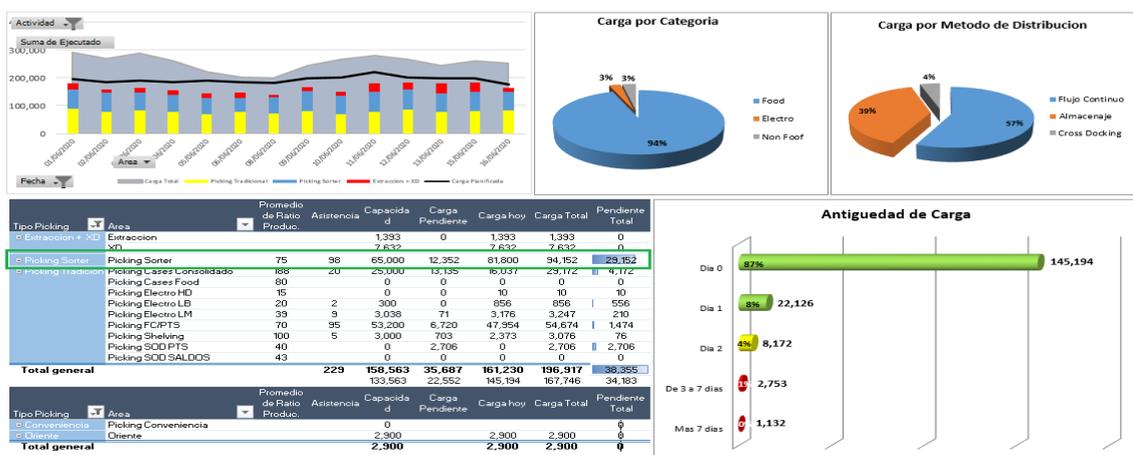


Figura N° 28: Plan actual de picking para le sorter

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se muestra su cálculo:

- Turno de trabajo: 9 hora. \times 60 mminuto \times 60 ssegundo \times 2 turnos = 64,800 ssegundos
- Refrigerio: 1 hora \times 60 minuto \times 60 ssegundo \times 2 turnos = 7,200 segundos
- Tiempo set up: 125 minuto \times 60 segundo = 7,500 segundos
- Tiempo de producción disponible: $64,800 - (7,200+7,500) = 50,100$ segundos

Entonces, el tiempo de producción disponible es 50,100 segundos por día dentro de la semana.

- Demanda promedio diario (Capacidad) = 65,000 Bultos /día (38,000 flujo continuo y 27,000 almacenaje).

Finalmente, el tiempo Tackt time será calculado como:

- Tackt Time (TT) Flujo continuo: $50,100 / 38,000 = 1.32$ segundos / bulto.

Se concluye que existen dos estaciones que generan cuello de botella retrasando el fluido de la operación.

Estaciones que tienen mayor TVA:

- Desestiba con 109 minutos/Contenedor
- Traslado con 27 minutos / Contenedor

En la siguiente tabla se detallan los indicadores que se usó en el VSM (Ver Tabla N° 14).

Tabla N° 16: Indicadores del VSM

| Actividad | Hbras | | | | | Lead Time |
|-----------------|--------------|-----|-----------------|------------|-------------|-----------|
| | TC | TF | CO | | | |
| | | | min | Hbras | | |
| Desestiba | 182 | 73% | 15 | 0.25 | 20 | |
| Recepcion | 0.25 | 0% | 10 | 0.17 | 0.3 | |
| Traslado | 0.45 | 75% | 10 | 0.17 | 0.4 | |
| Induccion | 0.25 | 81% | 20 | 0.33 | 10 | |
| Picking Sorting | 0.25 | 81% | 40 | 0.67 | 10 | |
| Paletizar | 0.27 | 75% | 15 | 0.25 | 10 | |
| Despacho | 0.27 | 75% | 15 | 0.25 | 0.7 | |
| TVA | 3.560 | | Total CO | | 2.08 | |
| | | | | TVA | 6.39 | |

Fuente: Elaboración prop

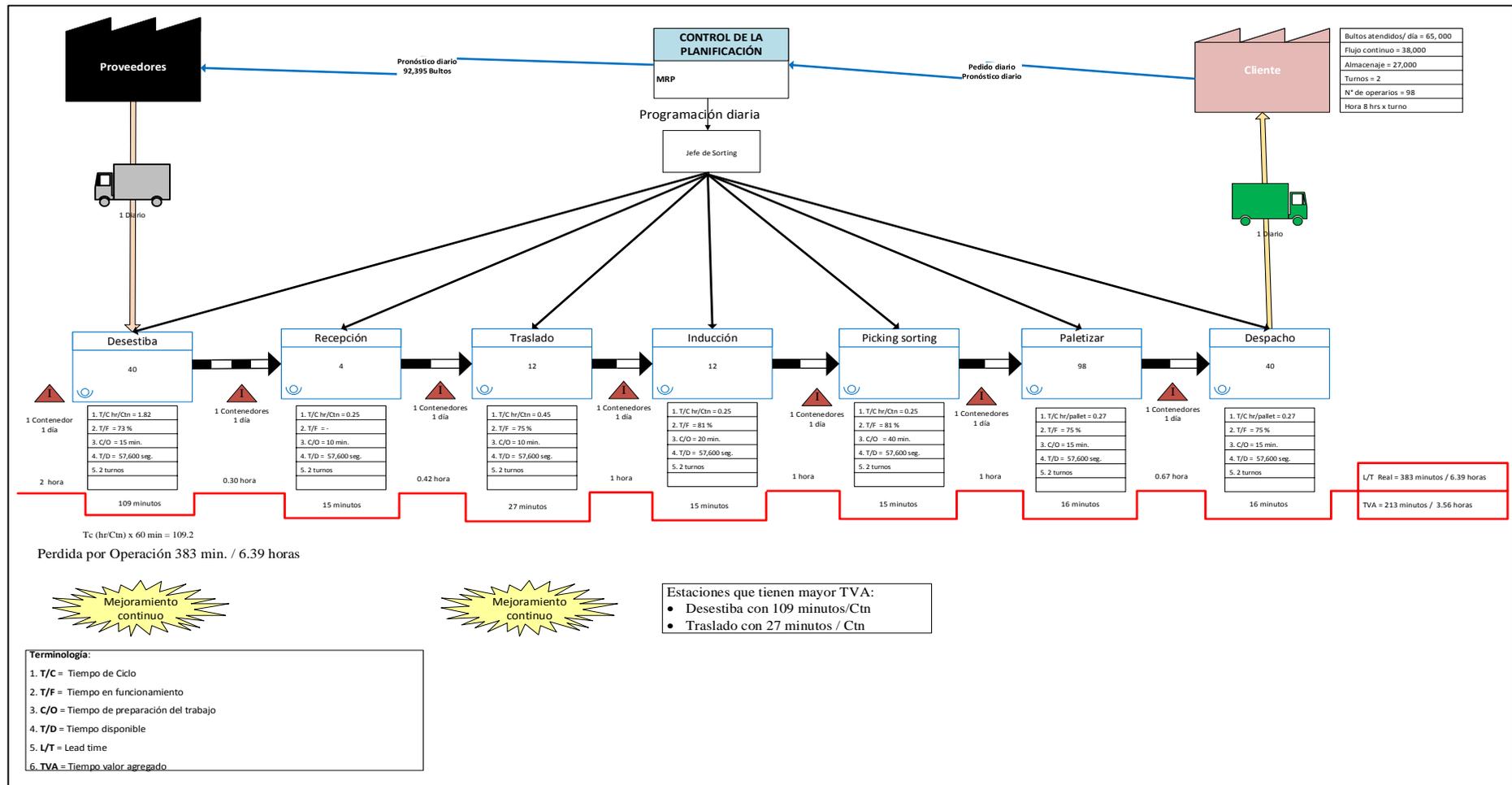


Figura N° 29 : VSM actual

Fuente: Elaboración ac

5.4. Analizar

En esta fase se analizará las causas que generen retrasos en el subproceso de flujo continuo y sus actividades. Para ello, se aplicó un diagrama de causa efecto y se identificó las distintas causas que están relacionadas directamente con la problemática definida en la fase anterior (Ver Figura N° 29). Se utilizó la matriz de priorización y la técnica de los 5 porqués que permiten analizar con mayor detalle las causas identificadas.

5.4.1. Diagrama Causa – Efecto

Se analizó las causas de los insuficientes pedidos inducidos en el sorter del subproceso ya mencionado, los cuales son generados por diferentes factores. Se preguntó a las diferentes áreas involucradas cuales son las causas que le generan mayor retraso en su operación. Por ende, a continuación, se presenta el diagrama de causa efecto (Ver Figura N° 30).

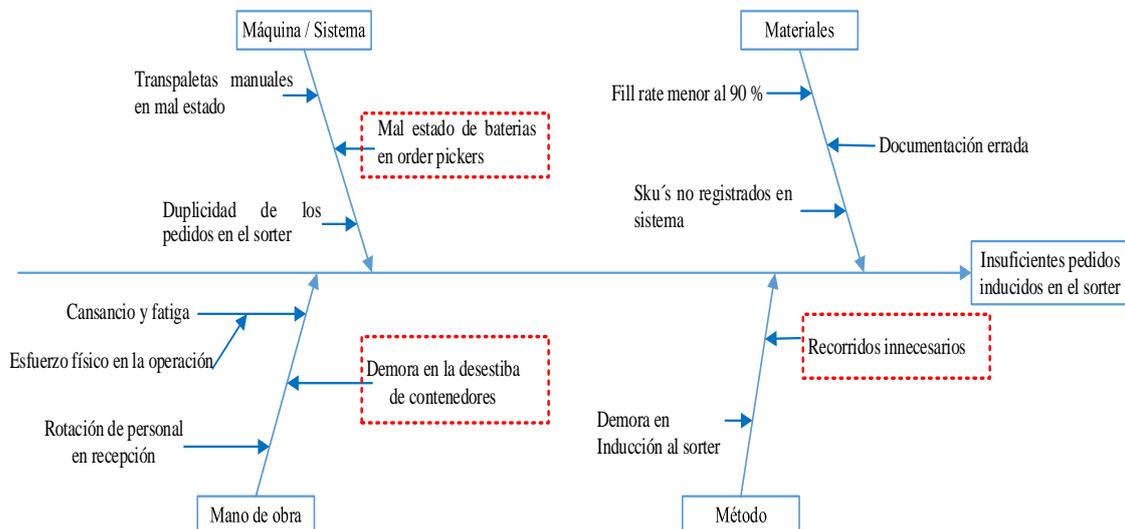


Figura N° 30: Gráfica Ishikawa de análisis de problemas

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la figura N° 30, se explicará el detalle de las causas dentro de cada factor:

- En el factor Máquina/Sistema, se identifica las transpaletas manuales en mal estado, mal estado de baterías en order pickers y duplicidad de los pedidos en el sorter.

- En el factor Materiales, se identificó fill rate menor al 90% de los proveedores, documentación errada o mal digitada y Skus´s no identificados por el sistema.
- En el factor Mano de obra, se identificó cansancio y fatiga, rotación de personal en recepción y demora en la desestiba de contenedores.
- En el factor Método, se identificó demora en inducción al sorter y recorridos innecesarios por mala distribución de Layout.

5.4.2. Matriz de priorización

Se presenta la matriz de priorización teniendo en cuenta dos factores: probabilidad de ocurrencia (Ver Tabla N° 15) y nivel de impacto (Ver Tabla N° 16). Para ello, la probabilidad de ocurrencia y nivel de impacto o repercusión. Serán medidos de la siguiente forma: Matriz de probabilidad.

Tabla N° 17: Matriz de probabilidad

| Matriz de probabilidad | | |
|-------------------------------|----------------------------------|--------------|
| Ocurrencia | Significado | Valor |
| Frecuente | Casi certeza que se produzca | 5 |
| Probable | Probable que se produzca | 4 |
| Ocasional | Probable que se produzca a veces | 3 |
| Posible | Puede ocurrir en algún momento | 2 |
| Improbable | Nunca puede ocurrir | 1 |

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 18: Matriz de impacto

| Matriz de Impacto | | |
|--------------------------|----------------------------------|--------------|
| Ocurrencia | Significado | Valor |
| Muy alto | Casi certeza que se produzca | 5 |
| Alto | Probable que se produzca | 4 |
| Moderado | Probable que se produzca a veces | 3 |
| Bajo | Puede ocurrir en algún momento | 2 |
| Muy bajo | Nunca puede ocurrir | 1 |

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 19: Matriz de priorización

| Causa | | Probabilidad | Impacto | Puntaje |
|-------|---|--------------|---------|---------|
| A | Mal estado de baterías en order pickers | 5 | 5 | 25 |
| B | Demora en la desestiba de contenedores | 5 | 5 | 25 |
| C | Recorridos innecesarios | 5 | 5 | 25 |
| D | Cansancio y fatiga | 4 | 5 | 20 |
| E | Transpaletas manuales en mal estado | 5 | 4 | 20 |
| F | Fill rate menor al 90 % | 4 | 4 | 16 |
| G | Demora en Inducción al sorter | 3 | 5 | 15 |
| H | Skus no registrados en sistema | 3 | 5 | 15 |
| I | Rotación de personal en recepción | 4 | 3 | 12 |
| K | Duplicidad de los pedidos en el sorter | 1 | 4 | 4 |
| L | Documentación errada | 2 | 2 | 4 |

Fuente: Elaboración propia

Como resultado de dicho análisis, en la tabla N° 17 se identificaron 11 causas raíces.

De acuerdo con la priorización de causas y la frecuencia de ocurrencia se determinó los pesos para ser diagramados y segmentados en Pareto. A continuación, se muestra en la tabla N° 18, segmentada en pesos y porcentajes acumulados.

Tabla N/ 20: Efectividad Operacional

| Efectividad Operacional | | | | | | | |
|-------------------------|---|-----------|------------|--------------|-----|------------|--------------|
| Item | Descripción | Severidad | Frecuencia | Peso | % | %Acumulado | Segmentación |
| 1 | Demora en desestiba de contenedores | 25 | 82% | 21 | 15% | 15% | A |
| 2 | Recorridos innecesarios | 25 | 79% | 20 | 14% | 29% | A |
| 3 | Mal estado de baterías en order pickers | 25 | 73% | 18 | 13% | 42% | A |
| 4 | Cansancio y Fatiga | 20 | 75% | 15 | 11% | 53% | B |
| 5 | Fill Rate menor al 90% | 16 | 90% | 14 | 10% | 63% | B |
| 6 | Traspaletas manuales en mal estado | 20 | 70% | 14 | 10% | 73% | B |
| 7 | Demoras en induccion al sorter | 15 | 80% | 12 | 9% | 81% | B |
| 8 | Skus no Registrados en sistema | 10 | 98% | 10 | 7% | 88% | C |
| 9 | Rotacion de Personal | 12 | 70% | 8 | 6% | 94% | C |
| 10 | Duplicidad de pedidos en el sorter | 4 | 98% | 4 | 3% | 97% | C |
| 11 | Documentacion Errada | 4 | 95% | 4 | 3% | 100% | C |
| | | | | Total | 140 | 100% | |

Fuente: Elaboración propia

Se observa en la figura N° 31 y tabla N° 18 que la que la principal causa es la demora en desestiba de contenedores, los recorridos innecesarios por mala distribución del Layout y el mal estado de las baterías de los

orders pickers son las principales causas que desarrollaremos en nuestra matriz de los 5 porqués.

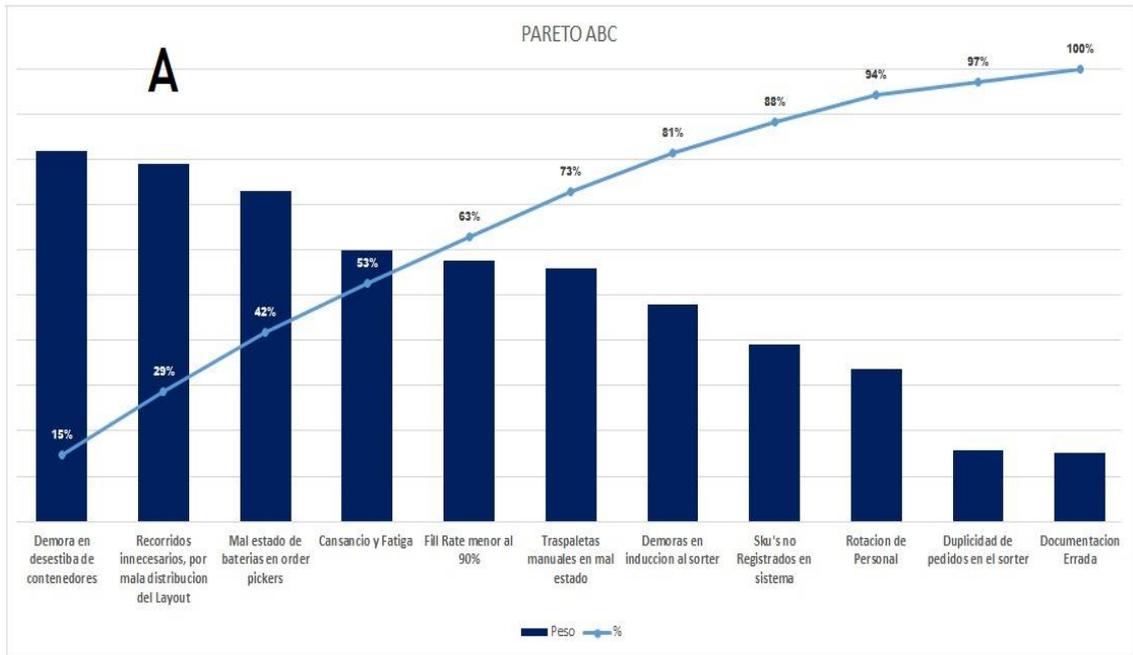


Figura N° 31: Diagrama de Pareto – Principales causas del problema principal

Fuente: Elaboración propia

5.4.3. 5 porqués

Si bien es cierto que el Diagrama de Ishikawa permite tener un panorama general de cuáles son las causas de los problemas en cuestión, se necesita de otras herramientas para profundizar aún más sobre el análisis de dichas causas; para lo cual, identificamos las tres causas con mayor impacto en el Pareto y se utilizará la herramienta de los 5 Porqués.

A continuación, se presenta su aplicación (Ver Tabla N° 19):

Tabla N° 21: 5 Porqués

| Causa | ¿ Por qué? | ¿ Por qué? | ¿ Por qué? | ¿ Por qué? | Resultado del Análisis |
|---|--|---|--|--|--|
| Mal estado de baterías en order pickers | Por el exceso de vida útil de la batería | No hay un check list de salida para los order pickers | No existe un control de sobre los orders pickers | | Plan de mantenimiento a los order pickers |
| Demora en la desestiba de contenedores | Existe mucha rotación de personal | Existe cansancio y fatiga | Es una actividad de esfuerzo | La actividad no tiene métodos de trabajo | Procedimiento de la actividad y plan de capacitación del procedimiento |
| Recorridos innecesarios | El distanciamiento de las puertas de recepción | Una mala distribución del Layout | | | Mejoramiento de Layout |

Fuente: Elaboración propia

5.5. Mejorar

En la fase anterior se encontraron las causas que originan los retrasos para alimentar al sorter, por consecuencia no llegar a la capacidad teórica. Con base en estos resultados la presente fase detalla las propuestas de mejora en el proceso. A continuación, se propone desarrollar el método Poka Yoke, para evitar fallas inadvertidas. Como un Layout mejorado y un plan de capacitación al personal.

5.5.1. Poka Yoke

Con la finalidad de alcanzar cero errores y disminuirlos al máximo, que se pueden cometer durante la desestiba de contenedores, se planteará la herramienta Poka Yoke.

Se propone implementar un procedimiento, con la finalidad de reducir la variabilidad de la actividad y buscar la estandarización. El procedimiento propuesto está orientado a asegurar la eficacia de los procesos para comunicar de forma específica. En el anexo N° 2 se desarrolló el procedimiento desestiba de contenedores del centro de distribución con la finalidad de describir el método de trabajo a seguir.

A continuación, en la tabla N° 20 se muestra el detalle de la propuesta de mejora:

Tabla N° 22 : Propuesta Poka Yoke

| Propuesta Poka Yoke | |
|---|--|
| Proceso : Desestiba de contenedores | Solución: Elaborar un procedimiento que servirá como guía para realizar una correcta desestiba de contenedores sin errores. |
| Problema: El proceso actual genera altos tiempos en desestibar paletas de un contenedor. | Mejora: El uso del procedimiento agilizará la descarga de paletas, evitará errores, distribuirá esfuerzos sin descuidar el aspecto de los bultos. |
| Descripción del proceso: La desestiba de paletas de los contenedores se realizan con stockas manuales, generando altos tiempos improductivos y sobre esfuerzos. | |
| Antes de la mejora: La ejecución de la actividad está compuesta por 1 cuadrilla, conformado por 4 operarios. Las cuadrillas utilizan 2 stockas manuales para manipular la mercadería. Al abrir el contenedor Dos operarios levantan las 2 primeras paletas iniciales con la stock manual, jalando el pallet hasta encontrar un ángulo apropiado para el posicionamiento de la cuadrilla. Debido al desnivel entre la rampa y la puerta genera esfuerzos innecesarios. | Después de la mejora: Se utilizará un procedimiento donde detalla el nuevo método de trabajo para realizar la desestiba. Se nombrará líder de cuadrilla al operario que tenga mayor expertiz en la actividad. El resultado final es desestibar cada contenedor en menos de 1.82 horas. |

Fuente: Elaboración propia

Se considera incluir al factor humano en la mejora para que esta sea integra y efectiva. Ya que, se pueden realizar las mejoras en un proceso, pero si estas no cuentan con la identificación e interés del operario no se podrá conseguir un nivel significativo de mejoras. Es por ello que se realizó un plan de capacitación de acuerdo a los temas propuestos para el personal involucrado, con el fin de conocer el proceso y los parámetros a controlar (Ver Tabla N° 21).

5.5.2. Layout propuesto

En el Layout actual se observó que la actividad de traslado de pallet hacia la Drop inducción tiene un recorrido de 120 metros de desplazamiento. Se hizo una propuesta con el fin de recortar recorridos innecesarios. Se sabe que la cantidad de pallets que ingresan por Croos docking al centro de distribución es de un 5%, mientras que la de flujo continuo es de un 40%. Por ende, se reubicaron las 8 puertas de recepción de croos docking y se direccionaron los contenedores de flujo continuo para el sorter a dichas puertas (Ver Figura N° 33).

Se tomó un nuevo diagrama de análisis del proceso y se observó que para el traslado se recortó de 120 a 90 metros de desplazamiento, mejorando un 22 % del tiempo (Ver Figura N° 32).

| Operador / Material / Equipo | | Diagrama # 1 | Hoja 1 de 1 | | | | | |
|--|------------------------|----------------------|----------------------|---|--|-----------------------|---|---|
| Objeto: | RESUMEN | | | | | | | |
| Seguimiento a un contenedor de 40 m ³ | ACTIVIDAD | Actual | Propuesto | Economía | | | | |
| Proceso: | Operación | 8 | | | | | | |
| Inducción de mercadería de FC al sorter | Inpección | 2 | | | | | | |
| | Transporte | 2 | | | | | | |
| Método: Actual | Espera | 1 | | | | | | |
| | Almacenamiento | 0 | | | | | | |
| Compuesto por: https://ingenieriametodos.blogspot.com/ | Distancia (m) | 215 | | | | | | |
| | Tiempo (min.) | 221.033 | | | | | | |
| DESCRIPCIÓN | Cantidad (un.) | Distancia (m) | Tiempo (min.) | SÍMBOLO | | OBSE RVACIONES | | |
| | | | |  |  | |  |  |
| Desastiva del contenedor | 1 | | 131 | | | | | |
| Paleta espera a ser revisada | | | 2 | | | | | |
| Contabilización de las paletas | 1 | | 8 | | | | | 25 paletas por contenedor |
| Verificación de LPN'S en el total de paletas | 1 | | 5 | | | | | |
| Inspección documentaria de recepción | 1 | | 2 | | | | | |
| Verificación en el sistema WMS | 1 | | 2 | | | | | |
| Traslado de pallet a la Droop Inducción | | 90 | 21 | | | | | |
| Asignación automática | | | 0.033 | | | | | |
| Inducción de paletas al sorter | 1 | | 15 | | | | | 1000 bultos igual a 25 paletas |
| Selección del sorter de las paletas inducidas | 1 | | 15 | | | | | |
| Consolidar paletas del contenedor inducido | 1 | | 13 | | | | | |
| Filtrado de un pallet | 1 | | 3 | | | | | |
| Traslado a la zona de despacho | 1 | 125 | 4 | | | | | |
| TOTAL | 1 | 215 | 221.033 | | | | | |
| | Total horas | | 3.684 | | | | | |

Figura N° 32: DAP propuesto, inducción de mercadería del flujo continuo al sorter

Fuente: Elaboración propia

5.5.3. Plan de mantenimiento preventivo de los order pickers

Según las frecuencias obtenidas en el periodo de enero a julio se evidenció, como mayor incidencia las baterías, tanto el cambio como el mantenimiento de estas (Ver Tabla N° 22 y Figura N° 34).

Tabla N° 24: Frecuencia de incidencias de enero a julio en el order picker

| Descripción | Frecuencia de Incidencias en order picker | | | | | | | Frecuencia | Porcentaje |
|---------------------------------------|---|---------|-------|-------|------|-------|-------|------------|------------|
| | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | | |
| Fallas de motor por suciedad | 0 | 3 | 1 | 2 | 4 | 1 | 2 | 13 | 2% |
| Fallas por Radiador | 2 | 2 | 1 | 4 | 1 | 4 | 6 | 20 | 4% |
| Alarma de retroceso y claxon | 16 | 10 | 11 | 9 | 14 | 19 | 11 | 90 | 17% |
| Fallas electricas | 8 | 11 | 10 | 9 | 5 | 4 | 8 | 55 | 11% |
| Cambio de Baterias por tiempo de vida | 16 | 21 | 8 | 6 | 16 | 17 | 12 | 96 | 3% |
| Freno de manos operativas | 1 | 0 | 0 | 3 | 2 | 4 | 1 | 11 | 2% |
| Cambio de aceite | 12 | 9 | 18 | 10 | 11 | 8 | 10 | 78 | 15% |
| Brazo hidraulico | 2 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 5 | 10 | 2% |
| Cambio de Agua en baterias | 43 | 35 | 23 | 25 | 38 | 21 | 41 | 226 | 43% |

Fuente: Elaboración propia

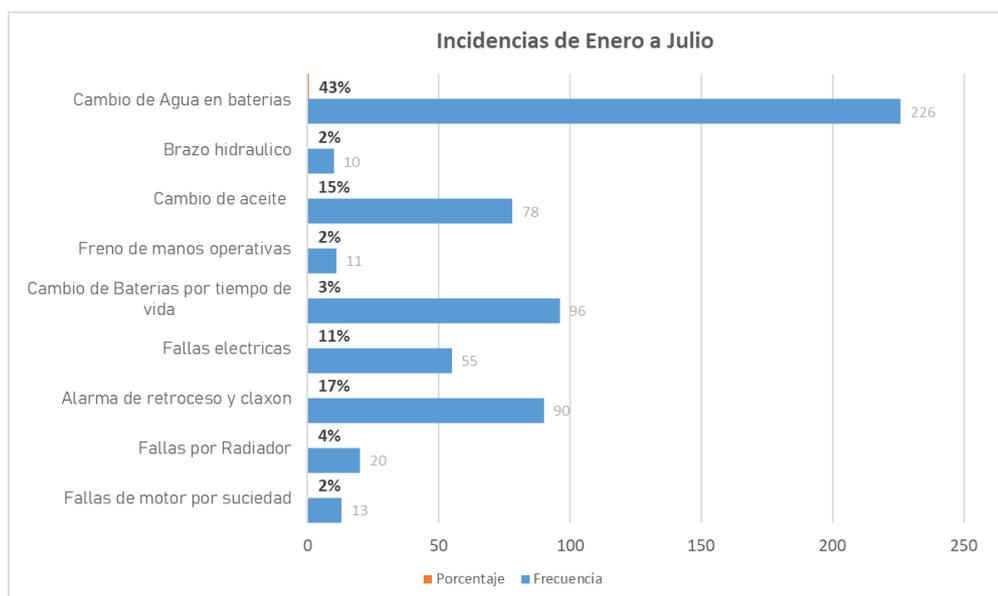


Figura N° 34: Incidencias de enero a julio - order pickers

Fuente: Elaboración propia

Como se evidencia en la tabla N° 22 y figura N° 34 el cambio de batería por vida útil y cambio de agua en batería son los más frecuentes como se observó estos se generan por una falta de mantenimiento. Se propone implementar un plan mantenimiento preventivo con la finalidad de:

- Disminuir la frecuencia de incidencias por baterías.
- Elevar la vida útil de los order pickers.
- Reducir los costó por reparaciones.

a) Plan de mantenimiento preventivo

Con el fin de obtener mayor eficiencia de servicios es importante contar con los order pickers en buen estado, ya que el nivel de alimentación al sorter dependerá, en parte, del desempeño de estos. Con el objetivo de evitar fallas frecuentes, disminuir el tiempo de ocio por parada de máquina en mal estado, elevar la vida útil del equipo, reducir el costo de reparaciones, entre muchas otras; es importante realizar un plan periódico de mantenimiento preventivo.

1. Objetivo general:

Establecer un plan periódico de mantenimiento preventivo de los order pickers, con el propósito de evitar las frecuentes paradas.

1.1.Objetivos Específicos:

- Establecer un plan de mantenimiento para los order pickers con el fin de que los operarios que lo conducen conozcan el objetivo y la programación del mantenimiento preventivo.
- Contar con order pickers en buen estado que permitan desempeñar el servicio de alimentación de forma apropiada.

2. Meta:

Mantenimiento preventivo de los order pickers para un buen desempeño en el servicio de alimentación al sorter.

3. Metodología:

Colocar un plan de mantenimiento en los paneles del área de recepción con el fin que los operarios conozcan la fechas y horas programadas para el mantenimiento preventivo de los equipos. Asimismo, se deberá instruir a los operarios quienes conducen. Además, el coordinador de recepción deberá comunicar sobre este programa a los operarios que sean nuevos en el área en su reunión habitual de inducción.

4. Actividades:

Coordinación entre el área de recepción y el área de mantenimiento para la evaluar la disponibilidad de los order pickers.

5. Recursos:

No se consideró un gasto, ya que se cuenta con un área actualmente y un presupuesto de mantenimiento. Esta área posee todo el equipamiento, insumos y personal capacitado para el mantenimiento preventivo de los order pickers.

6. Plan de mantenimiento

En la tabla N° 23 se detalla el plan de mantenimiento propuesto.

Tabla N° 25: Plan de mantenimiento

| ACTIVIDADES | RESPONSABLE | FRECUENCIA |
|--|--|-----------------|
| 1. Planeación | | |
| Coordinación entre el área de Recepción y el área de Mantenimeinto sobre sus disponibilidades. | Jefe del área de Recepción | 1 ve por semana |
| 2. Ejecución | | |
| Verificar que la batería este fija, falso contacto. | Operario bajo supervisión de coordinadores | Diario |
| Retirar el nivel de agua en la batería. | Supervisor de mantenimiento | Mensual |
| Limpiar las terminales de las baterías. | Supervisor de mantenimiento | Bimensual |
| Inspección del voltaje de la celda. | Supervisor de mantenimiento | Semanal |

Fuente: Elaboración propia

7. Resultados de las propuestas de mejora

Para calcular las propuestas de mejora se analizó los nuevos resultados, efectuando una nueva toma tiempos (Ver Tabla N°26), herramienta que permite visualizar los tiempos por el tipo de elemento. La nueva toma de tiempos fue ejecutada entre el 12 de octubre y el 24 de octubre del presente año, post mejora, dando como resultado una disminución en el tiempo de desestiba de mercadería y el traslado de mercadería, elementos que fueron analizados en la tabla N° 12.

Tabla N° 26: Comparativa del antes y después de la mejora

| ITEM | VARIABLE | HIPOTESIS | ELEMENTO | MEJORA PROPUESTA | INDICADOR | MEDIDA | ANTES | DESPUES | VARIACION | % DE MEJORA |
|------|---|--|-------------------------|---|-----------|--------|-------|---------|-----------|-------------|
| 1 | CAPACIDAD DE PEDIDOS RECEPCION PARA EL SORTER | MEJORAR LA CAPACIDAD DE PEDIDOS RECEPCIONADOS APLICANDO LA METODOLOGIA DMAIC SIX SIGMA | Desestiba de mercadería | PROCEDIMIENTO DE LA ACTIVIDAD, Y PLAN DE CAPACITACION | TC | HR/CTN | 1.83 | 1.44 | 0.39 | 21% |
| 2 | CAPACIDAD DE ALIMENTACION PARA EL SORTER | MEJORAR LA CAPACIDAD DE ALIMENTACION PARA EL SORTER APLICANDO LA METODOLOGIA DMAIC SIX SIGMA | Traslado de mercadería | MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE ORDER PICKERS Y MEJORAMIENTO DEL LAYOUT | TC | HR/CTN | 0.45 | 0.37 | 0.08 | 18% |

Fuente: Elaboración propia

Se realizó una toma de 12 muestras (Ver Tabla N° 25) antes de la implementación y después, se consideraron sus Lead time para ser una comparación y se determinó una mejora del 35 % de los promedios.

Tabla N° 27: Cuadro comparativo de los avances de picking y su Lead time

| Antes | | Despues | |
|----------|-----------|----------|-----------|
| Avance | lead time | Avance | lead time |
| 22150 | 2.60 | 37133 | 1.551 |
| 39190 | 1.47 | 35155 | 1.638 |
| 38220 | 1.51 | 38679 | 1.489 |
| 32309 | 1.78 | 43520 | 1.324 |
| 43721 | 1.32 | 46626 | 1.235 |
| 14199 | 4.06 | 41745 | 1.380 |
| 15712 | 3.67 | 40126 | 1.435 |
| 33920 | 1.70 | 41236 | 1.397 |
| 32858 | 1.75 | 40699 | 1.415 |
| 37903 | 1.52 | 40678 | 1.416 |
| 36871 | 1.56 | 44163 | 1.304 |
| 19483 | 2.96 | 44185 | 1.304 |
| Promedio | 2.16 | Promedio | 1.407 |

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se muestra su cálculo:

Variables:

- LTF promedio Mejorado = 1.407
- LT0 promedio Antes = 2.16

Calculo del porcentaje:

$$1 - ((LTF - LT_0) / (LT_0)) = \% \text{ Mejorado}$$

Reemplazando en formula:

$$1 - ((1.407 - 2.16) / 2.16) = 134.86 \%$$

Aplicando la formula se obtuvo una mejora de 35 % en el Lead Time.

El Leal Time afecta directamente a la capacidad, por lo tanto se halla el porcentaje de variación.

Variables:

- Tiempo Disponible: 57,600 seg.
- Capacidad con LTF

$$\text{Flujo Continuo} = 57,600 / 1.407 = 40,938 \text{ Bultos}$$

- Capacidad con LT0

$$\text{Flujo Continuo} = 57,600 / 2.16 = 26,666.67 \text{ Bultos}$$

Calculo del porcentaje:

$$1 - ((CAPF - CAP_0) / CAP_0) = \% \text{ Mejora}$$

$$1 - ((40,938 - 26,666) / 26,666.67) = 46 \%$$

De acuerdo a lo anterior, se obtuvo una mejora de 46% en capacidad real de picking en el sorter.

Tabla N° 28: Nueva toma de tiempos en la desestiba de la mercadería hasta el despacho

| RESERVADO | | | | | ESTUDIO DE TIEMPOS | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|-------------------------|-----------------------------------|-------------------|------|--------------------|---------------|--------------------|----------------|-----------|------|------|------|--------|-----|----------|------|------|--|--|--|
| DEPARTAMENTO | | OPERACIONES | | | ESTUDIO N° | | 9 | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | HOJA | | 1 | DE | | 1 | | | | | | | | | | |
| PROCESO | | PICKINGSORTER | | | FECHA INICIO | | 12-Oct | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | FECHA FINAL | | 22-Oct | | | | | | | | | | | | | |
| ESTUDIO N° | 9 | | AREA | | SORTER | | DIAS TRANSCURRIDOS | | 10 | | | | | | | | | | | |
| HERRAMIENTAS Y CALIBRADORES | | PLANTILLA DE TIEMPOS Y CRONOMETRO | | | SUPERVISOR | | CARLOS | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | CARGO | | SUPERVISOR | | | | | | | | | | | | | |
| METODO MEDICION | OBSERVACION | | UNDAES DE TRABAJO | | | OBSERVADO POR | | VICTOR SANCHEZ | | | | | | | | | | | | |
| PRODUCTO | FLUJO CONTINUO | | CONTENEDOR | | 25 PALLETS | | PUESTO | | ASISTENTE | | | | | | | | | | | |
| | | | PALLET | | 40 BULTOS | | MES | | OCTUBRE | | | | | | | | | | | |
| ITEM | ELEMENTO | UNID. MEDIDA | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | T.PROM | VAL | T.BASICO | S | TC | | | |
| 1 | Desestiba de mercadería | HR/ CTN | 135 | 146 | 157 | 138 | 139 | 126 | 125 | 124 | 0.14 | 124 | 123 | 102 | 125 | 0.19 | 1.44 | | | |
| 2 | Recepcion de Mercadería | HR/ CTN | 0.18 | 0.19 | 0.2 | 0.19 | 0.18 | 0.19 | 0.2 | 0.17 | 0.19 | 0.24 | 0.19 | 100 | 0.19 | 0.03 | 0.22 | | | |
| 3 | Traslado de mercadería | HR/ CTN | 0.33 | 0.34 | 0.3 | 0.31 | 0.36 | 0.35 | 0.32 | 0.32 | 0.31 | 0.45 | 0.34 | 95 | 0.32 | 0.05 | 0.37 | | | |
| 4 | Induccion de Mercadería | HR/ CTN | 0.2 | 0.19 | 0.22 | 0.20 | 0.18 | 0.18 | 0.17 | 0.17 | 0.19 | 0.19 | 0.19 | 99 | 0.19 | 0.03 | 0.22 | | | |
| 5 | Paletizar de pallet | HR/ CTN | 0.27 | 0.28 | 0.23 | 0.27 | 0.24 | 0.26 | 0.28 | 0.22 | 0.21 | 0.25 | 0.25 | 95 | 0.24 | 0.04 | 0.27 | | | |
| 6 | Despacho | HR/ CTN | 0.21 | 0.22 | 0.21 | 0.21 | 0.22 | 0.24 | 0.21 | 0.22 | 0.24 | 0.21 | 0.22 | 100 | 0.22 | 0.03 | 0.25 | | | |

Fuente: Elaboración propia

5.6. Control

En la presente fase se implementó un tablero de control y seguimiento donde se mide la capacidad de picking sorting de flujo continuo. Con frecuencia diaria, donde se establece porcentajes del avance de la capacidad, tomando una muestra de 12 días (Ver Tabla N°25), se pudo observar que los 3 primeros días se obtuvo una capacidad menor de lo esperado, logrando mejorar la capacidad los siguientes días (Ver Figura N° 35).

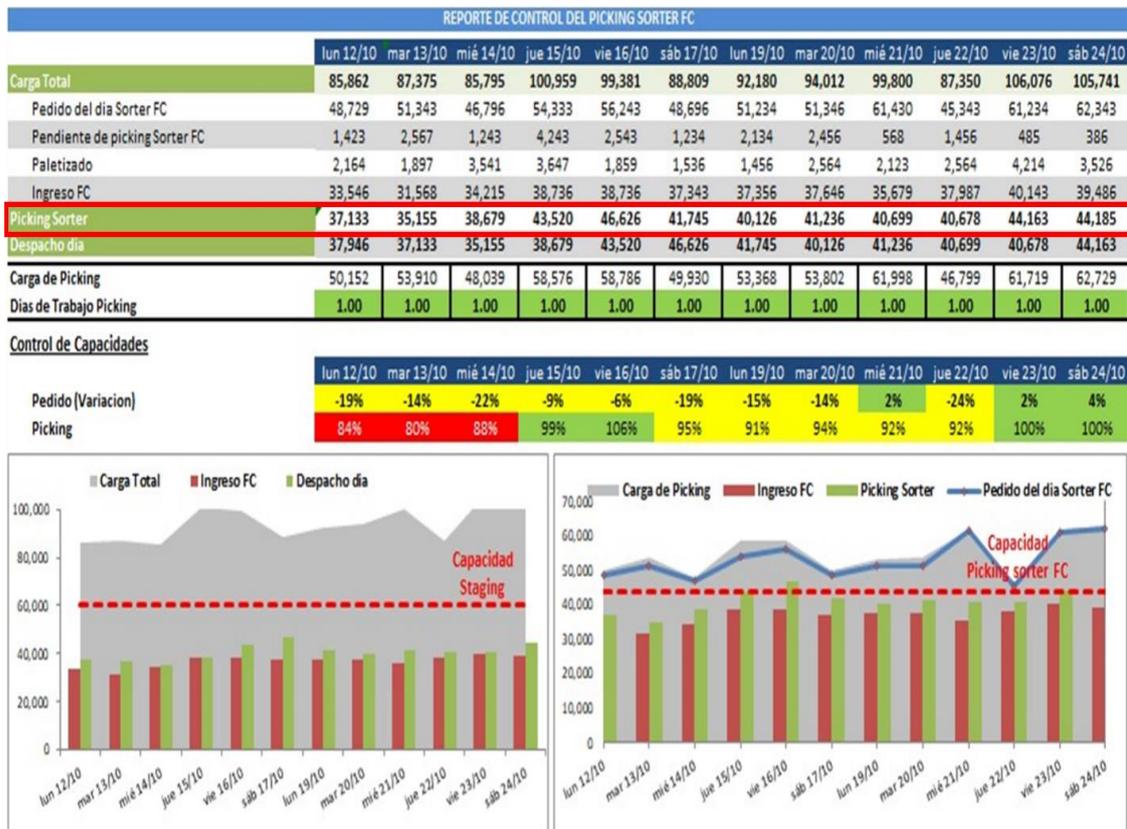


Figura N° 35: Tablero de control y seguimiento de la capacidad de picking sorting de flujo continuo.

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO VI: ANÁLISIS Y PROPUESTA DE SOLUCIÓN

6.1. Análisis Estadístico por la regresión lineal

6.1.1. Hipotesis

En esta hipótesis se pretende contrastar la relación que existe entre la variable X = Capacidad real del picking en el sorter, medido por el indicador “porcentaje de picking efectivo”, y la variable Y= Tiempo de ciclo del picking, medido por el indicador “Lead time”, se muestra la relación de los indicadores estimados a partir de la recolección de datos (Ver Tabla N° 27).

Tabla N° 29: Tabla X Variable Independiente y Dependiente de la Hipótesis 1

| X=Capacidad real del picking en el sorter | Y =Tiempo de ciclo del picking |
|---|--------------------------------|
| 37133 | 1.55 |
| 35155 | 1.64 |
| 38679 | 1.49 |
| 43520 | 1.32 |
| 46626 | 1.24 |
| 41745 | 1.38 |
| 40126 | 1.44 |
| 41236 | 1.40 |
| 40699 | 1.42 |
| 40678 | 1.42 |
| 44163 | 1.30 |
| 44185 | 1.30 |

Fuente: Elaboración propia

A partir de los datos indicados se aplicará el método de regresión lineal para identificar la relación entre variables a través del estadígrafo R^2 , que es simplemente el cuadrado del coeficiente de correlación de Pearson, el cual determina la calidad del modelo para replicar los resultados, y la proporción de variación de los resultados que puede explicarse por el modelo, es decir en qué medida (el resultado de R^2 en %) la variable X explica el comportamiento de la variable Y.

A continuación, se muestra en la figura N° 36 siguiente donde se indica el diagrama de dispersión, así como la recta de tendencia entre los puntos graficados y la ecuación de regresión resultante de aplicar el modelo de regresión lineal junto con su R^2 correspondiente (Ver Figura N° 36).

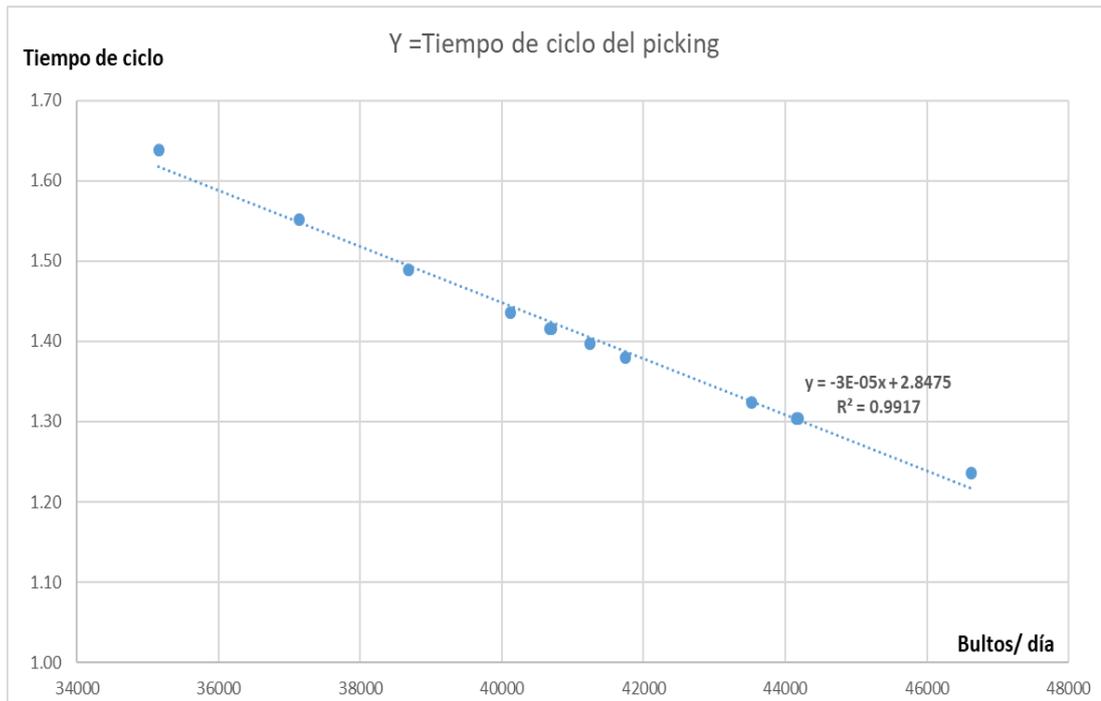


Figura N° 36: Figura X Coeficiente R² de la Hipótesis 1

[Fuente: Elaboración propia

El gráfico anterior muestra la relación existente entre ambas variables, el incremento de la capacidad real del picking en el sorter reduce el tiempo de ciclo del picking.

6.1.2. Prueba de Hipótesis

Para contrastar la prueba de hipótesis se utilizará, el coeficiente de determinación: Con los resultados obtenidos se contrastará la hipótesis:

6.1.3. Hipótesis

Ho: Si, aplicando la metodología DMAIC, entonces mejorará la capacidad real del picking en el sorter.

Ha: Si, aplicando la metodología DMAIC, entonces no se mejorará la capacidad real del picking en el sorter.

Interpretación:

Realizando el ajuste lineal por el método de los mínimos cuadrados, para la muestra obtenemos la ecuación y el valor para el coeficiente de determinación siguiente:

$$y = -3E.-05x + 2.8475 \quad r^2 = 0.9917$$

A la vista del resultado analítico podemos afirmar que el ajuste del modelo es de buena calidad para explicar los resultados obtenidos, ya que el valor de $r^2 = 0,9917$ es cercano a 1, en concreto, el 99,17% de la variabilidad de la variable Y es explicado por el modelo de regresión ajustado. Podemos concluir que el modelo lineal es adecuado para describir la relación que existe entre estas variables.

6.2. Análisis Estadístico por Prueba de la normal

De los datos futuros obtenidos para ambas variables, se aplicó los análisis de ajuste y se halló el nivel de significación.

En la tabla N° 28 se observa el resultado de Shapiro-Wilk, ya que nuestras muestras son menores a 30, dando como resultado para el avance por día futuro un Sig con un valor de 0.983 siendo mayor al 0.05. Se determina que se ajusta a una distribución normal y un Sig para el Lead time futuro con un valor de 0.828 también mayor 0.05. Se determina que ambas variables se ajustan a una distribución normal.

Tabla N° 30: Prueba de normalidad de avance día y lead time por Shapiro-Wilk

| | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
|-------------------|---------------------------------|----|-------------------|--------------|----|------|
| | Estadístico | gl | Sig. | Estadístico | gl | Sig. |
| Avance_dia_Futuro | ,124 | 12 | ,200 [*] | ,980 | 12 | ,983 |
| Lead_time_Futuro | ,140 | 12 | ,200 [*] | ,963 | 12 | ,828 |

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Tabla de resultados procedente del software IBM SPSS Statistics 26.

6.2.1. No Paramétrica

Debido a que se tiene dos muestras con diferentes distribuciones, se optó por la aplicación de la prueba no paramétrica Wilcoxon debido a la relación de las variables (Ver tabla N° 29).

Tabla N° 31: Prueba no paramétrica Wilcoxon

| Estadísticos de prueba ^a | | |
|-------------------------------------|--|--|
| | Lead_time_Futuro - Lead_time_Actual | Avance_dia_Futuro - Avance_dia_Actual |
| Z | -2,746 ^b | -2,746 ^c |
| Sig. asin. (bilateral) | ,006 | ,006 |

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos positivos.

c. Se basa en rangos negativos.

Fuente: Tabla de resultados procedente del software IBM SPSS Statistics 26.

Interpretación:

Se determinó en la tabla N° 29 que la hipótesis H_0 no se puede rechazar porque el nivel de significancia de 0.06 es mayor a 0.05, por lo tanto, no aplicando la metodología DMAIC se mejorará la capacidad del picking.

6.3. Flujo Económico

Con el objetivo de saber cuánta inversión es necesaria para la implementación de las propuestas de mejora, se realizaron tablas de costos por cada propuesta, en esta se detalló que actividades se realizaron, como los servicios requeridos para y sus costos.

6.3.1. Poka Yoke y plan de capacitación

Se detalló el costo necesario para la implementación de la mejora con respecto al método de trabajo y capacitaciones con el fin de mejorar el procedimiento y buscar una estandarización, este se desplegó en 4 Sub Actividades, el primero es la capacitación que fue dirigida para los Coordinadores y operarios de desestiba (Ver Tabla N° 21). Con un costo de S/. 2, 000 soles, la preparación de ambiente con un costo de S/2,000 soles, con monitoreo y seguimiento que será dado por un analista que se encargue de verificar el resultado de las capacitaciones, el desarrollo del procedimiento de desestiba, con un costo de S/. 2,250 soles y el monitoreo y seguimiento, con un costo de S/. 2,500 soles (Ver tabla N° 30).

Tabla N° 32: Costo por elaboración de Poka Yoke y plan de capacitación

| Desarrollo y Capacitacion | |
|--|-----------------|
| Servicios | Costo |
| Capacitación | S/ 2,000 |
| Jefes | S/ 1,300 |
| Coordinadores | S/ 700 |
| Preparar ambientes y realizar las Pruebas | S/ 2,000 |
| Boletines | S/ 250 |
| Instructivos | S/ 280 |
| Bocaditos | S/ 1,470 |
| Monitoreo y seguimiento | S/ 2,500 |
| Seguimiento de Reportes | S/ 2,500 |
| Desarrollo | S/ 2,250 |
| Instructivo de procedimiento | S/ 2,250 |
| Total | S/ 8,750 |

Fuente: Elaboración propia

6.3.2. Para el plan de mantenimiento

De igual forma que el anterior, se solicitó una cotización al proveedor directo, para los mantenimientos previstos, cada order picker tiene una numeración denominada O/P N° " x", con esto se puede identificar cuáles son usados para la operación. Se estipulo 2 tipos de mantenimiento, el primero es un full service para dejar operativo y en marcha los order pickers, y el segundo es un mantenimiento preventivo de las máquinas y su frecuencia; Este varia debido a la antigüedad de la máquina.

Se detalla en la siguiente tabla N° 32 ambos servicios. Se tiene un costo unitario por full service de S/. 2,610 soles por order pickers, mientras que los mantenimientos preventivos tienen un costo de S/. 150 soles por revisión y se obtuvo un costo anual de S/. 164,520 soles.

Tabla N° 33: Frecuencia de mantenimiento sugerido por order pickers

| ITEM | Maquina | N° | Año | Frecuencia de Mantenimiento Sugerida |
|------|--------------|----|------|--------------------------------------|
| 1 | Order Picker | 2 | 2018 | 5 |
| 2 | Order Picker | 4 | 2018 | 6 |
| 3 | Order Picker | 6 | 2018 | 6 |
| 4 | Order Picker | 9 | 2018 | 5 |
| 5 | Order Picker | 10 | 2016 | 7 |
| 6 | Order Picker | 14 | 2016 | 8 |
| 7 | Order Picker | 15 | 2015 | 9 |
| 8 | Order Picker | 18 | 2015 | 10 |
| 9 | Order Picker | 20 | 2018 | 5 |
| 10 | Order Picker | 21 | 2018 | 6 |
| 11 | Order Picker | 22 | 2019 | 3 |
| 12 | Order Picker | 24 | 2019 | 4 |

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 34: Costo por elaboración del plan de capacitación

| LOCAL | tipo de Mantenimiento | Maquina | Cantidad | Plan de mantenimiento | | | | | | | | | | | | | Total frecuencia | Precio unid Service | Costo Total Anual | | | |
|-------------|-----------------------|--------------|----------|-----------------------------------|---|---|---|---|----|--------------|----|----|----|----|----|---------|------------------|---------------------|-------------------|-------|---------|--------|
| | | | | Frecuencia de mantenimiento / mes | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | O/P N° | 2 | 4 | 6 | 9 | 10 | 14 | 15 | 18 | 20 | 21 | 22 | 24 | | | | | | |
| Punta Negra | Full Service | Order Picker | 12 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 12 | S/ | 2,610 | S/ | 31,320 |
| Punta Negra | Preventivo | Order Picker | 12 | 5 | 6 | 6 | 5 | 7 | 8 | 9 | 10 | 5 | 6 | 3 | 4 | | 74 | S/ | 150 | S/ | 133,200 | |
| | | | | | | | | | | Total | | | S/ | | S/ | 164,520 | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia

Se proyectó el mantenimiento de los order pickers que son usadas para la operación de alimentación al sorter, el full service se hará para todos los orders pickers mientras que el preventivo se realizará según la tabla N° 31 que indica el año de adquisición de la máquina.

6.3.3. Para el cambio de Layout

Por último se analizó los costos de los servicios que intervinieron para el mejoramiento del layout , estos se detalla en la siguiente tabla N° 33.

Tabla N° 35: Costo por elaboración del Layout

| Servicios | Costo |
|---------------------------------------|----------|
| Servicios de Limpieza | S/ 3,500 |
| Servicios de mantenimiento de puertas | S/ 4,500 |
| Mantenimiento Electrico | S/ 2,800 |
| Induccion del nuevo Layout | S/ 500 |
| | <hr/> |
| | S/11,300 |

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presenta el resultado de la evaluación económica referente a las propuestas de mejora, donde se obtuvo como resultado un VAN de S/. 56,699, un TIR de 12% y un ROI de 22%; valorizando la inversión en 3 años con un COK de 12%, se deduce que el proyecto para mejorar la capacidad de picking en el sorter es viable y efectivo (Ver Tabla N° 34).

Además, se hizo el cálculo de la recuperación de años sabiendo que en 2.4 años sería la recuperación del capital invertido (Ver Tabla N° 35).

Tabla N° 36: Flujo económico de la mejora

FLUJO ECONÓMICO DE LA MEJORA DE LA CAPACIDAD DE PICKING EN EL SORTER

| CONCEPTO \ PERIODO | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|--|-----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| A. Beneficios | | 52,800 | 52,800 | 52,800 | 52,800 | 52,800 | 52,800 |
| Reducción de gastos por mantenimiento | | 42,000 | 42,000 | 42,000 | 42,000 | 42,000 | 42,000 |
| Ahorro por modificacion de layout | | 6,000 | 6,000 | 6,000 | 6,000 | 6,000 | 6,000 |
| Ahorro por Capacitaciones | | 4,800 | 4,800 | 4,800 | 4,800 | 4,800 | 4,800 |
| B. Inversión | 174,775 | | | | | | |
| Plan de mantenimiento | 164,525 | | | | | | |
| Full Service | 31,325 | | | | | | |
| Mantenimiento Preventivo | 133,200 | | | | | | |
| Modificacion de Layout - Reubicacion de Puertas | 11,300 | | | | | | |
| Servicios de Limpieza | 3,500 | | | | | | |
| Servicios de mantenimiento de puertas | 4,500 | | | | | | |
| Mantenimiento Electrico | 2,800 | | | | | | |
| Induccion del nuevo Layout | 500 | | | | | | |
| Capacitacion | 8,750 | | | | | | |
| Capacitación | 2,000 | | | | | | |
| Instructivo de procemiento | 2,250 | | | | | | |
| Preparar ambientes y realizar las Pruebas | 2,000 | | | | | | |
| Monitoreo y seguimiento | 2,500 | | | | | | |
| Desarrollo | 1,500 | | | | | | |
| Desarrollos- nuevos reportes de control | 1,500 | | | | | | |
| C. Costos de Operación | 80,000 | 7,600 | 7,600 | 7,600 | 7,600 | 7,600 | 7,600 |
| Personal | 80,000 | | | | | | |
| Mantenimiento sistema de cómputo: Hardware y Software | | 1,200 | 1,200 | 1,200 | 1,200 | 1,200 | 1,200 |
| Servicio Basicos | | 3,000 | 3,000 | 3,000 | 3,000 | 3,000 | 3,000 |
| Mantenimiento y Limpieza | | 3,400 | 3,400 | 3,400 | 3,400 | 3,400 | 3,400 |
| E. Depreciación | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| F. Flujo de Caja Económico | -174,775 | 45,200 | 45,200 | 45,200 | 45,200 | 45,200 | 45,200 |
| G. Tasa de Descuento | 10% | | | | | | |
| H. VAN del Proyecto | 56,699 | | | | | | |
| I. Tasa Interna de Retorno | -12% | | | | | | |
| J. Recuperación Inversión en Años | 2.8 | | | | | | |
| K. ROI | 32% | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 37: Periodo de recuperación de la inversión en años

| Año | Flujo Anual | Flujo Actualizado | Flujo Acumulado |
|-----|-------------|-------------------|-----------------|
| 1 | 52,800 | 52,800.00 | 52,800.00 |
| 2 | 88,800 | 88,800.00 | 141,600.00 |
| 3 | 88,800 | 88,800.00 | 230,400.00 |
| 4 | 88,800 | 88,800.00 | 319,200.00 |
| 5 | 88,800 | 88,800.00 | 408,000.00 |
| 6 | 88,800 | 88,800.00 | 496,800.00 |

Recuperacion

| Intrapolacion | |
|--|-----------|
| Diferencia flujo acumulado 4to año - 3ro año | 88,800.00 |
| Diferencia flujo acumulado dividido entre 12 meses | 7,400.00 |
| Diferencia entre INVERSION y flujo acumulado 4to año | 55,625 |
| Numero de meses implicado | -7.52 |
| Equivalente en años | -0.63 |
| Aproximando | -0.6 |
| Periodo Recupero años | 2.4 |

$$FA(3ro - 2do) = \text{Flujo Acum. 3ro} - \text{Flujo Acum. 2do}$$

$$FA(3ro - 2do) / 12 = \frac{\text{Flujo Acum. 3ro} - \text{Flujo Acum. 2do}}{12}$$

Flujo Acum. 3ro - Inversion
Flujo Acum. 3ro - Inversion / FA(3ro - 2do)
Flujo Acum. 3ro - Inversion / FA(3ro - 2do) / 12

Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

La presente investigación trató sobre la mejora de la capacidad del picking en el sorter de un centro de distribución de consumo masivo, donde se buscó reducir los tiempos de ciclo de los procesos que lo componen y así aumentar la capacidad de esta, para esto se usó la metodología DMAIC la cual proporciono un esquema de trabajo ordenado a la investigación, permitiendo concluir lo siguiente.

1. Se definió en el proyecto la siguiente hipótesis “Mejorará la capacidad real del picking en el sorter aplicando la metodología DMAIC” de acuerdo al estudio realizado y el análisis proporcionado por la metodología se puede concluir que está más otras herramientas científicas ayudaron a visualizar un panorama macro de los procesos, previamente definidos, permitiendo reducir los tiempos de ciclo, generar orden y establecer métodos de trabajo con el propósito de reducir costos operativos y aumentar valor a la organización.
2. La aplicación de herramientas como Takt time, Ishikawa, Pareto, Value Stream Map Actual, Layout, y Simulación comprobó que si son usadas en proyectos de investigación pueden generar un impacto de valor económico, al aplicar dichas herramientas en el presente estudio de investigación se observó indicadores de cuellos de botella en los procesos de recepción de contenedores y alimentación de mercadería para el sorter, los cuales al ser estudiados optimizaron considerablemente la capacidad real del picking.
3. Se aplicó la prueba de hipótesis en base a una prueba de causalidad entre las variables “X” capacidad de producción y “Y” tiempo de ciclo de cada proceso encontrándose con un coeficiente R^2 al 99,17% de una regresión lineal entre ambos indicadores, resultando que dichos coeficientes para ambos procesos son superiores al 80%, demostrando estadísticamente la relación de causa y efecto entre ambas variables.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda la aplicación de la metodología DMAIC para proyectos de investigación aplicativos, ya que permite detectar problemas significantes y dirigir una propuesta de mejora eficiente, está más herramientas científicas proporcionaran resultados óptimos de gran aporte.
2. De acuerdo a las problemáticas planteadas que se requiere mejorar, se deberá determinar diferentes herramientas, las cuales se pueden adecuar al estudio de las variables del problema. Los resultados obtenidos al aplicar dichas herramientas deberán ser analizadas para tomar diferentes decisiones que aseguren los resultados esperados.
3. Se recomienda al área de planificación buscar indicadores que permitan controlar los resultados y que tengan sinergia con la meta esperada e implementar un plan de acción con el personal a cargo.
4. Se recomienda al área de recepción la implementación del procedimiento de desestiba, e involucrar a los colaboradores y a los nuevos ingresantes con el objetivo de mejorar el método de trabajo.
5. El área de recepción necesita convertirse en un participante activo para la aportación de mejoras de los procesos definidos. El personal debe de ser formado para ayudar a solucionar los problemas, así como a tratar con las dificultades a que se enfrentan en las actividades diarias.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alfaro, C. (2012). *Metodología de investigación científica aplicado a la ingeniería*. Universidad Nacional del Callao. Recuperado de http://www.unac.edu.pe/documentos/organizacion/vri/cdcitra/Informes_Finales_Investigacion/IF_ABRIL_2012/IF_ALFARO%20RODRIGUEZ_FIEE.pdf.
- Alfaro, G. J., Gonzáles, F. C., & Pina, M. M. (2013). *ECONOMÍA DE LA EMPRESA*. Madrid: McGraw-Hill/Interamericana de España, S.L.
- Antony, F., Kumar, M., & Cho, B. (2007). *Six Sigma in Service Organisations: Benefits, Challenges and Difficulties, Common Myths, Empirical Observations and Success Factors*. International Journal of Quality & Reliability Management, vol. 24(núm. 3).
- ASQ. (2013). *American Society of Quality*. Retrieved from <http://asq.org/index.aspx>
- Benaducci, R. (2017). *REDUCCIÓN DEL INVENTARIO NO PRODUCTIVO EN UN CENTRO DE DISTRIBUCIÓN EL SECTOR AUTOMOTRIZ APLICANDO LA METODOLOGÍA DMAIC, PERÚ*. Recuperado de: http://repositorio.usil.edu.pe/bitstream/USIL/3565/2/2017_Benaducci-Escalante.pdf
- Bernal Torres, C. A. (2010). *Metodología de la Investigación* (3ra ed.). Bogotá, Colombia: Person Educación.
- Biswas, S. (2011). *Relationship Marketing: Concepts, Theories and Cases*. New Delhi: PHI Learning Pvt. Ltd.
- Brandau, A. (2017). *DISEÑO DE PLAN DE PICKING Y ANÁLISIS DE POLÍTICAS DE POSICIONAMIENTO DE INVENTARIO EN CENTRO DE DISTRIBUCIÓN OCTAY, COOPRINSEM*. Recuperado en <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2017/bpmb817d/doc/bpmb817d.pdf>
- Breyfogle III, F. (2003). *Implementing Six Sigma (Second ed.)*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons
- Carreño, A. (2011). *Logística de la A a la Z*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Fondo Editorial.

- Chopra, S., Meindl, P. (2008). *Administración de la Cadena de Suministro estrategia, planeación y operación*. Recuperado de:
<https://unac.edu.mx/wp-content/uploads/2020/02/administracion-de-la-cadena-de-suministro-estrategia-planeacion-y-operacion-sunil-chopra-peter-meindl.pdf>
- Escudero Serrano, José (2014). *Logística de Almacenamiento*. España. Editorial Carme Lara Carmona.
- Ferrín, A. (2003). *Gestión de stocks*. España: Fundación Confemetal.
- González, F. G. (2006). *Seis Sigma Para Gerentes Y Directores* (1ª ed.). España: Libros En Red
- Gopalakrishnan, N. (2012). *Simplified six sigma. Methodology, Tools and Implementatation*. Nueva Dheli: PHI Learning private limited.
- Hann, G. J., Hill, W. L., Hoerl, R. W., & Zinkgraff, S. A. (1999). *The Impact of Six Sigma Improvement- A Glimpse in the Future of Statistics*. The American Statistician, vol. 53(núm. 3), pp. 208- 215
- Harris, B.(2002). *Transactional six sigma and lean servicing*. Estados Unidos: St. Lucie Press.
- Hernández G. (2017). *Diseño y aplicación de slotting para mejorar la productividad de picking en un centro de distribución*. Recuperado de:
http://repositorio.usil.edu.pe/bitstream/USIL/3566/3/2017_Hern%C3%A1ndez-Guerra.pdf
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación*. México DF, México: McGraw-Hill.
- Huertas y Tello (2017) *LEAN SIX SIGMA LOGISTICS PARA LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DEL SERVICIO DE ALMACENAMIENTO DE UN OPERADOR LOGÍSTIC*. Recuperado de:
<http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/10135>
- Ibañez, C. (2016). *DISEÑO DE PROPUESTAS DE MEJORA PARA EL ÁREA DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA PUERTO DE HUMOS S.A – CHILE*. Recuperado de:
<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2016/bpmfcii.12d/doc/bpmfcii.12d.pdf>
- Juárez, J. (2018), *IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DMAIC PARA LA MEJORA DE UN PROCESO PRODUCTIVO EN UNA EMPRESA DEL RAMO LOGÍSTICO*. Recuperado de:

- <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/16060/Tesis%20-%20Javier%20Juarez.pdf?sequence=1>
- Kaplan, R. S., & Norton, D. P. (2001). *The strategy focused organization*. Boston: Harvard Business School Press.
- Kuel, C. H., & Madu, C. N. (2003). *Customer-centric Six Sigma Quality and Reliability Management*. *The International Journal of Quality and Reliability Management*, vol. 20(núm. 8), pág.954-964.
- López, J. I., Minguela, B. (2018). *GESTIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO: ANÁLISIS DEL USO DE LAS TIC Y SU IMPACTO EN LA EFICIENCIA*. Recuperado en:
<https://eprints.ucm.es/46224/1/T39544.pdf>
- Lucier, G. T., & Seshadri, S. (2001). *GE Takes Six Sigma Beyond the Bottom Line*. *Strategic Finance*, vol. 82(núm. 11), pp. 40-46
- Martínez De Ita, María Eugenia (2007). *El concepto de productividad en el análisis Económico*. Red de Estudios de la Economía Mundial. México
- Mecalux, E. (2020). *Mecalux Esmena*. Obtenido de <https://www.mecalux.es/blog/transportadores-rodillos-aplicaciones-almacen>
- McCarty, T. (2005). *The Six Sigma Black Belt Handbook*. New York, NY: McGrawHill Companies, Inc.
- Mikel J. Harry, Ltd. (2004). *The Days at Motorola*. Recuperado el 20 de Junio de 2013, de <http://www.mikeljharry.com/story.php?cid=8>
- Moosa, K. S. (July de 2010). *Critical analysis of Six Sigma implementation*. *Total Quality Management & Business Excellence*, 21(7), 745-759.
- Motorola University, *Six Sigma in action (s.f.)*. *Seis Sigma*. Recuperado el 13 de Noviembre del 2010, de <http://www.motorola.com/mu>
- Núñez B., Miguel (2007). *Material de apoyo del seminario Gestión de la Productividad. Doctorado en Ciencias de la Ingeniería, mención Productividad*. Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre”. Barquisimeto, Venezuela
- Organización Internacional del Trabajo (OIT). (1998). Boletín 143. *Productividad y Formación*.
- Pande, P. S., Neuman, R. P., & Cavanagh, R. R. (2002). *Las Claves de Seis Sigma* (1era Edición ed.). Madrid: McGraw-Hill.

- Pyzdek, T. (2003). *The six sigma handbook: revised and expanded*. Estados Unidos: McGraw-Hill.
- Ranjan, N. (2004). *Six Sigma: myths and realities*. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 21 (6), 683-690.
- Render, B., Heizer, J. (2014). *Administración de Operaciones*. México: Pearson.
- Shamji, N. (2005). *Six Sigma Basics*. *Total Quality Management*, vol. 16(núm. 5), pp. 567-574.
- Shankar, R. (2009). *Process improvement using six sigma*. Wisconsin: ASQ Quality Press.
- Snee, R. D. (1999). *Why should statisticians pay attention to six sigma?* (ASQ, Ed.) *Quality Progress*, 32(9), 100-103
- Valdés, C. (2011, junio 20). *Gestión de calidad total y total quality management (TQM)*. Recuperado de <https://www.gestiopolis.com/gestion-calidad-total-quality-management-tqm/>

ANEXOS:

Anexo 1: Muestra de los datos actuales

| Almacenaje | TIPO DE ORDEN | Total Dia | Flujo Continuo Sorter | |
|------------|---------------|-----------------|-----------------------|------|
| ÍTEM | DIA | Ratio | Total Dia | Tc |
| 1 | lunes | 01-Jun | 22150 | 2.60 |
| 2 | martes | 02-Jun | 39190 | 1.47 |
| 3 | miércoles | 03-Jun | 38220 | 1.51 |
| 4 | jueves | 04-Jun | 32309 | 1.78 |
| 5 | viernes | 05-Jun | 43721 | 1.32 |
| 6 | sábado | 06-Jun | 14199 | 4.06 |
| 7 | lunes | 08-Jun | 15712 | 3.67 |
| 8 | martes | 09-Jun | 33920 | 1.70 |
| 9 | miércoles | 10-Jun | 32858 | 1.75 |
| 10 | jueves | 11-Jun | 37903 | 1.52 |
| 11 | viernes | 12-Jun | 36871 | 1.56 |
| 12 | sábado | 13-Jun | 19483 | 2.96 |
| 13 | lunes | 15-Jun | 16182 | 3.56 |
| 14 | martes | 16-Jun | 27309 | 2.11 |
| 15 | miércoles | 17-Jun | 24465 | 2.35 |
| 16 | jueves | 18-Jun | 30100 | 1.91 |
| 17 | viernes | 19-Jun | 10793 | 5.34 |
| 18 | lunes | 22-Jun | 24021 | 2.40 |
| 19 | martes | 23-Jun | 40854 | 1.41 |
| 20 | miércoles | 24-Jun | 38199 | 1.51 |
| 21 | jueves | 25-Jun | 39318 | 1.46 |
| 22 | viernes | 26-Jun | 38657 | 1.49 |
| 23 | sábado | 27-Jun | 12612 | 4.57 |
| 24 | miércoles | 01-Jul | 39745 | 1.45 |
| 25 | jueves | 02-Jul | 32250 | 1.79 |
| 26 | viernes | 03-Jul | 15837 | 3.64 |
| 27 | sábado | 04-Jul | 37585 | 1.53 |
| 28 | domingo | 05-Jul | 18797 | 3.06 |
| 29 | lunes | 06-Jul | 39197 | 1.47 |
| 30 | martes | 07-Jul | 28799 | 2.00 |
| 31 | miércoles | 08-Jul | 19828 | 2.90 |
| 32 | jueves | 09-Jul | 39466 | 1.46 |
| 33 | viernes | 10-Jul | 40086 | 1.44 |
| 34 | sábado | 11-Jul | 39217 | 1.47 |
| 35 | domingo | 12-Jul | 10280 | 5.60 |
| 36 | lunes | 13-Jul | 15666 | 3.68 |
| 37 | martes | 14-Jul | 22904 | 2.51 |
| 38 | miércoles | 15-Jul | 17512 | 3.29 |
| 39 | jueves | 16-Jul | 40165 | 1.43 |
| 40 | viernes | 17-Jul | 29155 | 1.98 |
| 41 | sábado | 18-Jul | 27184 | 2.12 |
| 42 | domingo | 19-Jul | 13726 | 4.20 |
| 43 | lunes | 20-Jul | 14733 | 3.91 |
| 44 | martes | 21-Jul | 10060 | 5.73 |
| 45 | miércoles | 22-Jul | 19302 | 2.98 |
| 46 | jueves | 23-Jul | 25623 | 2.25 |
| 47 | viernes | 24-Jul | 7290 | 7.90 |
| 48 | sábado | 25-Jul | 30255 | 1.90 |
| 49 | domingo | 26-Jul | 7120 | 8.09 |
| 50 | lunes | 27-Jul | 13345 | 4.32 |
| 51 | martes | 28-Jul | 9167 | 6.28 |
| 52 | miércoles | 29-Jul | 20308 | 2.84 |
| 53 | jueves | 30-Jul | 36384 | 1.58 |
| 54 | viernes | 31-Jul | 12899 | 4.47 |
| | | Promedio | 25980 | 2.22 |

Anexo 2: Procedimiento de desestiba de contenedores del centro de distribución

| | | |
|---|--|---|
|  | PROCEDIMIENTO DE DESESTIBA DE CONTENEDORES DEL CENTRO DE DISTRIBUCION | |
| | Código | PC 2020OCT10 |
| | Versión/ Fecha | 01/26-09-2020 |
| | Ultima revisión | 30/10/2020 |
| | Revisado | Supervisor de Planificación y Proyectos |
| | Aprobado | Sub gerente de Proyectos |

I. OBJETIVO

Establecer métodos eficientes necesarios para la desestiba de contenedores del centro de distribución

II. ALCANCE

Aplica al área de Recepción involucrado para la desestiba de contenedores del centro de distribución.

III. METODOLOGIA

3.1 Verificación antes de desestibar contenedores

3.1.1. Al inicio de su jornada los Coordinadores realizaran las siguientes actividades de verificación:

- a. Gestiona la limpieza y el orden del área de trabajo.
- b. Revisa las estocas para la descarga de contenedores
- c. Valida los implementos de seguridad de los operarios.



- d. Revisa el packing list y el tipo de producto (Peso volumen y Cantidad de Pallets) del contenedor.

3.1.2. Después de verificar las condiciones de trabajo procede a gestionar la cantidad necesaria para la cuadrilla.

3.2 Desestiba de contenedores

3.2.1. Ruptura del Precinto de seguridad y apertura de contenedor.

Contenedor de 40 pies

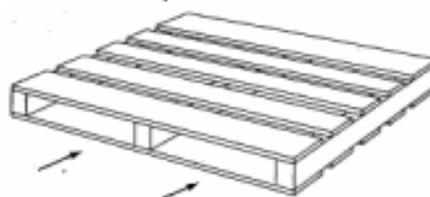


3.2.2. Order picker descarga los 2 primeros pallets para habilitar espacio de posicionamiento y ángulos para la cuadrilla.

|  | PROCEDIMIENTO DE DESESTIBA DE CONTENEDORES DEL CENTRO DE DISTRIBUCION | |
|---|--|---|
| | Código | PC 2020OCT10 |
| | Versión/ Fecha | 01/26-09-2020 |
| | Ultima revisión | 30/10/2020 |
| | Revisado | Supervisor de Planificación y Proyectos |
| | Aprobado | Sub gerente de Proyectos |

3.2.3. Posicionamiento de las cuadrillas en la puerta de descarga.

3.2.4. Descargar los pallets que se encuentren posicionados de manera frontal



3.2.5. Descarga de pallet restantes con los espacios ya habilitados previamente.

3.3 Normas para la descarga de contenedores

3.3.1. El personal designado en la cuadrilla debe contar con sus implementos de seguridad.

3.3.2. Para la distribución esfuerzos la cuadrilla debe contar con un líder con experiencia.

3.3.3. Al momento de descarga el contenedor se debe tener en cuenta lo siguiente:

- a. La cuadrilla debe contar con fajas lumbares.
- b. Se debe iluminar los contenedores con los focos angulares empotrados en las puertas.
- c. La cuadrilla debe asegurar que otros trabajadores no se encuentren cerca de su área de trabajo.
- d. La cuadrilla debe posicionar correctamente el pallet en las ubicaciones señaladas correspondientes a cada puerta.