



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN EN LAS LÍNEAS GUÍA PARA EL ORDENAMIENTO
(*SLOTTING*) DE UN CENTRO DE DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS DE LIMPIEZA Y
CUIDADO PERSONAL EN EL ÁREA DE ARMADO DE PEDIDOS PARA CLIENTES**

Carlos Alberto Arriola Barrientos

Asesorado por el MSc. Ing. Edwin Herminio Valdéz

Guatemala, septiembre de 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN EN LAS LÍNEAS GUÍA PARA EL ORDENAMIENTO
(SLOTING) DE UN CENTRO DE DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS DE LIMPIEZA Y
CUIDADO PERSONAL EN EL ÁREA DE ARMADO DE PEDIDOS PARA CLIENTES**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

CARLOS ALBERTO ARRIOLA BARRIENTOS
ASESORADO POR EL MSC. ING. EDWIN HERMINIO VALDÉZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Luis Diego Aguilar Ralón
VOCAL V	Br. Christian Daniel Estrada Santizo
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

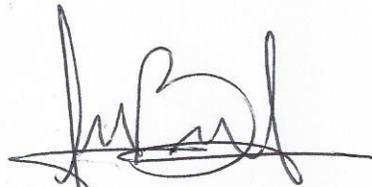
DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Roberto Valle González
EXAMINADOR	Ing. César Augusto Akú Castillo
EXAMINADOR	Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN EN LAS LÍNEAS GUÍA PARA EL ORDENAMIENTO
(*SLOTTING*) DE UN CENTRO DE DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS DE LIMPIEZA Y
CUIDADO PERSONAL EN EL ÁREA DE ARMADO DE PEDIDOS PARA CLIENTES**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Postgrado, con fecha 6 de mayo de 2019.



Carlos Alberto Arriola Barrientos

Ref. EEPFI-428-2019
Guatemala, 04 de julio de 2019

Director
César Ernesto Urquizú Rodas
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Presente.

Estimado Ing. Uriquizú:

Reciba un cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado. El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado los cursos aprobados del primer año y el Diseño de Investigación del estudiante **Carlos Alberto Arriola Barrientos** carné número 999001371, quien optó por la modalidad del "PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN ESTUDIOS DE POSTGRADO". Previo a culminar sus estudios en la Maestría en Artes en Gestión Industrial.

Y habiendo cumplido y aprobado con los requisitos establecidos en el normativo de este Proceso de Graduación en el Punto 6.2, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Décimo, Inciso 10.2 del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011, firmo y sello la presente para el trámite correspondiente de graduación de Pregrado.

Sin otro particular,

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Edwin H. Valdez B. MA.
Ingeniero Industrial
Colegiado No. 6,437

Mtro. Ing. Edwin Herminio Valdez
Asesor

Mtro. Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez
Coordinador de Área
Gestión y Servicios



Mtro. Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí
Director
Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

REF.DIR.EMI.122.019

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación en la modalidad Estudios de Postgrado titulado **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN EN LAS LÍNEAS GUÍA PARA EL ORDENAMIENTO (SLOTING) DE UN CENTRO DE DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS DE LIMPIEZA Y CUIDADO PERSONAL EN EL ÁREA DE ARMADO DE PEDIDOS PARA CLIENTES**, presentado por el estudiante universitario **Carlos Alberto Arriola Barrientos**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Cesar Ernesto Urquizu Rodas
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



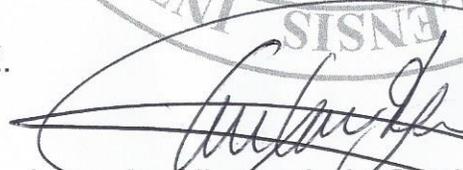
Guatemala, septiembre de 2019.

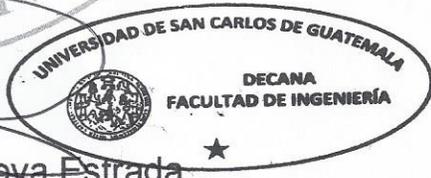
/mgp



La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN EN LAS LÍNEAS GUÍA PARA EL ORDENAMIENTO (SLOTING) DE UN CENTRO DE DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS DE LIMPIEZA Y CUIDADO PERSONAL EN EL ÁREA DE ARMADO DE PEDIDOS PARA CLIENTES**, presentado por el estudiante universitario: **Carlos Alberto Arriola Barrientos**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
Decana



Guatemala, Septiembre de 2019

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por llevarme siempre de la mano en toda mi vida.
Mis padres	Eugenio Arriola y Olga Marina de Arriola, por haberme dado la vida y apoyarme siempre.
Mi esposa	Vivian Sofía Coll, por estar siempre a mi lado de manera incondicional y animarme a seguir adelante.
Mi hijo	Juan Pablo Arriola Coll, por ser fuente de inspiración.
Mis hermanos	Leonel, Pedro, Freddy y Jorge Arriola, por su compañía y apoyo.
Guatemala	Tierra que me vio nacer, por las oportunidades que me ha brindado.

AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Casa de estudios que me formó académicamente y me brindó la oportunidad de ampliar mis conocimientos.

Facultad de Ingeniería

Por formarme profesionalmente para ejercer mi profesión con ética y honestidad en todo el país.

MA. Ing. Edwin Valdéz

Por su asesoramiento y apoyo para lograr esta importante meta.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN.....	XI
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	3
3. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA	7
3.1. Descripción del problema	7
3.2. Formulación del problema	9
3.2.1. Pregunta central.....	9
3.2.2. Preguntas auxiliares.....	9
3.3. Delimitación del problema.....	9
3.4. Consecuencias de la implementación de la investigación	10
4. JUSTIFICACIÓN	13
5. OBJETIVOS	15
5.1. Objetivo general.....	15
5.2. Específicos.....	15
6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN.....	17

7.	MARCO TEÓRICO	19
7.1.	Capítulo I: conceptos logísticos	19
7.1.1.	Definiciones conceptuales	19
7.1.2.	Tipos de almacenes.....	19
7.1.3.	Centro de distribución.....	22
7.1.4.	Procesos logísticos.....	22
7.1.4.1.	Recibo e inspección	26
7.1.4.2.	Manejo de materiales y reabastecimiento.....	26
7.1.4.3.	Ordenamiento de la bodega (<i>slotting</i>) ..	26
7.1.4.4.	Recolección y empaque (<i>picking and packing</i>).....	34
7.1.4.5.	Consolidación de carga.....	37
7.1.5.	Costos logísticos.....	37
7.1.5.1.	Definición de costo logístico	37
7.1.5.2.	Costos del sistema de almacenamiento.....	38
7.1.6.	Definición de WMS (Warehouse Management System/Sistema de Manejo de Bodegas).....	41
7.1.7.	Inventarios.....	44
7.1.7.1.	Clasificación de los modelos de inventarios.....	45
7.1.7.2.	Componentes de un modelo de inventarios.....	46
7.1.7.3.	Costos involucrados en un modelo de inventarios.....	47
7.1.7.4.	El sistema de clasificación ABC	47
7.2.	Capítulo II: mercado	49
7.3.	Capítulo III: el problema del ordenamiento <i>slotting</i>	52
8.	PROPUESTAS DE ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	55

9.	METODOLOGÍA.....	57
9.1.	Enfoque	57
9.2.	Diseño.....	57
9.3.	Alcance	57
9.4.	Variables e indicadores.....	58
9.5.	Fases	58
9.6.	Resultados esperados	61
9.7.	Población y muestra	62
10.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN.....	63
11.	CRONOGRAMA.....	65
12.	FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO	67
13.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69
14.	APÉNDICES.....	73

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Esquema de solución	18
2.	Cronograma de actividades	65

TABLAS

I.	Los subprocesos y actividades más comunes incluidos en el proceso de almacén	23
II.	Variables e indicadores	58
III.	Muestreo de volumen	59
IV.	Toma de tiempos de armado de pedidos	60
V.	Presupuesto	68

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
%	Porcentaje

GLOSARIO

<i>Balanced scorecard</i>	Tablero de indicadores.
CEDI	Centro de Distribución
<i>Crossdocking</i>	Pedido que se prepara ordenado por cliente.
<i>Layout</i>	Distribución física de la bodega.
<i>Picking</i>	Acción de preparar un pedido.
<i>Re-slotting</i>	Reordenamiento de unidades en el almacén.
<i>Retail</i>	Venta al por menor.
SKU	Unidad en el Almacén
<i>Slotting</i>	Posicionamiento de unidades en el almacén.
WMS	Sistema de Manejo de Bodegas

RESUMEN

La presente investigación tiene como propósito diseñar la líneas guía para el ordenamiento (*slotting*) de un centro de distribución de productos de limpieza y cuidado personal en el área de armado de pedidos para clientes en Centroamérica.

Actualmente no se cuenta con líneas guías para hacer eficiente el uso de los recursos, tanto humanos como físicos, y así incrementar la productividad en la operación de preparación de pedidos de clientes directos con cajas sueltas. El despacho de pedidos a los clientes se hace de manera directa, pueden estar compuestos por unidades completas de despacho, o *pallets*, mezclados con cajas sueltas de productos para completar sus pedidos. Estas cajas sueltas son preparadas en un área de *picking* de cajas sueltas, es decir no se toma el *pallet* completo para surtir la orden.

En la investigación se utilizará un diseño de tipo no experimental debido a que no se utilizará ensayos de laboratorio para determinar la información que será utilizada en el proyecto planteado y tampoco se manipularán variables en laboratorio. Los datos se obtendrán por medio de datos históricos y herramientas de medición, a fin de hacer un análisis y observación para determinar las áreas de mejora en el actual proceso.

Del resultado de la investigación se espera obtener la base teórica que pueda soportar la elaboración de las líneas guía para el ordenamiento (*slotting*) de un centro de distribución de productos de consumo de productos de limpieza y cuidado personal en el área de armado de pedidos para clientes. En la

investigación también se espera poder determinar los procesos críticos para la mejor toma de decisiones en el proceso, para poder plantear las mejoras a los mismos.

Se redactarán las conclusiones de acuerdo a los hallazgos encontrados en el análisis de la data y las mejoras detectadas en los procesos que impactan en el armado de pedidos para clientes.

1. INTRODUCCIÓN

Las empresas que se dedican a la venta de bienes necesitan tener dentro de su esquema de operación una cadena de suministro, esta abarca desde la planeación de lo que se va a vender hasta la entrega en el cliente final. Dentro de esos procesos se encuentran los centros de distribución, que a su vez tienen una serie de procesos internos para operar, entre ellos el proceso de preparación de pedidos de clientes, que constituye uno de los mayores cuellos de botella en la logística.

El presente trabajo de investigación consiste en el diseño de líneas guía para el ordenamiento de los productos dentro de un centro de distribución de productos de limpieza y cuidado personal, este ordenamiento, o disposición de los productos dentro de los centros de distribución, es el factor más importante en la productividad de la preparación de pedidos. Dependiendo de lo eficiente que esté este ordenamiento, así será el tiempo que tome la preparación de los pedidos de los clientes.

El problema que se tiene en el centro de distribución al no tener lineamientos para este ordenamiento es que cada operario realiza el recorrido de armado de pedidos de cliente a su criterio, teniendo que recorrer varias veces los pasillos de la bodega, lo que resulta ineficiente para la operación.

La importancia del estudio se basa en el eficiente uso de los recursos del centro de distribución tanto humanos como físicos para así incrementar la productividad en la operación de preparación de pedidos de clientes directos

con cajas sueltas, alineada a la línea de investigación de Logística Integral de la Maestría en Gestión Industrial.

El esquema de solución se planteará en tres capítulos. El primer capítulo corresponde al marco teórico donde se realizará una revisión de la teoría en conceptos logísticos, el mercado al que está enfocado el estudio y el tipo de pedidos solicitados por los clientes, y luego se menciona el tema del problema del ordenamiento desde un punto de vista conceptual.

El segundo capítulo corresponde a la presentación de resultados, en el cual se realizará un diagnóstico de la operación con el objetivo de describir un punto de partida y la estrategia que se desarrollará en la investigación. También se elaborará el diseño de líneas guía para el ordenamiento del centro de distribución y se definirán los principales indicadores de la operación que se hacen sensibles a mejora.

En el tercer capítulo se hará una discusión de los resultados con el objetivo de verificar la efectividad que esta investigación tuvo en la operación de armado de pedidos de clientes.

2. ANTECEDENTES

Entre los antecedentes relacionados al tema de ordenamiento (*slotting*) de un centro de distribución se pueden mencionar los siguientes:

Según indican Pansart, Catusse & Cambazard (2018), el ordenamiento de un centro de distribución se puede resumir como el problema de recolectar los productos para pedidos de clientes (*picking*) en un tiempo mínimo. Esta actividad de *picking* se encuentra en el corazón de la logística de un centro de distribución y consiste en recolectar productos del área de almacenaje en cantidades específicas dadas por un pedido de un cliente. Mencionan también los autores que actualmente este es el mayor cuello de botella en la cadena de suministro, ya que este proceso tiene relacionado un alto costo en tiempo y mano de obra. Lo anteriormente citado da un aporte al trabajo de investigación en función del análisis de distancias recorridas y el costo que este involucra en el proceso de armado de órdenes.

Por otra parte, Fralick (2014) señala que usualmente cuando se visita un centro de distribución de algún cliente se menciona que se podría tener un mejor *slotting*. Usualmente los encargados de inventarios dentro de los centros de distribución realizan el *slotting* usando como criterio el pronóstico de ventas. Sin embargo, los pronósticos de ventas pueden estar correctos en términos numéricos, pero estos no proporcionan toda la información necesaria para la óptima ubicación de los productos dentro del centro de distribución, ya que también es necesario tener información no solamente de la cantidad que se demandará de un producto, sino de la forma en que se demandará. Por

ejemplo: la frecuencia, la cantidad de pedidos de clientes que lo piden, la estacionalidad, adicional a las características físicas de los productos.

El trabajo de Fralick (2014) aporta a la investigación el uso de información de los productos para la ubicación en el centro de distribución, adicional a la importancia de la información en la toma de decisiones sobre encontrar el lugar óptimo para los productos.

Referente a la distribución física, Posada (2011) menciona que la correcta ubicación de los pasillos permite en el almacén un mejor flujo de la mercancía, y de acuerdo con la posición de los muelles de carga y descarga se tiene mayor o menor facilidad en el acceso y movimiento de la mercancía. Esto significa que una buena gestión dentro de un centro de distribución necesita determinar y diseñar el *layout* del almacén con relación a la ubicación de los muelles y puertas. Teniendo esto en cuenta, si el centro de distribución mueve mercancía que tiene alta rotación, la mejor distribución es aquella con puertas de recibo y despacho opuestas y enfrentadas, lo que traerá como beneficio que el producto se moverá a una mayor velocidad y podrá acceder también de una manera fácil a sus posiciones de almacenamiento.

El trabajo de Posada aporta a la investigación el análisis de la distribución de los pasillos y la forma de utilizarlos dentro del centro de distribución, para determinar cuáles son las posiciones de mayor rotación en las cuales se deberá ubicar los productos clasificados con mayor demanda en los pedidos de los clientes.

En su estudio sobre el proceso de armado de pedidos para clientes los autores Zulj, Glock, Grosse & Schneider (2018) mencionan que en la práctica, la ruta del armado de la orden está frecuentemente influenciada por condiciones

de precedencia; la secuencia en el orden de armado es parcialmente predeterminada por condiciones de fragilidad, patrón de estiba, forma, tamaño y facilidad en el proceso de descarga. Proponen el uso de restricciones físicas y de estiba en las restricciones a tomar en cuenta en la precedencia de la secuencia de la ubicación de los productos dentro del centro de distribución.

El trabajo Zulj, et al. (2018) aporta importantes aspectos a considerar en el diseño de investigación, referentes a restricciones físicas y secuencia de *picking* al momento de ubicar los productos en el centro de distribución.

Finalmente, menciona Van Gils (2019) que los centros de distribución prestan servicios de mano de obra intensiva a los clientes. El bajo rendimiento puede resultar en altos costos y una demanda insatisfecha por parte de los clientes. Los nuevos desarrollos de mercado obligan a los centros de distribución a manejar una gran cantidad de pedidos dentro de un plazo de tiempo ajustado. Para hacer frente a esto las operaciones de preparación de pedidos deben optimizarse resolviendo una amplia gama de problemas de planificación. La optimización secuencial de los problemas de planificación de preparación de pedidos puede dar como resultado un rendimiento de almacén global subóptimo y para ello se presentan modelos que proponen una integración de los criterios de secuencia de armado de pedidos de clientes, el manejo de lotes en su preparación y la calendarización de entregas de acuerdo a los clientes.

Van Gils (2019) aporta al presente estudio un enfoque en el cliente y en el manejo de lotes de pedidos, a la vez que vuelve a resaltar la importancia de los costos y su relación con la eficiencia en la operación.

3. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA

Cada operario realiza el recorrido de armado de pedidos de cliente a su criterio, teniendo que recorrer varias veces los pasillos de la bodega, lo que resulta ineficiente para la operación.

3.1. Descripción del problema

Es el centro de distribución regional para Centroamérica, en el cual se preparan las órdenes de pedidos de clientes de Guatemala, Honduras y El Salvador, adicional a despacho de pedidos de abastecimiento a otras bodegas de la misma compañía ubicadas en Panamá, Costa Rica y Nicaragua.

Dentro de los clientes que se despachan de manera directa, e indirecto, que está representado por distribuidores. Estos clientes hacen pedidos que pueden estar compuestos por unidades completas de despacho, *pallets*, mezclados con cajas sueltas de productos para completar sus pedidos.

Estas cajas sueltas de producto que se solicitan en los pedidos de los clientes son preparadas en un área de *picking* de cajas sueltas, es decir no se toma el *pallet* completo para surtir la orden, sino que estas cajas tienen que ser tomadas por el operario una a una a lo largo de los pasillos del centro de distribución, teniendo que hacer múltiples recorridos en estos pasillos hasta completar la orden.

Se cuenta con un sistema de manejo de almacenes WMS, el cual es capaz de asignar una ubicación fija dentro de la bodega a los productos que se

designen en el área de *picking* de cajas sueltas, lo anterior con la finalidad de que siendo el espacio finito de una bodega se tengan ubicaciones fijas y ordenadas para el surtido.

Estas ubicaciones se asignan dependiendo del criterio de la persona encargada y el mismo carece de una herramienta que le permita tener criterios de cálculo que ayuden a reducir los tiempos de viaje, las distancias recorridas y la cantidad de espacios que se le puede asignar a cada producto. Además no se realiza un análisis estacional de cómo están ubicados los productos dentro del centro de distribución, si hubiera cambios en la demanda o la frecuencia de pedidos durante el año.

A su vez, los productos que se venden varían dependiendo de criterios de mercado y demanda, como lo son la estacionalidad, popularidad, ofertas temporales, promociones o condiciones especiales, las cuales no se toman en cuenta al momento de la asignación de ubicaciones de *picking* dentro del centro de distribución.

El proceso de armado de pedidos de clientes directos queda, pues, a criterio del operador de montacargas, que al no tener una ruta definida por el ordenamiento de los productos dentro del área de *picking* de cajas sueltas hace varios recorridos a lo largo del área del centro de distribución hasta finalizar la orden.

Como parte de las actividades en la gestión de la administración de las operaciones del centro de distribución se tiene la autorización para la realización del estudio.

El financiamiento para este proyecto, y los gastos que deban realizarse, como traslados, comidas, fotocopias o uso de Internet, serán cubiertos por el investigador.

3.2. Formulación del problema

3.2.1. Pregunta central

¿Cómo las líneas guía para el ordenamiento (*slotting*) de un centro de distribución de productos de limpieza y cuidado personal mejorarán el área de armado de pedidos para clientes?

3.2.2. Preguntas auxiliares

- ¿Cuáles son las deficiencias en la asignación de ubicaciones en el centro de distribución en el área de armado de órdenes de cajas sueltas?
- ¿Qué procedimiento es el adecuado para la asignación de ubicaciones en el área de armado de pedidos de cajas sueltas?
- ¿Qué beneficios tiene la utilización de líneas guía para el ordenamiento de productos en el centro de distribución, que tomen en cuenta elementos críticos de las características de los productos cuantitativos y cualitativos?

3.3. Delimitación del problema

El trabajo de investigación se realizará en un centro de distribución de una empresa que se dedica a la comercialización y venta de productos de limpieza y

cuidado personal en la Ciudad de Guatemala. El período de ejecución de la investigación será del mes de abril a octubre del año 2019.

3.4. Consecuencias de la implementación de la investigación

De realizarse:

- Reducir tiempos en el recorrido del operador de montacargas en el armado de pedidos para clientes directos.
- Optimizar el ordenamiento de los productos dentro de un centro de distribución para mejorar los tiempos en surtido.
- Se tendrá un centro de distribución más ordenado y los productos serán ubicados tomando los factores de frecuencia, cantidad de pedidos de clientes, la estacionalidad, promociones y no solo demanda.
- Se tendrá una mejor planificación en la preparación de pedidos, logrando así reducir tiempos y costos en el surtido de pedidos.

De no realizarse:

- El proceso de armado de pedidos de clientes directos continuará quedando a criterio del operador de montacargas.
- Continuará sin optimizarse el área de cajas sueltas para el despacho de pedidos en la operación del centro de distribución.

- Se continuará asignando ubicaciones a los productos sin tomar en cuenta otras variables adicionales al registro histórico de ventas.

4. JUSTIFICACIÓN

La línea de investigación con la que se relaciona el presente estudio es la logística integral, como una estrategia en administración de inventarios de la Maestría en Gestión Industrial.

La importancia del diseño de líneas guía para el ordenamiento (*slotting*) de un centro de distribución de productos de limpieza y cuidado personal en el área de armado de pedidos para clientes es que es una herramienta para hacer eficiente el uso de los recursos, tanto humanos como físicos, y así incrementar la productividad en la operación de preparación de pedidos de clientes directos con cajas sueltas.

La necesidad de la investigación surge debido a que el 35% de las cajas despachadas por el centro de distribución son preparadas en el área de cajas sueltas, y optimizar este proceso traerá beneficios a la operación.

La motivación del investigador de realizar el estudio es que no se tiene claro en las operaciones en general un proceso de *slotting* y desarrollar esta investigación puede aportar una guía de referencia a los profesionales que trabajen en cualquier operación de distribución que despache pedidos de clientes sin importar la industria que se trate.

Los beneficios que aportará este estudio son: la reducción de las distancias recorridas y el tiempo de preparación de pedidos de clientes, incrementando con ello la productividad de la operación; para la empresa el poder tener una operación más rentable debido al incremento de la

productividad; para los clientes al recibir sus pedidos de una manera más ordenada, ya que al ser preparados en una secuencia correcta se espera que como consecuencia se reduzcan daños en tránsito por problemas de estiba; para los operarios al reducir distancias de viaje y tareas repetitivas y, por último, para el investigador al ampliar sus conocimientos logísticos y aplicar los conocimientos adquiridos en la Maestría en Gestión Industrial.

5. OBJETIVOS

5.1. Objetivo general

Diseñar las líneas guía para el ordenamiento (*slotting*) de un centro de distribución de productos de limpieza y cuidado personal en el área de armado de pedidos para clientes.

5.2. Específicos

- Identificar las deficiencias en la secuencia de asignación de ubicaciones en el centro de distribución en el área de armado de órdenes de cajas sueltas.
- Analizar el procedimiento adecuado para la asignación de ubicaciones en el área de armado de pedidos de cajas sueltas.
- Evaluar los beneficios de las líneas guía del ordenamiento de productos en el centro de distribución que tome en cuenta elementos críticos de las características del producto, tanto cuantitativas como cualitativas.

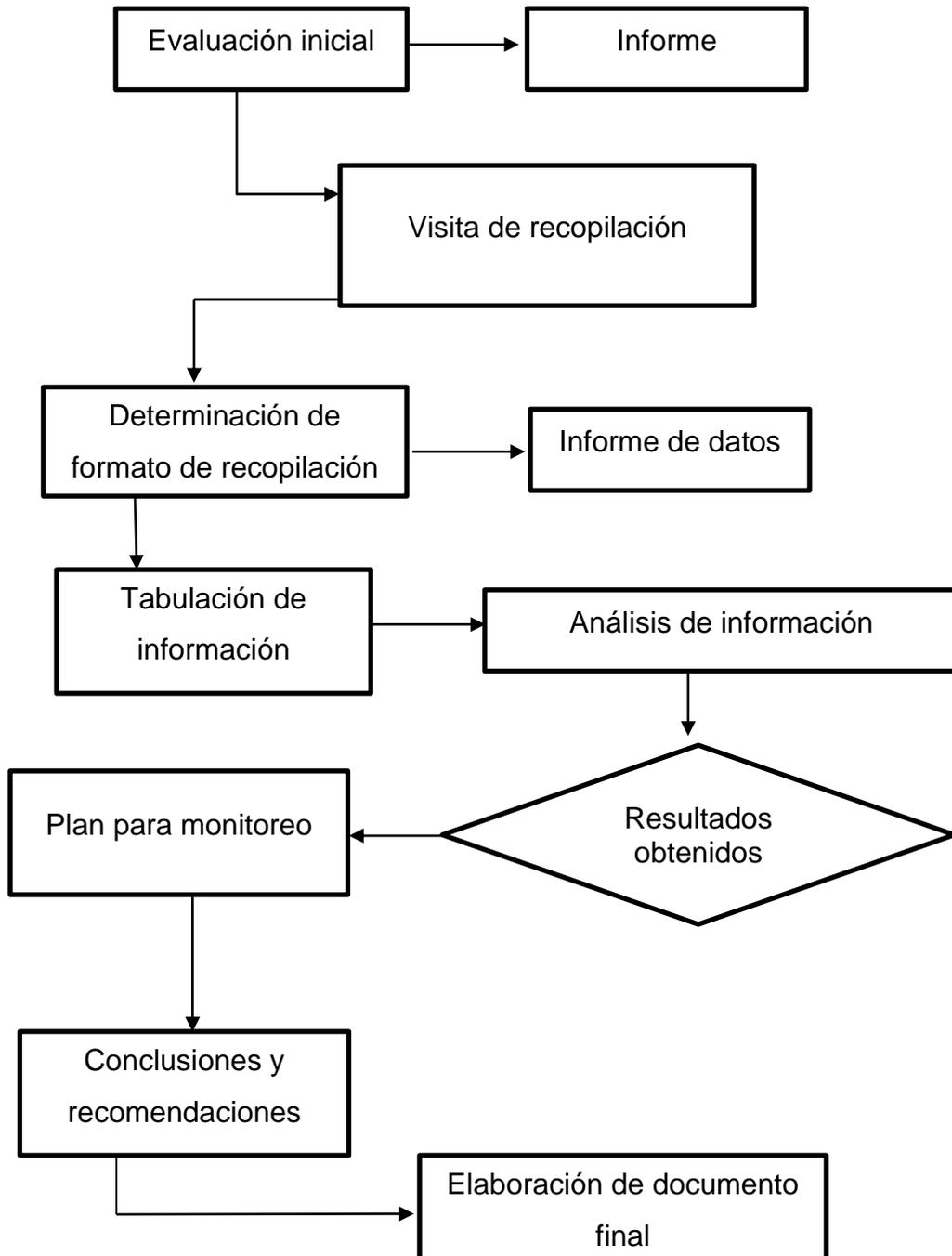
6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN

Las necesidades laborales que se pretende cubrir con este trabajo de investigación son:

- Diseñar los pasos a seguir para solucionar el problema de la asignación de posiciones en el área de *picking*, de una manera ordenada y con una secuencia de actividades que permita hacer eficiente el proceso.
- Hacer análisis causa-efecto que ayuden a analizar los procesos de la operación y sugerir mejoras al mismo.
- Hacer eficiente la operación de armado de pedidos de clientes al tener un proceso optimizado y reducir las pérdidas de tiempo por no tener una secuencia ordenada en el proceso de *picking*.
- Hacer eficiente el uso de espacios en el centro de distribución.
- Reducir las distancias de recorrido y optimizar las rutas para la elaboración del proceso de *picking*.

La validez técnica del trabajo viene dada por la utilización de herramientas de ingeniería industrial en su análisis, como la estadística descriptiva, los diagramas de operaciones, diagramas de Pareto e Ishikawa, manejo de inventarios e investigación de operaciones.

Figura 1. **Esquema de solución**



Fuente: elaboración propia.

7. MARCO TEÓRICO

En esta sección se describen conceptos básicos y teóricos sobre centros de distribución y sus procesos, pedidos de clientes y lo referente a líneas guías para el ordenamiento (*slotting*).

7.1. Capítulo I: conceptos logísticos

7.1.1. Definiciones conceptuales

Posada (2011) menciona que “como primer paso se debe definir qué tipo de estructura de almacenamiento tendrá la empresa, clasificándola en: centro de distribución, almacén o bodega. Lo anterior permitirá definir la estrategia de almacenamiento a implementar” (p.84).

7.1.2. Tipos de almacenes

Posada (2011) indica que “primero se debe tener definida la estrategia de almacenamiento que se tendrá, el tipo de estructura para el almacenamiento, esto es principalmente conocer si la compañía tiene un centro de distribución, un almacén o una bodega” (p.85).

Según López (2006), citado por Posada (2011):

Los tipos de almacenes más comunes son los siguientes:

- Almacén abierto (al aire libre): estos espacios se usan para almacenar a la intemperie productos a granel no perecibles, o productos terminados que no se deterioren con la acción del medio ambiente. Por ejemplo, se pueden almacenar vehículos que salen de la línea de ensamblaje de las fábricas y están a la espera de ser despachados hacia los diferentes concesionarios.
- Almacén de distribución: es el espacio que se utiliza para almacenar mercancías, especialmente productos terminados que surten a las grandes cadenas de *retail*. Estos almacenes importan y compran mercancías en el mercado nacional y las despachan sobre pedido a las diferentes tiendas por departamentos que atienden. Por ejemplo, una cadena de almacenes al detalle con muchos almacenes distribuidos por toda una ciudad necesita surtir atún enlatado. El almacén de distribución lo importa, lo almacena y lo distribuye a cada punto de venta de acuerdo con los pedidos, sin que la empresa solicitante tome parte en dicha compra e importación. La tienda por departamentos tampoco administra el inventario, solo hace el pedido y paga por el producto que le solicitó al almacén de distribución.
- Almacén logístico: este tipo de almacén se caracteriza por no tener inventario de mercancías durante largos períodos de tiempo. Su función es la de distribuir los productos o mercancías, y no la de almacenar. Por lo tanto, su principal característica es su eficiente tiempo de entrega y su confiabilidad. Un ejemplo de este tipo de almacén pueden ser los diferentes centros de recibo y distribución de carga ligera de cualquier *courier* (Fedex, UPS,

etc.). Estos depósitos almacenan temporalmente los productos mientras se organizan y cargan para ser enviados a su destino.

- Almacén general de depósito: este espacio sirve para guardar todo tipo de mercancías o de productos terminados y cualquier persona ya sea natural o jurídica puede hacer uso de sus servicios. Su tarea es almacenar y las empresas acuden a ellos cuando no tienen espacio suficiente o cuando es más rentable arrendar un espacio para almacenar que mantener las mercancías en sus empresas. En los almacenes generales de depósito normalmente se cobra por metro cuadrado almacenado. También funcionan como sociedades de intermediación aduanera, lo que significa que sirven a las empresas no solo como lugar de depósito de las mercancías, sino como agentes para realizar todos los trámites legales ante los respectivos gobiernos para internar mercancía de importación.
- Almacén central y regional: un ejemplo de estos dos tipos de almacenes es el almacenamiento que se realiza en una embotelladora de refrescos. Por lo general está ubicado en un lugar cercano a la planta de embotellado o al interior de la misma empresa. Estos almacenes centrales surten a los diferentes almacenes regionales ubicados en otros municipios, lejanos al centro de embotellamiento de los refrescos. Habitualmente, el almacén central maneja sku's de gran tamaño, por lo general *pallets* o estibas de mercancía; en cambio el regional maneja productos en sku's más pequeños, tales como cajas o unidades sueltas. (p.85).

7.1.3. Centro de distribución

Posada (2011) comenta:

Un centro de distribución (CEDI) es como un lugar físico donde se almacenan distintos tipos de mercadería, estas pueden ser fabricadas por la misma empresa o compradas a un proveedor. Tanto la estrategia como el tamaño de un centro de distribución pueden variar dependiendo las necesidades físicas del producto, pueden estar almacenadas a piso, en estanterías, a temperatura ambiente o en cuartos fríos, etc. La ubicación de un centro de distribución es de suma importancia, ya que debe contemplar estar cerca de carreteras de fácil acceso, cerca de salidas hacia puertos de embarque, alejada de sitios urbanos. Las zonas industriales suelen ser un muy buen lugar de ubicación para estos CEDIS, ya que cuentan con las condiciones antes mencionadas. (p.84).

7.1.4. Procesos logísticos

El proceso de almacén es un conjunto de acciones que están asociadas con la recepción, almacenamiento recolección y envío de bienes materiales, en lugares convenientemente adaptados para este fin, y bajo ciertas condiciones organizativas y tecnológicas. Por lo tanto, se puede concluir que el proceso de almacén incluye subprocesos como recepción, almacenamiento, preparación y envío. Sin embargo, es un enfoque muy general, y el proceso de almacén puede tomar muchos aspectos diferentes e incluir múltiples subcomponentes. La selección y conexión apropiada de estos elementos de proceso (subprocesos) está determinada por las funciones y tareas de la instalación logística. De hecho, los almacenes de producción, los almacenes de distribución o los

almacenes de *crossdocking* suelen realizar diversos tipos de transformaciones.

Cada uno de estos componentes del proceso de almacén se caracteriza por una secuencia apropiada de acciones que deben realizarse para completar las metas y los objetivos definidos (ver tabla II). Está estrechamente relacionado con la transformación de materiales e información por recursos laborales (los recursos laborales incluyen empleados del almacén, medios de transporte, equipo de almacén, herramientas para la gestión del flujo de información, etc. (Klodawski, Jacyna, Lewczuk & Wasiak, 2017, p. 452).

Tabla I. **Los subprocesos y actividades más comunes incluidos en el proceso de almacén**

Sub proceso	Actividades	Transformación
1	2	3
Recepción	Descarga. Identificación de carga y control de tiempo. Amortiguamiento.	Lugar Tiempo Tiempo
Guardado	Transportar al área de almacenamiento. Colocación de cargas unitarias en lugar de almacenamiento.	Lugar Lugar
Almacenamiento		Tiempo
Reposición	Transportar al área de <i>picking</i> . Transformación de cargas unitarias a la forma ofrecida en el <i>picking</i> . Reposición para escoger ubicaciones. Colocar las cargas unitarias restantes en el lugar de almacenamiento. Colocando en ubicaciones seleccionadas contenedores vacíos (<i>pallets</i>).	Lugar Forma Lugar Lugar Lugar

Continuación de la tabla I.

Preparación de pedidos	Preparación de pedidos.	Lugar
	Preparando artículos para recoger.	Forma
	Recogiendo <i>ítems</i> .	Lugar
	Clasificación, embalaje, preparación de cargas seleccionadas para el transporte.	Forma
	Transporte de cargas unitarias preparadas al lugar seleccionado en el área de <i>picking</i> .	Lugar
Coembalaje (Co-packing)	Transporte de cargas unitarias a estaciones de coenvasado.	Lugar
	Preparación de artículos para coembalaje.	Forma
	Creación de nuevos SKU (por ejemplo, conjuntos de SKU promocionales, SKU combinados).	Forma
	Embalaje, etiquetado, etiquetado, <i>foiling</i> , etc.	Forma
	Transporte de cargas unitarias preparadas al lugar seleccionado de amortiguación.	Lugar
Consolidación, desconsolidación, clasificación.	. --	Forma (cuantitativa)
Envío	Amortiguamiento.	Tiempo
	Identificación y control de carga.	Tiempo
	Cargando.	Lugar
Política de devolución de materiales, utilización.	Identificación y control de carga.	Tiempo
	Amortiguamiento.	Tiempo
	Cargando.	Lugar
Crossdocking	Transporte desde el <i>buffer</i> de entrada al <i>buffer</i> de salida.	Lugar

Fuente: Klodawski, M.; Jacyna, M.; Lewczuk, K. & Wasiak, M. (2017). *The issues of Selection Warehouse Process strategies*. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.04.399>

Klodawski, et al. (2017) hacen referencia a que:

El proceso de almacén se puede implementar de muchas maneras diferentes (bajo diferentes estrategias). Esto significa que los materiales pueden ser procesados por varios componentes del proceso de almacén, en sus diversas configuraciones, así como en varias áreas funcionales de instalaciones logísticas. Por lo tanto, se puede suponer que la estrategia del proceso de almacén es parte de este proceso. Determina la secuencia de operaciones del almacén. Estas operaciones están relacionadas con el transporte interno, la transformación de la forma de la carga y el almacenamiento intermedio de la carga entre su entrada y salida del almacén. La selección de la estrategia de almacén particular generalmente depende de las tareas básicas de almacén, la estructura y el tamaño de los pedidos de los clientes, las unidades logísticas manejadas, los costos de manejo de materiales en subprocesos particulares (tanto costos financieros como de tiempo), la disponibilidad de espacio de almacenamiento y recursos de mano de obra, etc.

El costo de manejo de unidades de carga por estrategia de proceso de almacén puede expresarse en unidades de dinero y tiempo. La implementación de las operaciones particulares del almacén impactan también financieramente (relacionado con la contratación de recursos laborales, la congelación de fondos, el mantenimiento de la infraestructura y la infraestructura) según el tiempo requerido para realizarlos. (p.453).

Los procesos que realiza un centro de distribución se pueden dividir en:

7.1.4.1. Recibo e inspección

De acuerdo a Vitasek, Ledyard, Murray y Symmes (2010), la función básica del proceso de recibo e inspección es tomar responsabilidad por el ingreso de material, validar el material recibido con la orden de compra, chequear si existiera algún daño en el material recibido y completar cualquier tipo de inspecciones. Recibir correctamente los materiales puede reducir muchos dolores de cabeza en procesos posteriores.

7.1.4.2. Manejo de materiales y reabastecimiento

Vitasek, et al. (2010) señalan que “el manejo de materiales y la función de reabastecimiento engloban todo el proceso que soporta el movimiento de materiales desde el recibo hacia el punto de uso o lugar de almacenamiento”.

7.1.4.3. Ordenamiento de la bodega (*slotting*)

De acuerdo con Vitasek, et al. (2010):

El ordenamiento de la bodega es definido como el lugar estratégico para los productos dentro de una instalación de bodega. Su objetivo es maximizar el eficiente uso de la bodega, mejorar el almacenaje y el proceso de armado de pedidos de clientes, también reduce costos de manejo por medio de la optimización de la ubicación de los productos, y el balance de la carga de trabajo. (p.1).

Se menciona también que la estrategia de ordenamiento de la operación, o las reglas que rigen cómo los productos serán colocados en una ubicación óptima, impacta tanto la productividad como los costos de la operación. El

objetivo del ordenamiento es optimizar el uso del espacio cúbico del edificio y reducir las distancias de viaje del posicionamiento en la bodega, reabastecimiento y armado de pedidos. Esta estrategia puede estar basada en un número de consideraciones, desde la velocidad del producto hasta características físicas de cómo unos productos están relacionados con otros. Los posibles factores a considerar en una estrategia de ordenamiento son:

- Actividad o velocidad del producto: ordenamiento basado en el volumen despachado por período o el número de órdenes para el cual el producto es despachado. Los productos de alto uso son colocados en las posiciones principales que tienen la menor distancia de viaje y mejores condiciones ergonómicas.
- Uso por temporadas: el producto es movido hacia las posiciones principales durante las temporadas de alto volumen, y hacia las posiciones menos importantes cuando termina su temporada. Reconocer la temporalidad en los productos permite el uso eficiente de las posiciones principales y favorece el reordenamiento de la bodega.
- Almacenamiento o tipos de despacho: ejemplo: *pallets* completos vs. *pallets* parciales vs. cajas sueltas vs cajas sueltas parciales vs. Unidades. Ayudará a optimizar las tasas de utilización de los equipos de manejo de materiales y las ubicaciones de selección y almacenamiento principales que están dimensionadas para cumplir con el producto.
- Características o requerimientos especiales de los productos: el ordenamiento de productos que requieran manejo especial o almacenaje, como por ejemplo seguridad, controles ambientales o equipo de manejo

especial, pueden ser necesariamente incluidos en el perfil de los productos para su diferenciación en el ordenamiento.

- Ordenamiento por similitud: el ordenamiento de productos similares puede mejorar también la eficiencia.
- Ordenamiento basado en el cliente: en algunos casos, agrupar a productos por clientes puede ganar eficiencias.
- Ordenamiento por carga de productos: en algunos casos, desarrollar distribuciones que apoyen la secuencia de carga de camiones puede mejorar eficiencias.

De acuerdo con Vitasek et al. (2010), la información acerca de las ubicaciones de preparación también es requerida para desarrollar una estrategia de ordenamiento y reglas de operación. Estas incluyen medidas de la ubicación, capacidad de carga, distancia, ubicación de restricciones y tipos de productos que se pueden almacenar.

Cuando se determina una estrategia de ordenamiento, la empresa debe considerar múltiples factores, pero tener cuidado de no exagerar en reglas en la estrategia de ordenamiento. Intentar aplicar reglas a muchos atributos al mismo tiempo puede convertirse en incómodo de manejar e implementar y puede generar que al final no se den los resultados de mejora en productividad esperados ni la reducción de costos.

- Reglas de operación y su mantenimiento

Según Vitasek et al. (2010), el ordenamiento es un proceso dinámico. Así como su base de productos y clientes cambia, así también las reglas de operación para el ordenamiento de la distribución de la bodega. Los expertos en la industria han encontrado que no es común para las compañías revisar las reglas usadas en los programas de ordenamiento, al menos en intervalos anuales, y en algunos casos no se hacen revisiones desde que se ha instalado un sistema. Como resultado de esto muchas compañías no están viendo las mejoras esperadas en productividad de los programas de ordenamiento.

Las reglas deben ser revisadas y cambiadas para apoyar requerimientos actuales y esperados de la operación. Las compañías con las mejores prácticas en el mercado revisan su estrategia de ordenamiento contra:

- Proyecciones de venta.
- Estacionalidad.
- Planes de mercadeo y promociones.
- Cambios en características de productos y mezcla de productos.
- Cambios en los requerimientos y *mix* de clientes.
- Cambios en la disposición del almacén y cambios en los equipos de manejo de materiales.

El cambio más común es la velocidad y el cubo de los productos que se mueven a través del almacén. No es poco común que hasta el 35% de los SKU desaparezcan en un año. Si las reglas comerciales no se revisan para mantenerse al día con los cambios en la mezcla de productos, pueden producirse grandes brechas en la productividad esperada desde los programas de asignación de fechas hasta la productividad experimentada en el almacén.

Se deben revisar las estrategias de asignación de fechas periódicamente para obtener el valor esperado de su programa de asignación de fechas.

- Ubicación y velocidad del producto

Una consideración para el *slotting* es reducir el tiempo de viaje o la mano de obra asociados con la recolección y la reposición. El tiempo de viaje, en su uso más amplio, incluye el tiempo para levantar el producto dentro y fuera de los *racks* de almacenamiento, viajar por el almacén con carretilla de mano, montacargas o cinta transportadora, y el tiempo que toman los armadores de pedido para localizar y tomar el producto. Para reducir el tiempo de viaje la mayoría de las empresas comienzan observando los patrones de pedido y la velocidad de tomar el producto dentro del almacén. Los artículos que se mueven más rápido se ubican de modo que se requiera la menor cantidad de viajes para recoger o jalar el producto para su reposición.

Un ejemplo de estas ubicaciones principales pueden ser las primeras posiciones en un pasillo, el almacenamiento cerca de los transportadores centrales o las áreas más cercanas a las celdas de envío o ensamblaje. El producto también se coloca en los mejores niveles ergonómicos, y las ubicaciones principales se equilibran a lo largo de los pasillos, las estanterías de flujo y las estanterías para reducir las congestiones y los conflictos de mano de obra y de equipos electrónicos. Las características del cubo del producto son otras consideraciones al seleccionar ubicaciones. Los programas de posicionamiento ayudan a maximizar la utilización del espacio al hacer coincidir los productos con las ubicaciones según la densidad del cubo.

- *Re-slotting*

A criterio de Vitasek et al. (2010), *re-slotting* es el proceso de asignar una nueva ubicación a un producto en función de los cambios en su perfil o uso. Es común que el volumen y la velocidad del producto cambien a lo largo de su ciclo de vida y cada industria tenga su propia tasa de cambio de producto. La revisión de las asignaciones de *slotting* puede ser tan poco frecuente como una vez al año, como en un inventario de piezas de servicio donde la rotación del inventario no es alta, o tan frecuentemente como una vez por mes, como en artículos para *retail* de alto volumen. No importa la revisión correcta de frecuencia, las prácticas recomendadas de *re-slotting* pueden caracterizarse por:

- Uso del sistema WMS para evaluar la ubicación óptima y reasignar el producto a posición correcta prioritaria.
- Uso del proceso de selección (*picking*) y almacenamiento (*putaway*) para reasignar el producto desde ubicaciones de rápido movimiento a ubicaciones de lento movimiento o viceversa. Sacar el producto de las ubicaciones subóptimas primero para reasignarlo como parte de su proceso normal de selección y reposición. Guardar el producto en la ubicación óptima a medida que se recibe.
- Revisar la utilización del cubo de ubicación para optimizar la altura del *rack* o el área de almacenamiento en la ubicación. Estar dispuesto a realizar cambios en los diseños de almacén y en las configuraciones de estanterías. Pequeños cambios pueden producir considerables mejoras de eficiencia.
- Consolidar producto para optimizar el almacenamiento. Ejecutar los informes de consolidación para buscar el producto en varias

- ubicaciones, donde el producto no está llenando la ubicación. Tirar primero de este producto o combinar las ubicaciones de los productos como parte de las actividades de reingreso.
- Ajustar de antemano la estacionalidad del producto, mover las ubicaciones principales pronosticadas antes de recibir pedidos estacionales. También mover el producto fuera de las ubicaciones principales antes de que desaparezca la demanda. El producto con poca demanda en una ubicación privilegiada reducirá la eficiencia de selección y reposición.
 - Tomar tiempo para reubicar (*re-slotting*) porque reducirá el tiempo de recogida y reabastecimiento. Una compañía descubrió que por cada hora de trabajo que utilizaba la reubicación del producto en ubicaciones de selección óptimas, ahorraban hasta 9 horas de trabajo de recolección. Este ejemplo recuerda analizar el impacto total de la mano de obra en el almacén del proceso de redistribución.

Las operaciones con mejores prácticas continuamente revisan la asignación de las posiciones en la bodega y tienen un agresivo plan de reubicación.

- Configuración de producto y empaque

Según Vitasek et al. (2010), las especificaciones de producto deben optimizar el cubicaje y permitir el eficiente transporte y almacenamiento. Las especificaciones deben ser reforzadas con los proveedores, o con áreas de empaque en el caso de una manufactura propia. Especificar el número de unidades en la caja y el número de cajas en el *pallet*. Es necesario también que se cuente con un estándar del alto, ancho y profundidad del *pallet*, para así

optimizar las dimensiones de los *racks* donde serán almacenados. Requiere marcado y etiquetado correcto del producto. Reestibar *pallets* en el área de recibo si es requerido, pero tener un proceso funcionando para notificar a los proveedores que el producto no fue despachado correctamente. En la industria *retail* es común que se carguen reclamos económicos a los proveedores que no envían los productos de acuerdo a la especificación, así como mantener las especificaciones del producto en el sistema WMS y usarlo para establecer características del producto. Las compañías con las mejores prácticas manejan la configuración de sus productos con sus suplidores.

- Sistema

Vitasek et al. (2010) mencionan que aunque todavía existen compañías que tienen un proceso manual de *slotting*, en la medida que el número de productos que la bodega maneja se incrementa, también se incrementa la complejidad de manejarlos y obtener los beneficios del proceso de *slotting*. Las compañías con las mejores prácticas se han volcado a integrar programas de software para ayudar en el proceso.

Los programas por computadora de *slotting*, la recopilación de datos y la validación proveen una mayor exactitud y compromiso. Se requiere de datos sobre productos, sobre la distribución de la bodega y localizaciones y los consumos de los productos, el volumen de pedidos de clientes y los pronósticos de ventas para su ingreso al sistema.

Un perfil del producto debe mantenerse por cada SKU. Cuando se establece una nueva estrategia de *slotting* es valioso ingresar al menos un año de datos históricos, así como el actual pronóstico de demanda en el horizonte

que se tenga. El perfil del producto debe incluir dimensiones, peso, número de productos por caja, cajas por *pallet* y requerimientos de almacenamiento.

También debe recopilarse información sobre las ubicaciones de almacenamiento y *picking*. Esto incluye medidas de espacio, capacidad de carga, distancia y tipo de producto que puede ser puesto en la ubicación.

Finalmente también debe tenerse data sobre el movimiento del producto, como el número de piqueos (número de veces que el producto es requerido por un pedido) por producto, por período, así como el pronóstico de la demanda. Una vez se obtiene esta información debe ser verificada y correctamente ingresada en el WMS.

Los sistemas de *slotting* básicamente trabajan por medio de balancear restricciones y objetivos. Los objetivos incluyen qué es lo que se quiere optimizar, como el tiempo de recorridos, la utilización de la bodega, el uso de mano de obra, o elevar la productividad que es la combinación de ambas, una reducción de tiempo y una disminución en el uso de mano de obra. Las restricciones son las características del área física o características que se deben cumplir del producto. El sistema hace sugerencias de ubicaciones por medio de calcular los objetivos y las restricciones y es mucho más eficiente que el proceso manual.

7.1.4.4. Recolección y empaque (*picking and packing*)

Las actividades de recolección y empaque dentro de un centro de distribución son básicamente actividades relacionadas a levantar, mover, recoger, poner, empaquetar y preparar los artículos solicitados según los

requerimientos del cliente. Es el proceso de localización, toma de producto del inventario y colocación del mismo en contenedores de envío para suplir la orden de un cliente. (Lee, Chang, Shim, & Cho, 2015, p. 731).

- Estrategia y métodos de recolección y empaque

Vitasek et al. (2010) indican que se evalúan los perfiles del pedido. El proceso de selección debe ser compatible con los perfiles de pedidos de clientes y los perfiles de actividad del producto. Por lo general, los perfiles de pedidos de clientes, o la forma en que los clientes piden su producto, se clasifican en tres categorías:

- Mezcla de orden: entender tanto la mezcla de productos de alto y bajo volumen como el porcentaje de líneas de la orden que utilizan *pallets* completos, cajas completas, cajas abiertas, unidades individuales o alguna combinación de estas, permite planificar el área de *picking* y el personal necesario a designar.
- Tamaño del pedido: conocer la cantidad de unidades que los clientes suelen ordenar permite establecer el tamaño de la caja o incentivar, a través de programas de comercialización y precios, a los clientes a ordenar en cantidades de cajas completas. Un alto volumen de pedidos pequeños puede beneficiarse de la implementación de líneas de *picking* dedicadas en o cerca del área de empaque.
- Líneas de orden: entender la cantidad de líneas en cada orden es importante para establecer estrategias de *picking*. Una bodega con pedidos, en su mayoría de una sola línea, en comparación

con uno con pedidos, en su mayoría de líneas múltiples, tendrán una estrategia de *picking* significativamente diferentes.

Entender la actividad del producto facilita la definición del área de *picking*. Es importante revisar la frecuencia del *picking*, la cantidad de veces que se recolecta el producto y el volumen de pedido, así como la cantidad de producto que se recolecta. La mayoría encontrará que sus pedidos siguen la regla 80/20, donde el 80 % de los pedidos están compuestos por el 20 % de las unidades del inventario de productos (SKUs). Al identificar el 20 % de los productos es posible definir la estrategia correcta de *picking*. A medida que la mezcla de productos cambie se debe revisar el impacto en la estrategia de *picking*.

Al entender el perfil del producto puede seleccionarse un método o métodos de *picking* apropiados. Algunos métodos comunes de orden o liberación de orden son:

- *Picking* de una sola orden: el método de *picking* más común es este, se trata de elegir una sola orden. En este proceso se recoge todo el pedido en solo viaje. La orden se puede emitir en el área de selección como una lista de *picking* impresa, una etiqueta de *picking* o se puede colocar en un terminal de RF (radiofrecuencia). El pedido completo puede ser recogido y colocado directamente en el contenedor de envío, eliminando así la manipulación posterior. Normalmente, los pedidos se priorizan según la fecha de envío solicitada por el cliente.
- *Picking* por lotes de varios pedidos: los procesos por lotes son más efectivos cuando los operadores tienen que viajar largas distancias en el área de *picking*. Al agrupar un número de pedidos, un recolector puede sacar el producto por un número u orden a

medida que pasan por la ubicación de almacenamiento del producto. El método por lotes funciona mejor cuando tiene una gran cantidad de SKU y los productos se encuentran ubicados en un área extensa.

7.1.4.5. Consolidación de carga

De acuerdo con Vitasek et al. (2010):

La consolidación de carga y embarque consiste en el proceso por el cual el producto fluye a través del área de preparación evitando que en este proceso existan operaciones adicionales como re empaques. El flujo de órdenes en este proceso debe ser balanceado y el mismo debe ser capaz de consolidar productos para su envío por cliente, ubicación, transportista y modo de embarque con la finalidad de optimizar el uso de las unidades de transporte. (p.1).

7.1.5. Costos logísticos

7.1.5.1. Definición de costo logístico

En el entorno económico moderno, las cadenas de suministro tienen ventaja competitiva como el valor agregado y los bajos costos de producción. La correcta organización de las actividades logísticas puede derivar en una reducción de los costos totales, bajar conflictos en lo interno de las operaciones y mejorar el servicio al cliente, se incrementa la rentabilidad y esta permite ofrecer menores precios al cliente. (Orjuela-Castro, Chinchilla-Ospina, & Suárez-Camelo, 2016, p.378).

Paui Cos & De Navascués y Gasca (1998), citados por Orjuela-Castro et al. (2016), indican:

La operación de los sistemas involucrados en la cadena de suministro en logística requiere recursos, estos pueden variar según el tipo y tamaño de la empresa, los productos, canales de distribución y características de los clientes. Logísticamente los costos se relacionan con un grupo de costos adheridos a las funciones de la empresa, que gestionan y controlan los flujos de materiales y sus flujos de información y agrupan todos los costos adheridos a las actividades de la empresa. (p.378).

7.1.5.2. Costos del sistema de almacenamiento

Una compañía debe pagar costos por el sistema de almacenamiento, o bien mediante tarifas que le cargue una empresa externa que le ofrezca tales servicios, o pueden ser también costos internos generados por el manejo de los productos y materiales del almacén operado por la misma compañía. (Ballou, 2004, p. 493).

Para comprender mejor los costos logísticos conviene mencionar algunos conceptos que son claves para su entendimiento:

Los costos logísticos, según Ballou (2004), citado por Estrada Mejía, Restrepo de Ocampo & Ballesteros Silva (2010), indica que “son los costos en que las empresas incurren para garantizar el nivel de servicio a sus clientes y proveedores, existen formas diferentes para clasificarlos: costo de distribución, costos de suministro físico y costos de servicio al cliente” (p.273).

Estrada et al. (2010) menciona que:

- Costos de distribución: es quizá el costo más significativo dentro de los costos logísticos. Incluye entre otros los siguientes elementos: costos de transportes de productos terminados, inventarios de productos terminados, costo de procesamiento de pedidos y costos de administración y gastos generales asociados a la distribución. Toda empresa hace inversión en equipos de transporte o subcontrata este servicio para realizar la distribución de sus productos y obviamente estas acciones implican erogación de recursos financieros importantes.
- Costos de suministro físico: son costos que tienen que ver con transportes de insumos o suministros, costo de inventarios de los bienes, costo de procesamiento de pedidos, costo de almacenamiento, costo de administración y gastos generales asociados al suministro. Aquí es donde se clasifican los costos de armado de las órdenes de pedido de los clientes. Estos costos son tan significativos como los anteriores, por lo que requieren especial atención y control. Los costos de transporte asociados a este rubro se calculan entre productor y almacén distribuidor y entre almacén y cliente final, tomando para ello diferentes criterios de costeo tanto fijos como variables.
- El costo de los pedidos es la serie de gastos necesarios para el reabastecimiento de productos o renovación del inventario, en este costo se debe considerar la mano de obra que interviene en el almacén, los gastos de rentas, y mantenimiento de las oficinas y del almacén, costos del suministro, comunicación, recepción e

inspección, y dependiendo de las empresas estos costos hay empresas que los dividen en fijos y variables.

- El costo de almacenamiento: en este costo se incluyen el valor promedio de los inventarios anuales, intereses sobre la inversión en inventarios, los seguros, impuestos, mano de obra de los trabajadores involucrados directamente en el proceso, costos de ocupación o de espacio, costo de obsolescencia este se da por la falta de rotación del inventario, y costo de daños en el proceso.
- Costos de administración en logística: en este rubro se identifican las tres actividades principales asociadas a la administración de inventarios, entradas que incluye generación de etiquetas de ubicación, identificación de productos recibidos, inspecciones de calidad; salidas que incluye la elaboración de las listas de embarque, edición de órdenes de salida, órdenes de listas de empaque, remitos, órdenes de picking, inspecciones de salida, y costos relacionados al armado de las ordenes de pedido; y costos asociados al control de los inventarios, como lo son los conteos físicos, conteos cíclicos, etc.
- Costos de servicio al cliente: es un cálculo complicado de medir, y la empresa debe determinar una medida o base del servicio logístico para poder hacer una comparación, ejemplo de ello puede ser la medición del servicio de distribución en función del porcentaje de las entregas desde la bodega en un día, o también establecer el porcentaje promedio de inventario, porcentaje de pedidos atrasados, tiempo de ciclo de pedidos para procesamiento

de pedidos normales y para pedidos atrasados por ejemplo. (p. 274-275).

Los costos fijos y variables se definen, según Guerrero (2009), como:

- Costo por pedido o fijo: está asociado al momento que se realiza una orden de pedido o de producción. Se clasifica como fijo también, ya que no depende de la cantidad pedida o fabricada, pero a diferencia del costo fijo contable que siempre se realiza, este está relacionado a la emisión de la orden o pedido para que se dé.
- Costo variable: es el costo que depende de la cantidad que se produce y está relacionado directamente a la cantidad producida o pedida. Cuando el producto es comprado, este costo se asocia directamente a la cantidad pedida, y cuando es producido se involucra a la mano de obra, materiales y gastos generales de fabricación que se le asignan directamente a cada unidad producida. (p.3).

7.1.6. Definición de WMS (Warehouse Management System/Sistema de Manejo de Bodegas)

Según Correa (2010):

Actualmente la cadena de suministro es un medio para que las empresas tengan ventajas competitivas y aumenten su productividad; la gestión de los almacenes es un proceso crítico dentro de esta cadena y esto es debido a que se encarga de la administración de los inventarios y, en la

mayoría de los casos también se encarga de la gestión de las necesidades de los clientes de la empresa como los pedidos de los clientes. Las tecnologías de información y sistemas se han convertido en una herramienta para aumentar la eficacia y la eficiencia en los almacenes. (p.147).

De acuerdo a Vitasek et al. (2010), un sistema de manejo de almacenes (WMS) es un software utilizado por las empresas para el efectivo manejo de los procesos de bodega y las actividades a lo largo de las ubicaciones físicas del inventario. El WMS cubre áreas como: recibo, reabastecimiento, preparación de pedidos (*picking*), embarques y control de inventarios. Los sistemas de WMS más modernos están soportados por comunicaciones de radiofrecuencia, permitiendo la transferencia de datos en tiempo real entre el sistema y el personal de la bodega, adicional al soporte para la captura automática de datos utilizando un avanzado sistema de código de barras e identificadores de radiofrecuencia.

El WMS apoya las operaciones de bodega y la obtención de resultados, reduciendo errores de transacciones, maximizando el espacio y su utilización y minimizando el manejo de materiales y el tiempo de tránsito, por medio de la optimización de los procesos de bodega.

Existen muchas compañías que se dedican al desarrollo de sistemas de WMS al igual que las diseñadas por las propias empresas. Todas ellas contienen ciertas funciones básicas, sin embargo cada solución suele tener sus pros y contras y algunas encajan mejor para compañías en industrias específicas o con una específica mezcla de productos, o para diferentes tipos de inversión económica.

- Sistema básico

Un eficiente sistema de WMS debe de estar completamente integrado con otros sistemas usados en la compañía, la utilización de interfaces ayuda a la eliminación de reproceso de digitación e ingresos de datos. Muchos programas de WMS tienen interfaces robustas que son compatibles con sistemas de ERP (sistemas de planeación) y otros sistemas de manejo en la cadena de suministro.

- Principales funciones de un WMS

En su libro, Vitasek et al. (2010) mencionan que los sistemas de manejo de bodegas que existen hoy en el mercado están diseñados para manejar y monitorear toda la actividad desde el recibo de las órdenes de pedido hasta el embarque de los pedidos. Estas funciones principales deben incluir:

- Recibo: el WMS es capaz de permitir una rápida recepción del producto y verificación de la orden de compra.
- Posicionamiento en bodega: estos sistemas redirigen de manera automática los productos luego del recibo, indicando al operador la ubicación donde debe colocarlo.
- Administración de posiciones: una de las principales funciones de un WMS es mantener un registro de la ubicación de cada producto dentro de la bodega.
- Manejo de inventarios: un beneficio de los sistemas de WMS es el control de inventarios, que es la habilidad de saber dónde está el inventario y en qué cantidades se dispone.
- Manejo de órdenes: el WMS debe permitir varios métodos para poder armar las órdenes al área de preparación de pedidos, esto

asociado al *slotting* de la bodega permitirá un eficiente uso del sistema y del proceso.

- Preparación de pedidos (*picking*): la preparación y el empaque de los pedidos para los clientes es manejado a través del WMS, por medio de interfaces y sistemas que convierten las órdenes de pedido, en lenguaje de bodega para poder ser surtidos de manera eficiente. (WMS, 2010)

7.1.7. Inventarios

En su tesis, Reino (2014) menciona como concepto de “inventarios a los bienes tangibles como artículos, materiales, suministros y productos renovables o no renovables que posee una empresa, que se utilizan para satisfacer la necesidad actual o futura, y utilizados para su transformación, consumo, alquiler o venta”. (p.6)

Según Guerrero (2009):

Las empresas mantienen inventarios de materias primas y de productos terminados, los inventarios de materias primas sirven como entradas a una determinada etapa del proceso de producción y los inventarios de productos terminados son los que se usan para satisfacer las necesidades o la demanda de los clientes. Debido a que los inventarios representan frecuentemente una considerable inversión de los recursos financieros, las decisiones con respecto a las cantidades de inventarios son importantes. Los modelos de inventario y la descripción matemática de los sistemas de inventario constituyen una base para la toma de estas decisiones” (p. XV).

Dentro de las generalidades que se deben tomar en cuenta en un modelo de inventarios se pueden tratar su clasificación, componentes y costos involucrados en cada uno.

7.1.7.1. Clasificación de los modelos de inventarios

De acuerdo con Guerrero (2009):

La clasificación general de los modelos de inventario está relacionada a la demanda que el artículo tenga. Esta demanda puede ser de dos tipos: determinística, donde la demanda para un producto para un período futuro determinado se conoce con exactitud (por ejemplo un trabajo bajo pedido donde ya se tiene conocimiento de los requerimientos a futuro y fechas de entrega), y probabilística, en el caso que la demanda del artículo para el período futuro no se conoce con certeza, y se recurre a asignarle una distribución de probabilidad a su ocurrencia. (p.1).

Guerrero (2009) indica que:

Existen también subclasificaciones de estos modelos, dependiendo de otras condiciones que se relacionan, como lo son:

- Por tipo de producto: perecederos, sustitutos o durables en el tiempo.
- Cantidad de producto: existen modelos para un solo producto o multiproductos.
- Modelos que permiten déficit o no.
- Los tiempos de entrega, estos pueden ser al igual que es la demanda, determinísticos o probabilísticos.

- Modelos que involucran o no costos fijos.
- Tipo de revisión, que puede ser continua o periódica.
- Por tipo de reposición, dependiendo del tipo de reposición un modelo puede ser de reposición instantánea cuando es comprado, y de reposición continua cuando el artículo es producido en una planta manufacturera.
- Horizonte de planeación, puede incluir un solo o varios períodos. (p.1).

7.1.7.2. Componentes de un modelo de inventarios

Según Guerrero (2009):

Los componentes de un modelo de manejo de inventarios se pueden dividir en:

- Costos: pueden ser de mantenimiento, por ordenar, penalización y variable.
- Demanda: de un determinado artículo, se define como el número de unidades que proyecta vender en un período futuro, esta demanda no es igual a la cantidad vendida, existen diferencias entre la demanda y la cantidad vendida, en ocasiones la demanda es mayor a la cantidad vendida debido a problemas de falta de inventario.
- Tiempo de anticipación es el tiempo que transcurre de cuando se coloca una orden de compra, o de producción, y el momento en que se recibe. (p. 2).

7.1.7.3. Costos involucrados en un modelo de inventarios

Dentro de los costos involucrados en los modelos de inventarios se mencionan los siguientes, según Guerrero (2009):

- Costo de mantenimiento: este costo se da en el momento que se realiza el almacenamiento de determinado artículo, este puede contener el costo del dinero invertido o lucro cesante, costo de arrendamiento o almacenaje, salarios involucrados en la administración de las bodegas, impuestos, seguros, mermas y pérdidas de inventario, costos de funcionamiento.
- Costo de penalización: este se realiza en el momento que un cliente pide el artículo y no se tiene, en otras palabras son costos de oportunidad por la no satisfacción de la demanda. (p.2).

7.1.7.4. El sistema de clasificación ABC

Guerrero (2009) menciona:

Un sistema de clasificación de los productos de un inventario para fijarles un determinado nivel de control de existencia, su objetivo es reducir tiempos de control, esfuerzos y costos en el manejo de inventarios. El tiempo y costos que las empresas invierten en el control de todos y cada uno de sus materias primas y productos terminados son incalculables, y de hecho resulta innecesario controlar artículos de poca importancia para un proceso productivo y en general productos cuya inversión no es cuantiosa.

Cualquier empresa sin importar su tamaño puede encontrar en este sistema los beneficios de una mejor rotación de los inventarios y los concernientes ahorros en costos totales del control de los inventarios.

Es común encontrar en los inventarios de las empresas que de un 10 % a 15 % del total de artículos represente aproximadamente el 70 % del dinero invertido y que el mismo inventario del 85 al 90 % de los artículos represente solo un 10 % a 15 % del capital invertido, esto justifica la aplicación de un sistema de selectividad cuya filosofía implica que a veces cuesta más el control del inventario que el costo del producto que se está controlando. (págs. 3-4).

Por otro lado, Guerrero (2009) clasifica los artículos o productos dependiendo de su importancia en:

- Tipo A: dentro de este tipo se involucran los artículos que por costo elevado, alta inversión de inventario, nivel de utilización, necesitan un estricto control de sus existencias.
- Tipo B: en esta clasificación entran los productos que son de menor costo e importancia, y que requieren menor grado de control y asignación en una bodega.
- Tipo C: inversión baja y poca importancia para el proceso productivo o comercial que requieren muy poca supervisión sobre el nivel de sus existencias. (p. 4).

En el proceso de *slotting* para el centro de distribución se utilizará este tipo de clasificación para la asignación de espacios a asignar a los productos.

7.2. Capítulo II: mercado

El mercado de productos de cuidado personal en Guatemala es uno de los mercados más importantes para la industria de cosméticos del país, derivado de la frecuencia de uso de los productos que lo conforman, entre ellos se encuentran jabones de tocador, champú, acondicionador, desodorantes, entre otros. Son productos con presencia en todos los hogares guatemaltecos, sin importar su ubicación geográfica o nivel socioeconómico. Esta accesibilidad es derivada del conocimiento de uso y compra del consumidor que las empresas que participan en esta industria han adquirido, permitiendo así diseñar productos que buscan satisfacer distintas necesidades, por lo que se encuentran en el mercado una variedad de presentaciones al alcance de todos los consumidores del país. Esta variedad lleva a definir un plan de distribución que permite llevar el producto adecuado a cada consumidor a través de los distintos canales de distribución. Es posible encontrar desde presentaciones en *sachets* de champú en tiendas de barrio hasta presentaciones de litro en supermercados como Pricemart o minidesodorantes en tiendas de barrio hasta *3-packs* en supermercados de membresía.

De acuerdo con Kotler (2012):

Son pocos los fabricantes que venden sus productos directamente a los usuarios finales; por el contrario, entre unos y otros suele existir una serie de intermediarios que realizan diversas funciones. Estos intermediarios conforman los canales de *marketing* (también llamados canales comerciales o canales de distribución). Formalmente, los canales de *marketing* son conjuntos de organizaciones interdependientes que participan en el proceso de poner a disposición de los consumidores un bien o un servicio para su uso o adquisición. Luego de su producción, los

bienes y servicios siguen distintas trayectorias que culminan en la compra y uso por parte del consumidor final. Algunos intermediarios (como los mayoristas o los minoristas) compran, se apropian de la mercancía y la revenden; en este caso se les denomina comerciantes o distribuidores. (p. 20).

Los canales de todo tipo juegan un rol importante en el éxito de la compañía y afectan todas sus decisiones de *marketing*. Los especialistas en *marketing* deben juzgarlos en el contexto del proceso completo de fabricación, distribución, venta y servicio de sus productos. El fabricante y el consumidor final son partes integrantes de todos los canales. Se usa el número de niveles de intermediarios para designar la longitud de un canal.

Un canal de nivel cero (también llamado canal de *marketing* directo) está formado por un fabricante que vende directamente al consumidor final. Los principales ejemplos son las ventas a domicilio, las reuniones en casa para vender productos, las ventas por correo, el *telemarketing*, las ventas por televisión y los puntos de venta propiedad del fabricante. Un ejemplo de este tipo de canal son las representantes de Avon, quienes venden cosméticos a domicilio.

Los canales de un nivel incluyen un intermediario, por ejemplo un minorista. Los canales de dos niveles están conformados por dos intermediarios; en los mercados de consumo, tales intermediarios suelen ser un mayorista y un minorista. Los canales de tres niveles incluyen tres intermediarios: en la industria del envasado de carne, los mayoristas venden a los comisionistas, que son esencialmente mayoristas de pequeña escala que venden a minoristas de tamaño reducido. Obtener información sobre los usuarios finales y ejercer control se vuelve más

difícil para el fabricante a medida que el número de niveles del canal se incrementa.

La distribución minorista incluye todas las actividades relacionadas con la venta directa de bienes y servicios al consumidor final para su uso personal no comercial. Un minorista o una tienda minorista es toda aquella empresa cuyo volumen de ventas procede, principalmente, de la venta al por menor o al menudeo.

Los mayoristas (también llamados genéricamente distribuidores) se diferencian de los minoristas en varios aspectos. En primer lugar, los mayoristas prestan menos atención a la promoción, atmósfera y ubicación, puesto que tratan con clientes empresariales y no con los consumidores finales. En segundo lugar, las transacciones al por mayor suelen ser de mayor monto que los intercambios a nivel minorista y los mayoristas normalmente cubren una zona comercial más amplia que los minoristas. En tercer lugar, el gobierno impone diferentes regímenes legales y fiscales a mayoristas y minoristas. (págs. 20-21).

En el mercado guatemalteco estos intermediarios también tienen presencia y una participación vital en la distribución de los productos desde el fabricante hasta el consumidor final, utilizando principalmente dos formatos de canal, canal tradicional y canal moderno o de autosevicio. El canal tradicional conformado por mayoristas, quienes son los primeros intermediarios en la línea para llegar al consumidor final, y los mayoristas a su vez acercan los productos de consumo al cliente final a través de las distintas tiendas de barrio que se encuentran en el país, logrando así de la mano de este tipo de minoristas cobertura en una determinada región.

Tomando en cuenta hábitos de compra se encuentra otro formato de minorista que permite atender a un determinado grupo de clientes y es el de autoservicios, conocido principalmente como supermercados o tiendas de conveniencia, permitiendo así llegar a un consumidor que busca no solo el producto de cuidado personal deseado, sino también busca determinadas comodidades al momento de realizar su compra. Derivado de lo anterior para los fabricantes de productos de cuidado personal es de vital importancia el despacho de las órdenes o pedidos en tiempo y forma, logrando así llevar los productos a sus consumidores finales a través de los distintos intermediarios de la cadena de distribución.

7.3. Capítulo III: el problema del ordenamiento *slotting*

Tompkins et al. (2010) afirman que la actividad del *picking* se encuentra en el corazón de la logística, consiste en ir recolectando los productos del área de almacenamiento en cantidades específicas dadas por una orden de un cliente. Este proceso es muchas veces considerado como el más importante en el proceso de bodegas, y se estima que abarca alrededor del 55 % del total del costo operacional de la bodega. Pansart et al. (2018) mencionan que varios sistemas de *picking* son actualmente usados en las bodegas. Los métodos están clasificados dependiendo de quién prepara los pedidos (humanos o máquinas), quién está en movimiento (la persona que prepara la orden o los productos llegan a él) y la estrategia usada. Se hará referencia al sistema manual, donde la persona que prepara la orden se mueve de manera regular en una bodega rectangular.

Una eficiente manera de optimizar el orden de armado de pedidos de clientes en este caso es la de reducir los tiempos de recorridos de las personas que preparan las órdenes. Así la preocupación existe sobre el problema de

cómo optimizar el tiempo de ruta en la bodega. Este problema es llamado: problema de orden de armado, problema de ruta o problema de armado de una manera más simplista.

Por otra parte, Holste (2009) en su artículo hace las preguntas: ¿cómo se puede determinar el número de zonas de *picking* que se van a necesitar? ¿Son más zonas mejores que pocas zonas de *picking*? Los gerentes de operaciones de los centros de distribución saben que tener la respuesta correcta a estas interrogantes es crítico para ser capaces de balancear las operaciones de armado de pedidos y carga de pedidos y obtener altos niveles de volumen de despachos.

También Fralick (2014) menciona que “usualmente cuando paseo por la bodega de un cliente, las palabras “podríamos tener un mejor *slotting*”, de una forma u otra son mencionadas. Todo el mundo mueve su cabeza asintiendo que no todo está realmente correcto” (p.1)

El término *slotting* tiene diferentes significados para las personas, algunos gerentes de distribución lo comparan con el producto que ellos tienen que comprar, otros con el proceso que debe ser llevado dentro de la bodega. Pero resolviendo el problema de ordenamiento y de manera conceptual se puede definir como el proceso en el que el producto se mueve a su posición óptima, dado su volumen de venta, las características del mismo y las restricciones de la bodega. Se trata de tener el producto o llevarlo a la mejor posición posible para tomarlo para una orden de pedido considerando todos los factores de la instalación. (Fralick, 2014).

Pareciera un problema muy grande, es por ello tal vez que muchas empresas ni siquiera intentan abordarlo, ya que la solución suena muy

complicada. En su lugar luchan con problemas de reabastecimiento a zonas de armado y muchos movimientos dentro de las operaciones, y clasifican su problema como que tuvieran muchos problemas de reabastecimiento.

El problema se puede dividir en dos:

- Entender qué se debe de hacer
- Ejecutar esas decisiones

Aunque el mayor problema es el primero en orden de magnitud, saber qué acciones y cuándo llevarlas a cabo constituyen el verdadero problema del ordenamiento.

Usualmente los encargados de esta operación toman las decisiones de ordenamiento con base en pronósticos de venta, sin embargo los pronósticos, aunque tengan la posibilidad de ser numéricamente correctos, no proveen toda la información necesaria para optimizar una posición en la bodega. (Fralick, 2014)

Adicionalmente a ello, para ordenar los productos de forma correcta se necesita entender cómo son típicamente preparados, no solo la cantidad que es ordenada de cada producto en el mes. Se debe generar información sobre las cantidades que se mueven en los pedidos de los clientes, ya que por volumen de venta un producto puede ser catalogado de alta rotación, sin embargo se debe entender la forma en que se enviará, si van en *pallets* o en cajas sueltas, y eso puede hacer una gran diferencia en términos de ordenamiento del área de armado de pedidos de cajas sueltas. Este tipo de análisis se puede realizar usando herramientas de estadística descriptiva para determinar la mejor posición dentro del ordenamiento. (Fralick, 2014).

8. PROPUESTAS DE ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

TABLAS

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y PREGUNTAS ORIENTADORAS

OBJETIVOS

RESUMEN DE MARCO METODOLÓGICO

INTRODUCCIÓN

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Capítulo I: conceptos logísticos

1.1.1. Definiciones conceptuales

1.1.2. Tipos de almacenes

1.1.2.1. Centro de distribución

1.1.3. Procesos logísticos

1.1.3.1. Recibo e inspección

1.1.3.2. Manejo de materiales y reabastecimiento

1.1.3.3. Ordenamiento de la bodega (*slotting*)

1.1.3.4. Recolección y empaque (*picking and packing*)

1.1.3.5. Consolidación de carga

1.1.4. Costos logísticos

1.1.4.1. Definición de costo logístico

- 1.1.4.2. Costos del sistema de almacenamiento
- 1.1.5. Definición de WMS (Warehouse Management System/Sistema de Manejo de Bodegas)
- 1.1.6. Inventarios
 - 1.1.6.1. Clasificación de los modelos de inventarios
 - 1.1.6.2. Componentes de un modelo de inventarios
 - 1.1.6.3. Costos involucrados en un modelo de inventarios
 - 1.1.6.4. El sistema de clasificación ABC
- 1.2. Capítulo II: el mercado
- 1.3. Capítulo III: el problema del ordenamiento (*slotting*)

2. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

3. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXO

9. METODOLOGÍA

9.1. Enfoque

El enfoque de la investigación tiene un aspecto mixto por las siguientes razones: cuantitativo porque se utilizará la medición de variables, manejo de datos y estadística para el diseño del proceso. Y cualitativo porque se utilizará la revisión documental cuando se investiga antecedentes del problema y marco teórico relacionado.

9.2. Diseño

El presente diseño de investigación es de tipo no experimental debido a que no se utilizará ensayos de laboratorio para determinar información a ser utilizada en el proyecto planteado y tampoco se manipulan variables en laboratorio. Los datos se obtienen por medio de datos históricos y herramientas de medición a fin de hacer un análisis y observación para determinar las áreas de mejora en el actual proceso.

9.3. Alcance

El alcance metodológico de la investigación es de tipo descriptivo, ya que se describirá el proceso utilizado para el proceso, lo que permite se pueda hacer una evaluación del mismo y definir las líneas guía que busquen la optimización del proceso. Se dispone también de la información histórica del año 2018 de la información de pedidos de clientes para su análisis.

9.4. Variables e indicadores

A continuación, en la tabla II se describen las variables e indicadores.

Tabla II. **Variables e indicadores**

Objetivo	Variable	Tipo de Variable	Indicador	Técnica	Plan de Tabulación
Identificar las deficiencias en la secuencia de asignación de ubicaciones en el centro de distribución en el área de armado de órdenes de cajas sueltas.	Porcentaje de error de previsión del consumo	Independiente Cualitativa Nominal	Tiempo de armado de pedidos	Muestreo	La tabulación de los resultados se realizará por medio de una matriz de análisis
Analizar el procedimiento adecuado para la asignación de ubicaciones en el área de armado de pedidos de cajas sueltas.	Tiempo de armado de pedidos	Independiente Cualitativa Nominal	Productividad	Muestreo	La tabulación de los resultados se realizará en una tabla de resultados
Evaluar los beneficios de las líneas guía del ordenamiento de productos en el centro de distribución que tome en cuenta elementos críticos de las características del producto, tanto cuantitativo como cualitativo.	Eficiencia en el armado de pedidos	Independiente Cualitativa Nominal	Productividad	Muestreo	La tabulación de los resultados se realizará en una tabla de resultados

Fuente: elaboración propia.

9.5. Fases

- Fase 1: revisión documental relacionada al estudio y al trabajo de investigación. Consiste en la revisión documental que se utilizará para la investigación, comprende: antecedentes del problema, justificación y el marco teórico relacionado al mismo. Es la parte conceptual de la investigación, en búsqueda de teoría que ayude a resolver el problema planteado.

- Fase 2: se desarrollará el muestreo de la información relacionada a la secuencia de asignación de ubicaciones en el centro de distribución en el área de armado de órdenes de cajas sueltas para identificar las deficiencias del proceso para el posterior análisis.

La recopilación de información se realizará tomando datos históricos que se tienen almacenados en el sistema sobre los pedidos de clientes del año 2018, con base en la muestra que se definirá según la formula detallada en el inciso 10.7.

Para el muestreo de volumen de venta se utilizará la siguiente tabla:

Tabla III. **Muestreo de volumen**

Fecha de pedido	Número de pedido	Código de cliente	Tipo de cliente	Región a la que pertenece	Código de producto	Tipo de producto	Cantidad solicitada
03-02-18	33333	XXX32	Directo	Norte	XXX25	Limpieza	350

Fuente: elaboración propia.

Esta información será relevante para el estudio debido a que se relaciona con lo siguiente:

- Fecha de pedido: variable que definirá la estacionalidad del pedido.
- Número de pedido: evitar duplicidad en la información.
- Código de cliente: relacionar la información por cliente y su agrupación.

- Tipo de cliente: directo e indirecto, fuente de información de tendencia de tipo de mercado.
- Región a la que pertenece: agrupación por región y estacionalidad.
- Código de producto: importante para la identificación de los productos para luego asignarlos en la posición que se defina.
- Tipo de producto: ayuda a identificar la categoría.
- Cantidad solicitada: información base para determinar tendencias y volúmenes de movimiento de producto en el centro de información.

Y para la toma de tiempos de armado de pedidos se utilizará la tabla:

Tabla IV. **Toma de tiempos de armado de pedidos**

Fecha de pedido	Número de pedido	Tipo de cliente	Total de cajas solicitadas	Número de operador	Tiempo de preparación
03-02-18	33333	Directo	3800	XXX23	XXX Minutos

Fuente: elaboración propia.

Esta información será relevante para el estudio, ya que permitirá muestrear el tiempo que se toma en la preparación de pedidos y poder tener una base de comparación con los resultados obtenidos con la elaboración de las líneas guía.

- Fase 3: se realizará un análisis de los datos recopilados en la fase anterior por medio de la utilización de herramientas de estadística

descriptiva que permitan determinar las desviaciones a las variables determinadas, también se hará uso de herramientas administrativas y de ingeniería industrial para la determinación del nuevo método, como lo son diagramas de flujo y diagramas de causa-efecto. Con los hallazgos obtenidos se evaluará el diseño de optimización del proceso para la asignación de ubicaciones en el área de armado de pedidos de cajas suelta.

- Fase 4: se elaborará un informe final indicando los beneficios obtenidos durante el desarrollo de la investigación, lo que justificará el diseño de líneas guía del ordenamiento de productos en el centro de distribución que tome en cuenta elementos críticos de las características del producto, tanto cuantitativas como cualitativas.

9.6. Resultados esperados

Del resultado de la investigación se espera obtener la base teórica que pueda soportar la elaboración de las líneas guía para el ordenamiento (*slotting*) de un centro de distribución de productos de consumo de productos de limpieza y cuidado personal en el área de armado de pedidos para clientes.

En la investigación también se espera determinar los procesos críticos para la mejor toma de decisiones en el proceso, para poder plantear las mejoras a los mismos. También se busca definir las líneas guía que sirvan de referencia para tener una secuencia ordenada en el proceso de asignación de ubicaciones dentro de un centro de distribución en el área de armado de pedidos de clientes. Finalmente se espera elaborar un documento que pueda servir como guía para la elaboración de la asignación de ubicaciones en el área de *picking* de una manera eficiente.

9.7. Población y muestra

Se analizarán datos de fuentes primarias, recolectados de los registros de operación de la empresa, y para ello se determinará la muestra por medio de un muestreo de tipo sistemático, dirigido a los pedidos de clientes locales, donde se elegirán de manera aleatoria órdenes de pedido de un período de un año. El tamaño de la muestra será definido por la fórmula:

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot (1-p)}{(N-1) \cdot e^2 + Z^2 \cdot p \cdot (1-p)}$$

Donde:

- n = el tamaño de la muestra que se quiere calcular.
- N = tamaño de la población.
- Z = es la desviación del valor medio que se acepta para lograr el nivel de confianza deseado.
- Nivel de confianza 95 % -> $Z=1,96$.
- Nivel de confianza 99 % -> $Z=2,575$.
- e = es el margen de error máximo admitido (p.e. 5 %).
- p = es la proporción que se espera encontrar. Como regla general, se usará $p=50\%$ si no se tiene ninguna información sobre el valor que se espera encontrar.
- La aleatoriedad se definirá dependiendo del tamaño de la muestra, de tal forma que sea representativo.

10. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

Se utilizarán técnicas de la estadística descriptiva para el análisis de la información, con la información recopilada dependiendo del tamaño de la muestra.

Las técnicas relevantes a utilizar serán la media, la mediana, desviación estándar, la moda, entre otras.

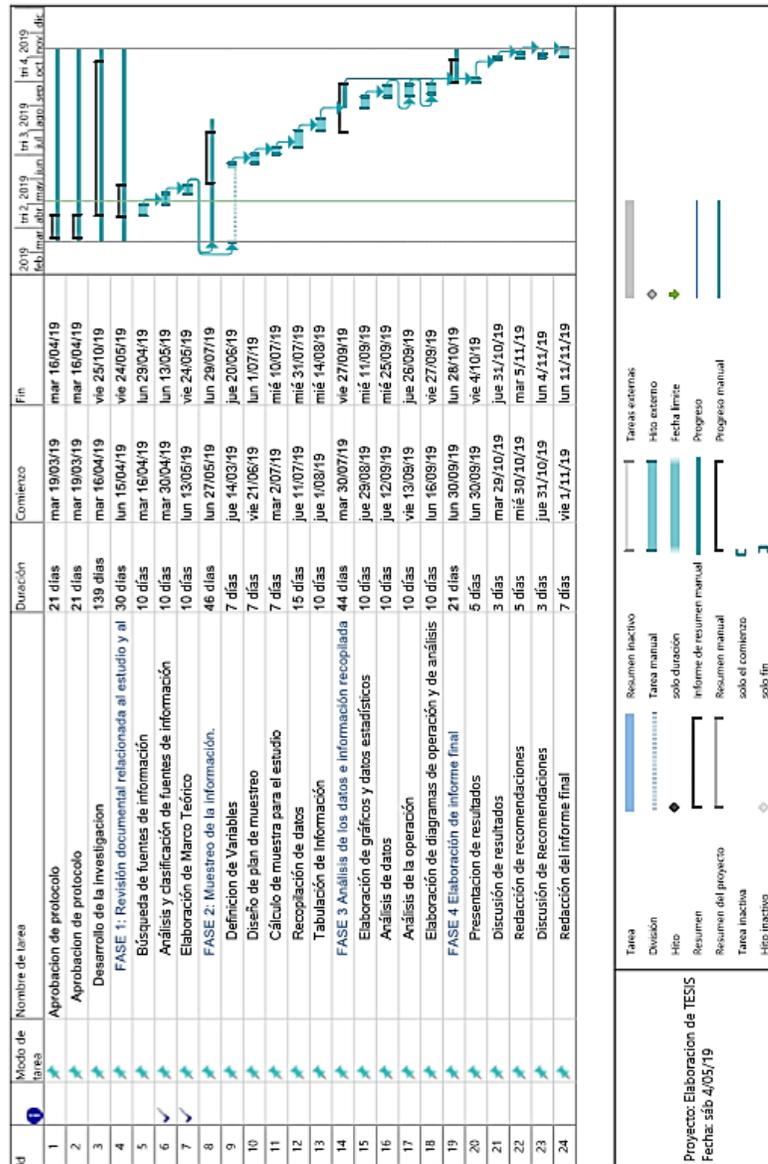
La fuente de información será primaria, proporcionada por la información de los pedidos de los clientes, y por medio de la observación del investigador sobre el método actual utilizado.

Debido a la naturaleza descriptiva de la investigación, también se utilizarán diagramas utilizados en la ingeniería de métodos, como diagramas de flujo, diagramas de proceso, además de diagramas del curso de metodología de la producción como los diagramas de Ishikawa, Pareto y 5s.

En la medida que avance el conocimiento adquirido en la Maestría en Gestión Industrial se podrán ir incorporando nuevas herramientas para el estudio.

11. CRONOGRAMA

Figura 2. Cronograma de actividades



Fuente: elaboración propia.

12. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

El presente trabajo de investigación es factible debido a que se cuenta con todos los recursos necesarios para ejecutar cada una de las fases, lo que permitirá cumplir con los objetivos propuestos.

Los recursos de que se dispone para el estudio son:

- Humano: la investigación documental, recopilación de información, análisis de datos, interpretación y métodos propuestos, lo cual será realizado por el investigador en su tiempo fuera de labores en la empresa.
- Información: aunque se tiene restricción de hablar abiertamente de las marcas, la información es factible de utilizar mediante nombres genéricos, sin hacer mención del lugar ni área específica en la que se está trabajando.
- Equipo e infraestructura: se cuenta con el equipo propio necesario para el estudio, y se tiene permitido el acceso al área donde se realizará la toma de información y análisis.

El financiamiento para la realización del estudio será por cuenta del investigador, quien absorberá los gastos asociados al mismo según el presupuesto.

Tabla V. **Presupuesto**

Tipo de gasto	Descripción	Valor
Humano	Tiempo propio de inversión	Q 10,000.00
Material	Papelería y útiles	Q 1,500.00
Transporte	Consumo de combustible y depreciación de vehículo	Q 800.00
Tecnológico	Internet	Q 150.00
Varios	Imprevistos (5 %)	Q 622.50
	Costo total del estudio	Q 13,072.50

Fuente: elaboración propia.

13. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ballou, R. (2004). *Logística. Administración de la cadena de suministro*. México: Prentice Hall.
2. Correa, A.; Gómez, R. & Cano, J. (2010). *Gestión de almacenes y tecnologías de la información y comunicación (TIC)*. Recuperado de: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-59232010000400009
3. De Assis, R. & Sagawa, J. (2018). *Assessment of the implementation of a Warehouse Management System in a multinational company of industrial gears and drives*. Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.1590/0104-530x3315-18>
4. Estrada Mejía, S.; Restrepo de Ocampo, I. & Ballesteros Silva, P. (2010). *Análisis de los costos logísticos en la administración de la cadena de suministro*. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/comocitar.oa?id=84917249050>
5. Fralick, M. (2014). *Logistics news: slotting in the DC is often more of a journey than a destination*. Recuperado de: http://www.scdigest.com/experts/Guest_14-05-01.php?cid=8015
6. Guerrero Salas, H. (2009). *Inventarios, manejo y control*. 2a ed. Colombia: ECOE Ediciones.

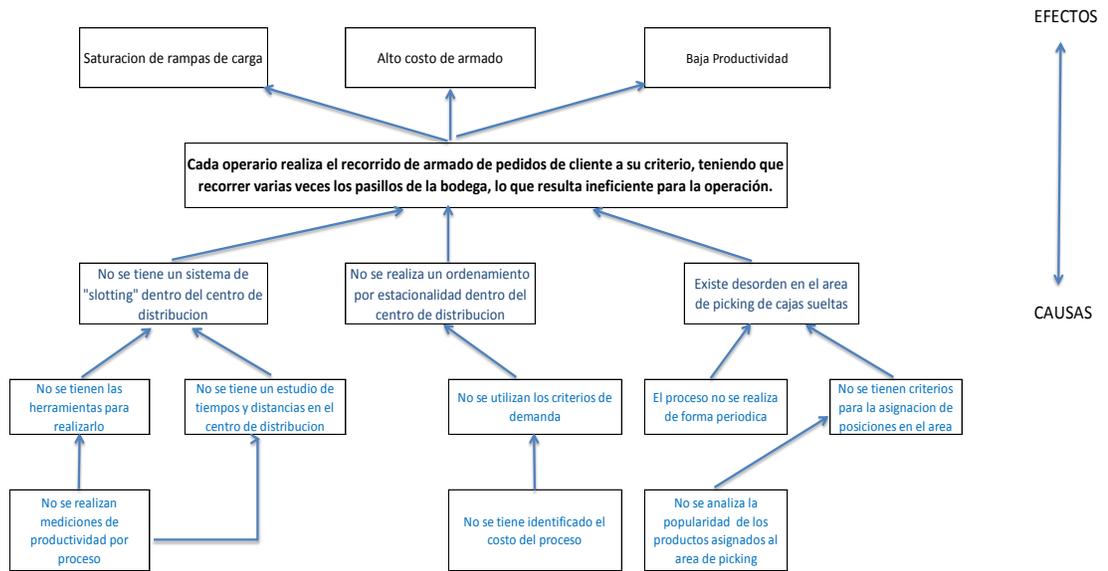
7. Holste, C. (2009). *Logistics News: determining the number of zones for a zone picking system can be tricky. Supply Chan Digest*. Recuperado de: http://www.scdigest.com/assets/Experts/Holste_09-12-02.php?cid=3000
8. Klodawski, M.; Jacyna, M.; Lewczuk, K. & Wasiak, M. (2017). *The issues of Selection Warehouse Process strategies. El Servier, Volumen (187), 451-457*. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.04.399>
9. Kotler, P. (2012). *Dirección de marketing*. 14a ed. México: Pearson Educación.
10. Kusrini, E.; Asmarawati, C.; Sari, G.; Nurjanah, A.; Kisanjani, A.; Ardo Wibowo, S. & Prakoso, I. (2018). *Warehousing performance improvement using Frazelle Model and per group benchmarking: a case study in retail warehouse in Yogyakarta and Central Java. EDP 4*. Recuperado de: <https://doi.org/10.1051/mateconf/201815401091>
11. Lee, J.; Chang, Y.; Shim, H. & Cho, S. (2015). *A study on the picking process time*. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.316>
12. Pansart, L.; Catusse, N. & Cambazard, H. (2018). *Exact algorithms for the order picking problem*. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.cor.2018.07.002>

13. Posada, J. (2011). *Aspectos a considerar para una buena gestión en los almacenes de las empresas (Centros de Distribución, CEDIS)*. Recuperado de: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-18862011000100007&lng=es&tling=es.
14. Orjuela-Castro, J.; Chinchilla-Ospina, Y. & Suárez-Camelo, N. (2016). *Costos logísticos y metodologías para el costeo en cadenas de suministro: una revisión de la literatura*. Recuperado de: <https://dx.doi.org/10.11144/Javeriana>.
15. Reino, C. (2014). *Propuesta de un modelo de gestión de inventarios, Caso Ferretería Almacenes Fabian Pintado*. Tesis de licenciatura. Universidad Politécnica de Ecuador. Ecuador
16. Roodbergen, K. & Sagawa, J. (2007). *A model for warehouse layout*. Taylor & Francis Online. Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.1590/0104-530x3315-18>
17. Van Gils, T (2019). *Formulating and solving the integrated batching, routing, and picker scheduling problem in a real-life spare parts warehouse*. *El Servier*. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2019.03.012>
18. Vitasek, K.; Murray, S.; Ledyard, M. & Symmes, S. (2010). *Warehousing & fulfillment process benchmark & best practices guide*. Estados Unidos: Supply Chain Visions.

19. Zulj, I.; Glock, C.; Grosse, E. & Schneider, M. (2018). *Picker routing and storage-assignment strategies for precedence-constrained order picking*. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.cie.2018.06.015>

14. APÉNDICES

Apéndice 1. Árbol del problema



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. Matriz de coherencia

TITULO	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	PREGUNTAS DE INVESTIGACION	OBJETIVOS
"DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: LÍNEAS GUÍA PARA EL ORDENAMIENTO (SLOTING) DE UN CENTRO DE DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS DE LIMPIEZA Y CUIDADO PERSONAL EN EL ÁREA DE ARMADO DE PEDIDOS PARA CLIENTES"	Cada operario realiza el recorrido de armado de pedidos de cliente a su criterio, teniendo que recorrer varias veces los pasillos de la bodega, lo que resulta ineficiente para la operación.	Principal: ¿Cómo las líneas guía para el ordenamiento (slotting) de un centro de distribución de productos de limpieza y cuidado personal mejorará el área de armado de pedidos para clientes?	General: Diseñar las líneas guía para el ordenamiento (slotting) de un centro de distribución de productos de limpieza y cuidado personal en el área de armado de pedidos para clientes.
		¿Cuáles son las deficiencias en la asignación de ubicaciones en el centro de distribución en el área de armado de órdenes de cajas sueltas?	Identificar las deficiencias en la secuencia de asignación de ubicaciones en el centro de distribución en el área de armado de órdenes de cajas sueltas.
		¿Qué procedimiento es el adecuado para la asignación de ubicaciones en el área de armado de pedidos de cajas sueltas?	Analizar el procedimiento adecuado para la asignación de ubicaciones en el área de armado de pedidos de cajas sueltas.
		¿Qué beneficios tiene la utilización de líneas guía para el ordenamiento de productos en el centro de distribución, que tome en cuenta elementos críticos de las características de los productos cuantitativos y cualitativos?	Evaluar los beneficios de las líneas guía del ordenamiento de productos en el centro de distribución que tome en cuenta elementos críticos de las características del producto, tanto cuantitativo como cualitativo.

Fuente: elaboración propia.