

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL



**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE POSTGRADOS**

PROYECTO DE TITULACIÓN

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

**“MAGÍSTER EN LOGÍSTICA Y TRANSPORTE CON MENCIÓN EN
MODELOS DE OPTIMIZACIÓN”**

TEMA:

DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE INVENTARIO PARA
UNA EMPRESA COMERCIALIZADORA DE ELECTRODOMÉSTICOS

AUTOR:

GERMAN ARMANDO ORTEGA NARANJO

Guayaquil – Ecuador

2020

DEDICATORIA

A Dios por su gracia y favor, a mi esposa Rosita Cadena por su apoyo incondicional en cada tiempo que duró esta maestría, a mis hijas por su comprensión y amor. A mis padres por haberme enseñado el esfuerzo y la perseverancia en la vida.

Germán Ortega Naranjo

AGRADECIMIENTOS

Gracias a Dios por sus bendiciones, a mí esposa por el apoyo incondicional que siempre me supo dar, a mis padres, y al Dr. Kleber Barcia Villacreses, por su instrucción, dirección y conocimiento, para que este proyecto se vuelva una realidad.

Germán Ortega Naranjo

DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad por los hechos y doctrinas expuestas en este Proyecto de Graduación me corresponde exclusivamente; el patrimonio intelectual del mismo, corresponde exclusivamente a la Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas, Departamento de Postgrados de la Escuela Superior Politécnica del Litoral.



Ing. Germán Ortega Naranjo

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

CARDENAS ESCOBAR NADIA LORENA
PRESIDENTE

BARCIA VILLACRESES KLEBER FERNANDO
DIRECTOR

RUIZ BARZOLA OMAR HONORIO
EVALUADOR / PRIMER VOCAL

DELGADO BRAVO ERWIN JOFFRE
EVALUADOR/SEGUNDO VOCAL

ORTEGA NARANJO GERMÁN ARMANDO
ESTUDIANTE

AUTOR DEL PROYECTO



Ing. Germán Ortega Naranjo

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL	VI
ÍNDICE DE FIGURAS	IX
ÍNDICE DE TABLAS	X
ABREVIATURAS O SIGLAS.....	XI
PRESENTACIÓN.....	XII
CAPÍTULO 1.....	1
1. GENERALIDADES.....	1
1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.3 OBJETIVOS	2
1.3.1 <i>Objetivo General</i>	2
1.3.2 <i>Objetivos Específicos</i>	3
1.4 ALCANCE DEL PROYECTO	3
1.5 RESTRICCIONES DEL PROBLEMA	3
1.6 METODOLOGÍA.....	4
1.7 ESTRUCTURA DEL PROYECTO.....	4
CAPÍTULO 2.....	6
2. MARCO TEÓRICO	6
2.1 ESTADO DEL ARTE	6
2.2 MARCO CONCEPTUAL.....	8
2.2.1 <i>Concepto de inventario</i>	8
2.2.2 <i>Clasificación del inventario</i>	9
2.2.3 <i>Costos de inventario</i>	9
2.2.4 <i>Gestión del inventario</i>	10
2.2.5 <i>Principios de la gestión del inventario</i>	11
2.2.6 <i>Técnicas para la gestión del inventario</i>	11
2.2.7 <i>Sistemas de control del inventario</i>	14
2.2.8 <i>Nivel óptimo de inventario</i>	15
2.2.9 <i>Política de inventarios</i>	16

2.2.10	<i>Compras</i>	16
2.2.11	<i>Gestión de compras</i>	17
2.2.12	<i>Objetivos de la gestión de compras</i>	18
2.2.13	<i>Planificación de la gestión de compras</i>	18
2.2.14	<i>Optimización de la gestión de compras</i>	19
CAPÍTULO 3		21
3. METODOLOGÍA		21
3.1	SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA	21
3.2	CARACTERÍSTICAS DE LA EMPRESA	22
3.3	PROCESO DE ABASTECIMIENTO Y COMPRA.....	23
3.4	PROCESO DE CONTROL DE ALMACENAMIENTO.....	26
3.5	CLASES DE PRODUCTOS	29
3.5.1	<i>Líneas</i>	29
3.5.2	<i>Sublíneas</i>	30
3.5.3	<i>Elección de sublíneas</i>	33
3.6	DETERMINACIÓN DEL MODELO DE PRONÓSTICO	37
3.7	CÁLCULO DEL PRONÓSTICO	41
3.8	MODELO MATEMÁTICO	42
CAPÍTULO 4		46
4. ANÁLISIS DE RESULTADOS		46
4.1	FUNCIÓN OBJETIVO	46
4.2	VARIABLES DE DECISIÓN	46
4.3	ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS.....	49
CAPÍTULO 5		53
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		53
5.1	CONCLUSIONES.....	53
5.2	RECOMENDACIONES	54
BIBLIOGRAFÍA		56
APÉNDICES		58
ANEXO A		58

ANEXO B.....	60
---------------------	-----------

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1 Flujo de distribución	22
Figura 3.2 Ciclo de abastecimiento	25
Figura 3.3 Normas de almacenamiento	26
Figura 3.4 Orden de almacenamiento de productos	27
Figura 3.5 Implementos de trabajo.....	27
Figura 3.6 Almacenar productos pesados.....	28
Figura 3.7 Apilamiento de mercadería	28
Figura 3.8 Sublíneas categoría A.....	37

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1 Número de bodegas por sector	22
Tabla 3.2 Crecimiento de almacenes.....	23
Tabla 3.3 Ventas anuales	23
Tabla 3.4 Compras anuales	23
Tabla 3.5 Sublíneas – División 1	30
Tabla 3.6 Sublíneas – División 2.....	33
Tabla 3.7 Sublíneas – División 3.....	33
Tabla 3.8 Sublíneas categoría A	34
Tabla 3.9 Sublíneas categoría B	34
Tabla 3.10 Sublíneas categoría C.....	35
Tabla 3.11 Evaluación AIC Sublínea LAVADORAS – Ítem #1	38
Tabla 3.12 Evaluación AIC Sublínea LAVADORAS – Ítem #2.....	39
Tabla 3.13 Evaluación AIC Sublínea LAVADORAS – Ítem #3.....	39
Tabla 3.14 Evaluación AIC Sublínea LAVADORAS – Ítem #4.....	40
Tabla 3.15 Evaluación AIC Sublínea LAVADORAS – Ítem #5.....	40
Tabla 3.16 Pronóstico Sublínea LAVADORAS	41
Tabla 3.17 Índices del modelo	42
Tabla 3.18 Parámetros del modelo	42
Tabla 3.19 Variables de decisión del modelo.....	43
Tabla 4.1 Función objetivo - Sublínea LAVADORAS.....	46
Tabla 4.2 Salida de producto - Sublínea LAVADORAS	47
Tabla 4.3 Entrada de producto - Sublínea LAVADORAS.....	47
Tabla 4.4 Importación - Sublínea LAVADORAS	48
Tabla 4.5 Stock - Sublínea LAVADORAS	49
Tabla 4.6 Importación real - Sublínea REFRIGERADORAS.....	50
Tabla 4.7 Importación sugerida - Sublínea REFRIGERADORAS.....	50
Tabla 4.8 Costos totales - Sublínea REFRIGERADORAS.....	51

ABREVIATURAS O SIGLAS

CEP	Cantidad económica de pedido
EOQ	Economic order quantity
PR	Punto de reorden
PRM	Planificación de requerimiento de materiales
MRP	Material Requirements Planning
JAT	Justo a tiempo
JIT	Just in time
ABC	Métodología de Pareto
BF	Black Friday (viernes negro)
CDD	Centro de distribución
PO	Sistema - módulo de orden de compra
COSMAR	Sistemas de costo de inventario
EBS	Sistema E- Business Suite applications Oracle

PRESENTACIÓN

La empresa comercializadora de electrodomésticos donde se realizó el proyecto no disponía de una correcta planificación de abastecimiento, esto generaba cuellos de botella en el acondicionamiento de productos y el aumento de los costos por mantenimiento y manipulación de inventarios. Dentro de este proyecto se analizó y estableció un plan óptimo de abastecimiento con la finalidad de reducir significativamente los costos en el manejo de inventario, para brindar mayor asertividad al momento de tomar decisiones de reabastecimiento. Se realizó una categorización ABC con base en las ventas del año 2019, mediante el programa Wolfram Mathematica con ayuda del comando Time Series Model Fit se calculó el pronóstico de la sublínea lavadoras. Posteriormente se ejecutó la programación del modelo matemático en el software de optimización matemática GAMS como un método efectivo para la comparación de resultados del modelo de inventario propuesto versus el modelo utilizado de forma cotidiana dentro de la compañía. Los procedimientos realizados permitieron determinar las cantidades óptimas a comprar, obtener un mejor control del inventario, minimizar tiempos de acondicionamiento y reducir hasta en un 15% los costos totales de adquisición de inventario.

Palabras claves: inventarios, compras, reabastecimiento, modelo matemático, pronósticos.

CAPÍTULO 1

1. GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCIÓN

La base fundamental de las empresas comerciales es la compra y venta de bienes y productos terminados, es por eso la importancia del manejo del inventario por parte de estas, mediante técnicas y mecanismos adecuados.

El problema del control del inventario es uno de los temas más importantes dentro de las empresas, ya que determina la existencia de mercancía disponible dentro de los establecimientos, y con la información obtenida, se puede desarrollar pronósticos de ventas, presupuestos, etc., los cuales permiten el desenvolvimiento de la toma de decisiones en forma más eficiente.

La investigación de operaciones es la teoría de la toma de decisiones que consiste en la resolución de problemas de optimización por medio de los modelos matemáticos, uno de los cuales es la planificación de los inventarios, con el objetivo de minimizar los costos y obtener un ahorro, y de esta manera poder lograr resultados más fiables para su utilización, mediante métodos exactos tales como las heurísticas y modelos de inventario.

Para poder llevar un buen control de los inventarios es necesario trabajar en cuatro variables, lo que permite establecer cuándo realizar el pedido, qué producto debe ser pedido y la cantidad del pedido que se debe realizar, y así evitar llenar una bodega con producto innecesario que genera costos de mantenimiento y espacio.

Estas cuatro variables se representan por el stock máximo, el punto de pedido, el stock de seguridad y el lote económico. De esta forma la empresa puede llegar a aproximar un óptimo en el inventario, logrando tener un margen con los costos de manera eficiente.

Al finalizar este proyecto se da a conocer una alternativa de manejo de inventario y los beneficios de implementar un buen control, con ayuda de las

diferentes tecnologías y aplicaciones digitales que hacen que este proceso se realice de una manera más eficiente y sencilla, ya que, si no existe un control adecuado, el trabajo se dificulta y afecta a la rentabilidad de la empresa.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Dentro de la empresa de electrodomésticos, se han venido presentando diversos problemas para el área de bodega y distribución, cada vez más frecuentes en temporadas de alta demanda, estos son:

- Baja rotación de productos, abastecimiento y compras, esta última no se realiza de manera óptima, lo que genera altos costos de manipulación.
- Exceso de productos dentro de la bodega en tiempo de baja demanda.
- Mal uso del personal de picking, es decir el tiempo y la fuerza de trabajo que se utiliza para el almacenamiento es mayor que el que se utiliza para la distribución a las diferentes tiendas.
- Tiempos de respuesta altos, acumulación de pedidos no entregados, el área de preparación de pedidos se queda con productos para el día posterior.
- Cuellos de botellas dentro de todo el proceso de distribución, los clientes desisten de la compra debido a que no se llega a entregar en la fecha acordada lo que genera costos de trasportación, manipulación y lo más importante pérdida de la fidelidad por parte de los clientes.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

Establecer un sistema de control de abastecimiento y almacenamiento de inventarios evitando costos excesivos y mejorando el nivel de servicio a través del diseño de un modelo de inventario que contemple todas las restricciones del proceso.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Categorizar los productos que distribuye la empresa por sublíneas, aplicando el método de Pareto.
- Encontrar un modelo del pronóstico que se aproxime a la demanda, utilizando el histórico de ventas.
- Diseñar un modelo matemático, que contemple todas las restricciones del proceso de abastecimiento e inventario.
- Elaborar una simulación del proceso de abastecimiento e inventario que permita validar el modelo matemático.
- Realizar un análisis comparativo de los costos reales vs, los costos propuestos.

1.4 ALCANCE DEL PROYECTO

El proyecto se realiza dentro del centro de distribución de una empresa comercializadora de electrodomésticos de la ciudad de Guayaquil, en donde se trabaja con 102 sublíneas de producto, de las cuales se seleccionan dos de las más relevantes para el desarrollo de la política de inventario propuesta. Esta política permitirá un abastecimiento y control mensual durante el primer semestre del 2020.

1.5 RESTRICCIONES DEL PROBLEMA

La empresa de electrodomésticos considerada en este proyecto determina las siguientes restricciones:

- Demanda estocástica debido a diferentes eventos como promociones, stock out, estrategia comercial.
- Capacidad de almacenamiento a nivel de volumen, peso.
- Variabilidad del mercado se debe a factores económicos.
- Complejidad de procesos en abastecimiento y distribución.
- Parámetros no definidos en el proceso actual de almacenamiento, abastecimiento y picking.

1.6 METODOLOGÍA

La metodología que se presenta en el proyecto consiste en realizar un análisis de la situación actual de la empresa, de sus procesos de abastecimiento, almacenamiento y control de inventarios. Se utiliza la técnica de entrevista dentro del departamento de compras para obtener información sobre los costos de emisión de pedidos, de almacenamiento y de planificación del abastecimiento, así como también del lead time.

Mediante observación directa se realiza un análisis sobre el proceso de la preparación de pedidos para poder identificar cuáles son los tiempos y costos en los que incurre este proceso y sobre la documentación generada por el área de ventas, compras y consignaciones. Los datos por utilizar para la ejecución de este proyecto se extraen del sistema de información que maneja la compañía, esto permite aplicar el método de Pareto para la categorización de los productos por sublíneas.

Posteriormente se ejecuta una evaluación de los históricos de ventas por sublíneas para elaborar y elegir un modelo de pronóstico adecuado. Con base en esta predicción, se plantea un modelo de control de inventarios que se ajuste a la demanda de la empresa y que abarque todas las restricciones de los procesos de abastecimiento, almacenamiento y manejo de inventario.

Finalmente se realiza un análisis comparativo de costos entre los que en la actualidad maneja la compañía y los que se generan con la propuesta del modelo de inventario planteado.

1.7 ESTRUCTURA DEL PROYECTO

El proyecto tiene una estructura de 5 capítulos, en los cuales se plantea el problema de la falta de desarrollo de un sistema de control de inventario para una empresa de electrodomésticos.

En el capítulo uno: se realiza un detalle de la introducción del proyecto, definiendo que tipo de negocio realiza la empresa. También se describe los antecedentes con sus características para tener un enfoque mucho más claro sobre el desarrollo del proyecto.

En el capítulo dos: se realiza una revisión del estado, detallando los componentes para luego definir el problema del sistema de control de inventario, dando alternativas sobre los métodos de soluciones que se pueden utilizar según el alcance en las soluciones de cada uno de ellos.

En el capítulo tres: se aplica el método de Pareto, el cual permite la categorización de los productos por sublíneas para la determinación del pronóstico de ventas, posteriormente se realiza un modelo matemático para obtener una solución adecuada que proporcione los resultados esperados.

En el capítulo cuatro: se muestran los resultados obtenidos con la programación del modelo matemático considerando todas las restricciones del proceso de abastecimiento o compra, y, un análisis comparativo de costos que permita validar la solución encontrada para el problema planteado.

Finalmente, en el capítulo cinco: se emiten las conclusiones y recomendaciones con base en el resultado obtenido mediante la implementación del modelo matemático como mejor solución en este proyecto.

CAPÍTULO 2

2. MARCO TEÓRICO

Para el desarrollo de este proyecto se aborda el concepto de inventarios en varias partes. Primero, se expone la caracterización del inventario; segundo, se desarrollan los diferentes tipos de inventarios; tercero, se exponen los costos básicos involucrados en su manejo; y cuarto, se mencionan las diferentes técnicas más comunes que se utilizan para administrar el inventario con el propósito de conseguir una mayor rentabilidad, disminución de los costos y, por consiguiente, buen uso de los recursos financieros optimizando al mismo tiempo las utilidades.

2.1 ESTADO DEL ARTE

Una de las operaciones logísticas más complejas dentro de la cadena de abastecimiento es la gestión de inventarios, ya que, el control relacionado a las existencias de materias primas, productos en proceso y terminados, constituyen un elemento potencial para obtener mejoras en el sistema de inventarios.

La Universidad Militar de Granada en la sección tres de su libro de logística, explica los riesgos que pueden ocasionar los niveles excesivos de inventario y la importancia de adoptar un sistema de gestión de inventarios que permita determinar la cantidad óptima para los pedidos y los tiempos de reabastecimiento. En esta sección se menciona la relevancia que tiene clasificar los productos para optimizar el uso del capital en la toma de decisiones y generar así grandes beneficios para la compañía (UMNG, 2016).

En los sistemas de inventarios comúnmente se logra identificar tres factores claves que pueden convertirse en dificultades para una gestión eficiente de estos, por ejemplo, las compras erróneas, la insuficiencia de inventarios y la abundancia de existencias. La importancia de un control eficiente de inventarios se refleja a la hora de disminuir costos para aumentar la rentabilidad de una compañía y lograr que esta sea cada vez más competitiva.

(Gómez & Guzmán, 2016) manifiestan en su proyecto titulado “Desarrollo de un sistema de inventarios para el control de materiales, equipos y herramientas dentro de la empresa de construcción Ingeniería Sólida Ltda.”, que la implementación de un sistema de inventarios en la empresa proporcionará herramientas que garanticen eficiencia en los procesos de adquisición, almacenamiento y control de materiales.

De esta forma, el manejo eficiente de los inventarios dentro de la compañía permite mejorar el control interno, supervisar el sistema, validar los procesos mediante indicadores de gestión, impulsar la productividad, generar flujos de información y maximizar la rentabilidad de la empresa.

Una forma para efectuar el manejo eficiente de inventarios es a través de la gestión de compras, ya que esta desempeña un rol estratégico dentro de toda organización. Por ello, (Parrales, 2017) mediante su trabajo de tesis propone diseñar un manual de procedimientos y una política de compras para obtener una gestión más efectiva de este proceso, optimizar tiempos y costos, y mejorar el control de las existencias. Así, los procesos ya no se desarrollarán empíricamente y las falencias en la distribución y comunicación desaparecerán.

(Espino, 2016) en su trabajo titulado “Implementación de mejora en la gestión compras para incrementar la productividad en un concesionario de alimentos”, determina que uno de los principales problemas que afecta la productividad de una empresa tiene que ver con la deficiente gestión de compras, por ejemplo: costos excesivos en los productos y en las horas del personal, mal uso del tiempo en los procesos, baja productividad y disminución en la demanda de clientes.

Por tanto, propone una mejora para la gestión de compras con el objetivo de incrementar la productividad en un Concesionario de alimentos en la ciudad de Lima y lograr que sea más competitiva en el mercado. La implementación de herramientas tecnológicas y de técnicas especializadas en la gestión compras permitió que el concesionario obtenga los siguientes beneficios:

- Ahorro de un 26.42% en los costos de producción.
- Ahorro mensual de un 55.74% en los tiempos.
- Mejora de 25.69% en la entrega de los productos.
- Incremento de 20.95% en la demanda de clientes.
- Promedio mensual de 84.53% de productividad.

2.2 MARCO CONCEPTUAL

2.2.1 Concepto de inventario

El inventario tiene su origen en los egipcios y demás pueblos de la antigüedad, quienes almacenaban grandes cantidades de alimentos para consumirlos en tiempos de sequía (Durán, 2012). Así surge el problema del inventario, como una manera de garantizar el almacenamiento de los bienes y alimentos necesarios para sobrevivir. Esto fue lo que motivó la existencia de los inventarios.

Se conoce como inventario al conjunto de bienes tangibles y en existencia, propios de una entidad y que cuentan con disponibilidad inmediata para su consumo, transformación, o comercialización. Este es un componente fundamental en la productividad de una empresa y de que requiere mayor inversión, a menos que se trate de una compañía de servicios (Pérez, 2010).

Los inventarios están conformados por materias primas, productos en proceso, productos terminados, materiales, repuestos, accesorios y demás suministros que se usen para la elaboración de artículos, empaques o envases; así como también aquellos ítems empleados en la prestación de servicios y los que se encuentran en tránsito (Rivera, 2014).

El inventario es la base para la comercialización de una empresa, ya que le permite obtener ganancias y continuar con el negocio y el desarrollo de sus actividades operativas frente a períodos de escasez. Su objetivo primordial es proveer a la compañía de insumos necesarios para su constante expansión.

Dentro del proceso de producción, el inventario tiene un rol fundamental que posibilita cumplir con la demanda, por tanto, este debe ser administrado

eficientemente para garantizar disponibilidad, operatividad y mantener niveles óptimos de inventario que minimicen los costos totales (Durán, 2012).

2.2.2 Clasificación del inventario

Los inventarios se clasifican de acuerdo con la naturaleza del negocio, (Cando & Tipantasi, 2015) establecen la siguiente clasificación:

- De materia prima: Materiales que se emplean para la fabricación directa de artículos.
- De producto en proceso: Artículos que no han finalizado de manera completa el proceso de fabricación.
- De producto terminado: Ítems que han finalizado por completo el proceso de fabricación.
- De suministros: Materiales que se emplean de forma indirecta durante la fabricación de bienes o para prestación de servicios.
- De productos obsoletos: Artículos que pertenecen al activo de una empresa pero que no presentan rotación.
- En tránsito: Productos que se trasladan de un lugar a otro dentro del canal de distribución.
- En consignación: Ítems que se proporcionan a terceras personas para su venta, pero siguen perteneciendo a quien los entrega.
- De seguridad: Artículos destinados como reservas para compensar los faltantes ocasionados por imprevistos.

2.2.3 Costos de inventario

Según (Durán, 2012) la existencia del inventario implica la generación de los siguientes costos:

- De mantenimiento: Costos involucrados en la existencia de un ítem, estos varían por unidad e incluye los costos de almacenamiento, de seguros e impuestos, de pérdidas o faltantes y de oportunidad.
- De pedido: Costos administrativos presentes en la compra de artículos. También se involucran los costos generados por faltantes y de seguridad.
- Totales: Costos ocasionados por la suma del costo de pedido y el de mantenimiento de inventario.

Conservar un nivel bajo de inventario aumenta los costos de pedido, mientras que un nivel alto incrementa los costos de mantenimiento. Se debe disponer de un nivel adecuado de inventario, ya que, niveles elevados de este generan recursos financieros sin movimiento que pueden transformarse en obsoletos. Entretanto, niveles bajos de inventario ocasionarán un incremento en los pedidos anuales y al mismo tiempo el riesgo de perder clientes, disminuir las ventas y reducir las utilidades (Durán, 2012).

Por tanto, el uso de diferentes técnicas de inventario se vuelve indispensable para poder determinar el nivel óptimo que se debe mantener y así reducir los costos totales. Un nivel adecuado de inventario garantiza un abastecimiento directo y continuo para cualquier época, de esta manera el nivel de servicio y la gestión del inventario son constantes y eficientes.

2.2.4 Gestión del inventario

La gestión de inventarios es un procedimiento central para la optimización de recursos en una compañía, tiene como finalidad definir la cantidad y tipos de materiales requeridos para la fabricación de productos y así poder minimizar los costos, facilitar las ventas y satisfacer a los clientes.

Es importante que para una correcta gestión del inventario se utilice un modelo de inventarios acorde al tipo de demanda que administre cada empresa (Gómez & Guzmán, 2016). Esta puede ser determinística, en caso de que se conozca la cantidad para un período de tiempo; o probabilística, cuando no se conocen las cantidades; sea cual sea el escenario, las empresas deben establecer políticas para el mantenimiento de un inventario óptimo.

Una adecuada gestión de inventarios es fundamental para prevenir un incremento en los precios de la materia prima y poder almacenar una cantidad suficiente para cuando esto suceda. Así, se evitarán los pedidos excesivos y las pérdidas de materiales. Para (Gómez & Guzmán, 2016) algunos de los beneficios que proporciona la gestión de inventarios a una empresa son:

- Mayor libertad para la toma de decisiones relacionadas con el aprovisionamiento.
- Mejor uso de la capacidad productiva.
- Verificar la existencia y disponibilidad de material.
- Evitar retrasos o la suspensión de la operación.
- Reducir gastos y tiempos.

2.2.5 Principios de la gestión del inventario

(Cando & Tipantasi, 2015) establecen que para una correcta gestión del inventario se deben considerar los principios detallados a continuación:

- Las entradas y salidas del inventario deben ser documentadas.
- Los ítems deben estar codificados de acuerdo con sus características y almacenados en el mismo lugar.
- Los encargados de compras no deben recibir comisiones por parte de los proveedores.
- El lugar para la recepción de los ítems debe ser diferente al lugar de salida de estos.
- Los artículos de mayor peso deben ser ubicados de forma descendente.
- El conteo físico de los ítems se debe realizar con todos los miembros del área.
- La entrega de los reportes de inventario tendrá un plazo máximo de tres días.

2.2.6 Técnicas para la gestión del inventario

La gestión del inventario es un proceso primordial para las empresas, que permite saber qué, cuándo y cuánto se requiere de un producto para continuar en el mercado. Una mala gestión del inventario puede generar pérdidas financieras, por ello, es importante tener en cuenta que existen diversas técnicas o herramientas que permiten mantener un buen control de inventarios, reducir al mínimo los costos totales de su mantenimiento y optimizar las utilidades de la compañía (Pérez, 2010).

Es importante señalar que una administración eficiente de los inventarios depende de la naturaleza de la demanda, es decir, esta puede ser independiente o dependiente. La demanda independiente es aquella cuyos requerimientos no se ven afectados por la elaboración de otros productos, mientras que, la demanda dependiente obedece a las necesidades de otros artículos inventariados o fabricados en la empresa.

(Durán, 2012) establece las siguientes técnicas para la gestión del inventario en función del tipo de demanda:

Inventario con demanda independiente

- Modelo CEP (Cantidad económica de pedido): Conocido como el modelo clásico o EOQ por sus siglas en inglés (Economic order quantity), su función es calcular la cantidad óptima de pedido que permita disminuir el costo total del inventario (Durán, 2012).
- PR (punto de reorden): Esta técnica es complementaria a la anterior y no excluyente, se conoce como la herramienta que permite determinar el momento adecuado para solicitar un pedido en la cantidad indicada por el modelo CEP. Para (Durán, 2012) el punto de reorden se puede definir mediante:
 - Órdenes de pedido fijas: Consiste en colocar la orden de pedido cuando la cantidad en inventario es suficiente para cubrir una posible demanda máxima durante el tiempo que demore en llegar el nuevo pedido.
 - Resurtidos periódicos: Este sistema es útil cuando se tiene establecido un control fijo del inventario, y, al conocer las existencias de los ítems, se definen los períodos de tiempo en los cuales se deben colocar las órdenes de pedido.
- Cantidades máximas y mínimas: Esta técnica depende de las dos anteriores para determinar las cantidades adecuadas de existencias. La cantidad máxima es el valor tope de cada ítem, la cantidad mínima proporciona una señal para reabastecerse. Estas cantidades permiten conservar la inversión en inventarios dentro de los límites razonables y regular las existencias (Durán, 2012).

Inventario con demanda dependiente

- Sistema PRM (Planificación de requerimiento de materiales): También conocido como MRP por sus siglas en inglés (Material Requirements Planning), este método determina los niveles de inventario de productos en proceso o materia prima a partir de los niveles de inventario de productos terminados (Durán, 2012).
- JAT (Justo a tiempo): O JIT por sus siglas en inglés (Just in time) es una técnica moderna que consiste en reducir al mínimo el inventario para maximizar la rotación de este (Pérez, 2010). Es decir, comprar con mayor frecuencia cantidades limitadas para ser utilizadas por producción en el momento exacto que se requieran, en lugar de adquirirlas con anticipación y almacenarlas.

Técnicas clásicas

- Método ABC: Este método se basa en la teoría del 80-20 creada por Pareto, es decir, que el 80% de las ventas se efectúa con el 20% de los inventarios (Pérez, 2010). La técnica consiste en efectuar un análisis de los inventarios para identificar el nivel y tipos de procedimientos a ejecutar con la finalidad de obtener un mayor control y atención sobre estos. El inventario se divide en tres grupos: A, B y C. Los ítems de categoría "A" corresponden al inventario de mayor consumo e inversión y por tanto el control sobre estos debe ser el más cuidadoso. La categoría "B" se conforma con los inventarios de un nivel medio de consumo e inversión, y, los ítems de categoría "C" pertenecen al inventario de menor consumo e inversión, por ello, estas dos últimas categorías requieren de controles y procedimientos menos estrictos (Durán, 2012).

Al momento de seleccionar las técnicas para el control de inventarios se debe considerar los grandes beneficios que estas puedan proporcionar a las empresas, ya que, se requiere que la herramienta para la gestión del inventario permita manejar de manera eficaz y eficiente los recursos financieros mientras se maximizan las utilidades.

2.2.7 Sistemas de control del inventario

Un sistema de control de inventarios busca obtener un equilibrio entre las compras y las ventas, minimizar costos, incrementar rentabilidad, crear políticas internas, asegurar la disponibilidad de los inventarios y aumentar la eficiencia operacional (Cando & Tipantasi, 2015).

Cualquier sistema de control de inventarios es un conjunto de normas, políticas, procesos y procedimientos que se aplican para el mantenimiento y control de los ítems que pertenecen a una organización. Según (UMNG, 2016) a todo sistema le corresponde:

- Organizar los pedidos y sus ingresos.
- Reportar el nivel de existencias para definir el tamaño de las órdenes de pedido y el momento en el que deben efectuarse.
- Actualizar continuamente la información de los pedidos.
- Conservar un registro actualizado de las existencias.
- Comunicar cualquier tipo de situación fuera de lo común que altere el correcto funcionamiento del sistema.
- Presentar informes a la dirección y a los responsables del inventario.

Para (Vera & Vizúete, 2011) los sistemas de control de inventario se adaptan de acuerdo con las características y necesidades propias de cada empresa y se clasifican en:

- Sistema de inventario perpetuo: También conocido como sistema continuo o permanente, facilita un control constante de los inventarios mediante el registro de las unidades que ingresan y salen a través de un kardex (Rivera, 2014). Este sistema determina los costos del inventario final y de las mercancías vendidas, posibilita la toma de mejores decisiones respecto a las cantidades por comprar y la fijación de precios al cliente.
- Sistema de inventario periódico: Este no lleva un registro constante de los ingresos y salidas de los ítems, por lo que es necesario efectuar cada cierto período de tiempo un conteo físico de las existencias (Rivera, 2014). Por lo general, se utiliza el sistema de inventario periódico para los ítems que registran un costo unitario bajo.

- Sistema ABC: Al clasificar el inventario en artículos "A", "B" y "C", este sistema permite a la empresa identificar el tipo de control que se debe ejercer sobre las existencias y que se relaciona directamente con los costos, ya que proporciona una mejor distribución de los inventarios, el costo de almacenamiento, mantenimiento, vigilancia, pérdidas y obsolescencia.
- Sistema de volumen económico de pedido: Este sistema mantiene un mismo tamaño de lote, se ejecuta cuando es necesario y depende del nivel de existencias del almacén y de la demanda pronosticada. Según (UMNG, 2016), de este sistema se derivan los siguientes modelos de inventarios:
 - Modelos determinísticos: En este modelo la demanda del producto y el plazo de entrega son constantes y conocidos, el precio unitario es constante y no depende del tamaño del pedido ni del nivel de inventarios. Los ingresos deben ser por lotes o pedidos constantes, así como el costo por ordenar. Dentro de este modelo se encuentra el método EOQ para el control de los inventarios.
 - Modelos probabilísticos o aleatorios: La demanda del ítem para este modelo no es conocida, únicamente se conoce en términos de probabilidades.

2.2.8 Nivel óptimo de inventario

El nivel óptimo de inventario se obtiene a través del índice de rotación de los productos y de los pronósticos de ventas, este permite que el comprador planifique las estrategias de abastecimiento para que las operaciones logren la más alta eficacia. (Pérez, 2010) establece que el departamento de compras debe encontrar el equilibrio óptimo entre las condiciones del mercado y los requerimientos de la empresa, y, producto de este equilibrio surgen las siguientes ventajas:

- Cantidad necesaria de existencias para cumplir eficazmente con el nivel de servicio a los clientes.
- Prevención de los riesgos por escasez de productos y por obsolescencia.

- Costos de mantenimiento razonables y mejores precios por entregas.
- Creación de políticas acordes con la tendencia de precios estimados.
- Incremento de la rotación de los ítems mediante un nivel bajo de inventarios.

2.2.9 Política de inventarios

Una política de inventarios ofrece información básica sobre las cantidades de orden económicas que deben comprarse para cualquier período. Para (Vera & Vizuite, 2011), los propósitos de una política de inventarios deben ser:

- Planificar el nivel óptimo de inventarios y mantener el control de estos.
- Mantener eficiencia en las compras, recepción y procedimientos de embarque.
- Almacenar el inventario de manera correcta para protegerlo contra robo o daño.
- Conservar los reportes de inventarios perpetuos para los ítems con un costo unitario alto.
- Adquirir inventario en cantidades económicas.
- Mantener el inventario necesario para evitar déficits que ocasionen pérdidas en ventas.
- Almacenar el inventario por períodos de tiempo cortos y así evitar gastos innecesarios.

2.2.10 Compras

Se define como compras al proceso de adquisición de insumos, repuestos y materiales para asegurar el abastecimiento periódico y mantener una eficiente administración del inventario (Espino, 2016). Las compras son un proceso que incluye actividades de planificación y el desarrollo de procedimientos para implementar políticas de compra. El objetivo general del área de compras es obtener los materiales correctos, en la cantidad adecuada, en el momento y lugar apropiados, y a un precio oportuno.

(Escobedo, 2006) define como metas generales del área de compras las siguientes:

- Lograr un flujo continuo de materiales, accesorios y servicios considerados como indispensables para la operación de la organización.
- Mantener los niveles de inventario y las pérdidas al mínimo.
- Mantener adecuados estándares de calidad.
- Encontrar proveedores adecuados.
- Estandarizar lo más posible los artículos que se compran.
- Adquisición de productos y servicios al precio final más bajo.
- Mantenimiento de la posición competitiva de la empresa.
- Mantener relaciones productivas con los Departamentos de la empresa.
- Mantenimiento bajo de los costos administrativos.

Si bien el área de compras es independiente del área de control de inventarios, ambas están estrechamente relacionadas, ya que, las solicitudes de compra requieren de la información proporcionada por el área de control de inventarios para así planificar las compras e importaciones de los productos (Pérez, 2010).

Es importante que el área de control de inventarios mantenga actualizada toda la información respecto a las existencias, esta debe ser oportuna y eficaz para la toma de decisiones. El área de compras informará continuamente al área de control de inventarios sobre los tiempos de entrega, las existencias mínimas y el punto de reorden para conservar los niveles adecuados de inventario (Escobedo, 2006).

2.2.11 Gestión de compras

La gestión de compras consiste en abastecer continuamente a la compañía de mercadería con la calidad óptima, en la cantidad correcta, de manera oportuna y con un costo total lo más bajo posible (Parrales, 2017). Gran parte de las organizaciones consideran que la gestión de compras tiene un alcance estratégico, debido a que, los costos de producción y la capacidad de respuesta a los requerimientos son determinados por la eficiencia con la que esta se desarrolle.

El proceso de adquisición de mercadería para el correcto desarrollo operativo de una compañía requiere de políticas de compras que permitan efectuar una gestión adecuada ante diversos proveedores y bajo distintas modalidades en función de la variedad de ítems que se deben adquirir (Espino, 2016).

2.2.12 Objetivos de la gestión de compras

(Parrales, 2017) establece que todas las actividades que se ejecuten dentro de la gestión de compras deben contribuir al desarrollo eficiente de estas, para ello, define algunos objetivos claves que deben estar presentes durante el proceso, estos son:

- Comprar al mínimo precio sin olvidar la calidad y el volumen de los productos para reducir costos y obtener utilidades.
- Optimizar los tiempos y la coordinación con las demás áreas relacionadas para mantener la continuidad del abastecimiento.
- Conservar las existencias, evitar deterioros, duplicidad o desperdicios de los materiales.
- Encontrar nuevos proveedores y productos, investigar nuevos procedimientos y controlar los convenios con los proveedores.
- Capacitar a los integrantes del área de compras y de las demás áreas involucradas para garantizar una eficiente aplicación de las actividades de adquisición.
- Mantener un flujo de comunicación constante y emitir reportes con información sobre las existencias.

2.2.13 Planificación de la gestión de compras

La planificación en la gestión de compras consiste en planear y coordinar todas las actividades relacionadas con el abastecimiento, compra, almacenamiento, control, mantenimiento, movimiento, manipulación y estandarización de los inventarios de una compañía (Espino, 2016). Su objetivo principal es disminuir los costos y manejar de forma eficiente el movimiento de las existencias en todas sus etapas.

En la planificación de compras se define para un período determinado qué, cuánto y para cuándo necesita la organización ser abastecida, además, se establecen cuáles son los proveedores potenciales para cada compra y se estiman sus principales parámetros como precio, plazos de entrega, calidad, entre otros (Parrales, 2017).

2.2.14 Optimización de la gestión de compras

La gestión de compras es un componente fundamental para el éxito general de cualquier empresa y para el desempeño adecuado de esta (Escobedo, 2006). Por tanto, es importante diseñar y aplicar algún tipo de auxiliar administrativo que asegure la coherencia y continuidad en toda la organización, para ello, (Espino, 2016) establece los siguientes auxiliares:

- **Modelo de costos ABC:** Esta técnica requiere conocer los costos correspondientes a cada actividad para determinar el costo total del proceso de compras, de esta manera, se disminuyen los elementos que no agregan valor a la empresa y se identifican los puntos críticos de esta. Para obtener una gestión eficaz del proceso de compras, es importante considerar la inclusión de indicadores que brinden soluciones a los problemas encontrados, que minimicen los tiempos, reduzcan los costos y beneficien el crecimiento de la productividad en la empresa.
- **Compras JIT (Just in time):** O compras justo a tiempo, es un modelo basado en definir acuerdos con los proveedores para que sean suministradas pequeñas cantidades de materiales en función de los requerimientos del cliente. Dentro de este modelo se identifican los siguientes puntos críticos:
 - Tamaño reducido de los lotes de pedido.
 - Planificación frecuente y confiable de las entregas.
 - Plazos mínimos y altamente confiables de las entregas.
 - Altos niveles de calidad para los materiales comprados.

- Política de compras: Una política de compras es una fuente de consulta y una guía de planificación que debe tener una visión amplia y objetiva de los requisitos generales de la empresa. Esta permite:
 - Eliminar prácticas antieconómicas en los procedimientos de compra.
 - Simplificar los procesos.
 - Mejorar la comunicación.
 - Implementar normas y medidas de control.
 - Prevenir errores con las compras.
 - Establecer una estructura formal para las actividades de compras.

CAPÍTULO 3

3. METODOLOGÍA

3.1 SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

La empresa que está siendo motivo de estudio para el mejoramiento del problema de inventario, actualmente realiza sus operaciones logísticas de compras de forma local e importada, con la finalidad de cumplir con la demanda de abastecimiento requerida en los almacenes dentro del país.

La planificación de las compras se realiza usualmente de acuerdo con la revisión de sus indicadores de negocios. El jefe de producto revisa las propuestas de los proveedores de acuerdo con las marcas, precios, márgenes y el presupuesto al cual él está sujeto. Todo esto se realiza para obtener un stock de los productos para comercializar con el cliente final y no tener ventas perdidas.

Dentro de la negociación de las compras existen propuestas y ofertas especiales de parte de las marcas, tales como; liquidación de mercadería, descuentos especiales por volumen de compra, extensión de crédito, márgenes interesantes en productos discontinuados, o productos exclusivos que no tiene la competencia, a bajos costos, los cuales se utilizan para la temporada de BLACK FRIDAY, MADRES, PADRES, VIERNES CALIENTE, BODEGAZO y diferentes promociones.

Este tipo de compra que se realiza, la cual no está dirigida a una correcta planificación de abastecimiento, nos conlleva a altos costos de manipulación y excesos de productos en tiempos de baja demanda dentro del CDD de Guayaquil. En la tabla 3.1 se muestra como están sectorizados los centros de distribución a nivel nacional.

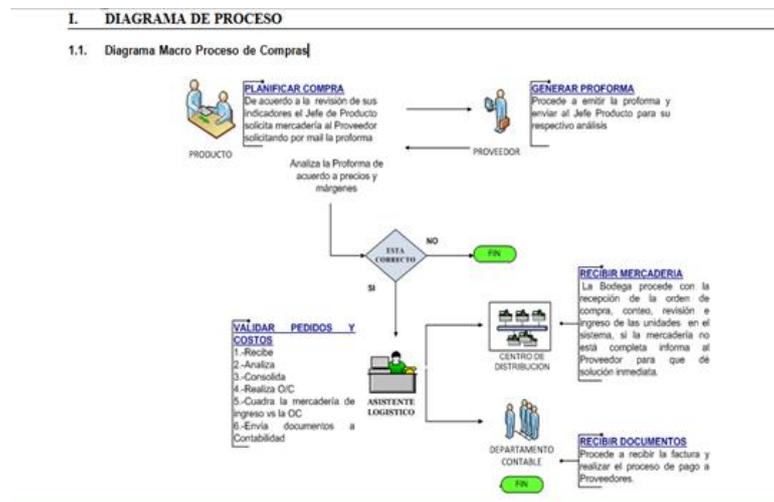
Tabla 3.1 Número de bodegas por sector

CENTRO DE DISTRIBUCIÓN	
SECTORES	BODEGAS
CDD DE GUAYAQUIL	1
CDD DE QUITO	1
CDD DE MILAGRO	1

Fuente: Autor, 2020

La figura 3.1 presenta el diagrama macro del proceso de compras hacia el CDD principal de Guayaquil.

Figura 3.1 Flujo de distribución



Fuente: Autor, 2020

Las tiendas de la región costa se encuentran sectorizadas según su cercanía entre ellas para una mejor distribución y consideración del lead time referente al abastecimiento de sus productos.

3.2 CARACTERÍSTICAS DE LA EMPRESA

La empresa está dedicada a la venta de tecnología, tales como Celulares, laptop, radio, electrodomésticos, lentes, motos, muebles y colchones, contando con una gran cantidad de productos para el hogar, con la finalidad de satisfacer la demanda del cliente de acuerdo con su necesidad. Razón por la cual la empresa cuenta con gran aceptación, lo cual ha permitido que pueda expandirse a nivel nacional. La tabla 3.2 detalla el crecimiento por año y los puntos de ventas que han quedado activos y el cierre de alguna unidad de negocio a nivel nacional.

Tabla 3.2 Crecimiento de almacenes

AÑO	2014	2015	2016	2017	2018	2019
PUNTOS DE VENTAS CERRADOS	2	1	13	16		
PUNTOS DE VENTAS NUEVOS	21	33	17	30	5	28
PUNTOS DE VENTAS ACTIVOS	141	173	177	191	196	224

Fuente: Autor, 2020

Las ventas de la empresa a nivel nacional de los últimos 5 años, sin considerar algún gasto administrativo como operativo, se reflejan en la tabla 3.3.

Tabla 3.3 Ventas anuales

AÑO	2014	2015	2016	2017	2018	2019
VENTAS ANUALES (\$)	93.307.459,02	93.717.618,62	78.750.916,62	87.171.649,00	99.729.946,00	109.002.877,51

Fuente: Autor, 2020

Las compras de la empresa a nivel nacional de los últimos 5 años están representadas en la tabla 3.4.

Tabla 3.4 Compras anuales

AÑO	2014	2015	2016	2017	2018	2019
COMPRA DE MERCARÍA (\$)	51.319.102,46	56.230.571,17	51.188.095,80	61.020.154,30	79.783.956,80	88.467.033,25

Fuente: Autor, 2020

3.3 PROCESO DE ABASTECIMIENTO Y COMPRA

El proceso de abastecimiento o compra funciona por adquisición de compras locales y también se realiza por medio de compras de importación. Dentro del proceso de compra se toma en consideración los siguientes pasos:

1. Se toma en consideración información relevante de stock, ventas, distribución y de los proveedores para realizar la planificación de las compras dentro del periodo determinado.
2. De acuerdo con la planificación de compras mediante correo electrónico se solicita al proveedor la respectiva proforma.
3. Con la respectiva solicitud se genera la proforma para enviarla al jefe de producto.

4. Se genera la respectiva solicitud de compra y entrega a consideración a los siguientes ejecutivos, gerente de logística, gerente de marketing, gerente general para su aprobación.
5. Si no es aprobado termina el proceso, caso contrario se solicita mediante correo electrónico la factura al proveedor.
6. Una vez receptada la solicitud, el proveedor revisa y procede a facturar el pedido, digitaliza la factura y la envía por correo electrónico al departamento de logística.
7. Se revisa las copias de las facturas del proveedor con la solicitud de compras del jefe de productos confirmando las características de cada ítem con sus respectivos costos.
8. Si existe alguna diferencia referente al producto, unidades o costos se envía por correo electrónico al proveedor para su corrección.
9. El proveedor realiza las correcciones debidas, comunicando por correo electrónico para que continúe con el procedimiento respectivo.
10. Se actualizan los costos y precios en el archivo Excel de costos y márgenes (COSMAR) y posteriormente en el sistema (EBS) se revisa que no refleje un margen negativo, es decir existe un rango mínimo porcentual para cada ítem que oscila entre 22% y 25%.
11. El asistente de logística genera la solicitud interna de orden de compra para que sea aprobada.
12. Se procede a realizar la orden de compra dentro del EBS en el módulo de orden de compra (PO) aquí solo se ingresa unidades, los valores que refleja la orden de compra es producto de las actualizaciones anteriores.
13. Una vez validada la información el proveedor despacha la mercadería al centro de distribución general.
14. El centro de distribución procede con la recepción de la orden de compra, conteo, revisión e ingresos de las unidades en la orden de compra generada en el sistema, si la mercadería no está completa informa al proveedor para que dé solución inmediata.
15. El centro de distribución realiza el ingreso de la mercadería, posteriormente el asistente de logística revisa con la orden de compra

confirmando si está correcto o no la cantidad de mercadería. Si se encuentra que no está correcto, se notifica por correo electrónico al proveedor para que dé solución inmediata.

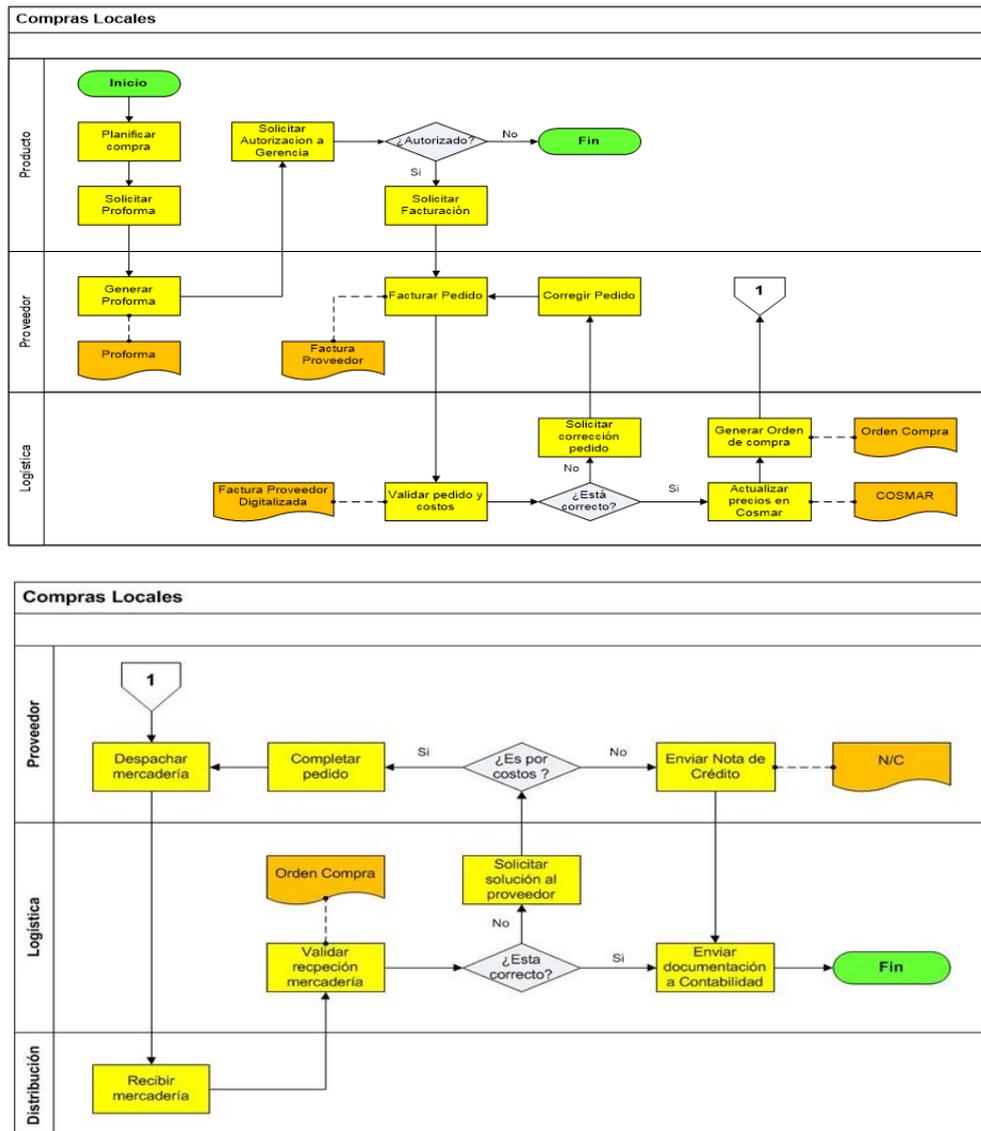
16. Si falta mercadería procede a completar el pedido.

17. Si no cuenta con el stock realiza una nota de crédito.

18. Mediante memorándum, se adjuntan las facturas originales y notas de crédito firmadas por el gerente de logística y se procede a entregar a contabilidad para que continúe con el ingreso respectivo.

La figura 3.2 presenta el ciclo del proceso de abastecimiento o compra de la empresa.

Figura 3.2 Ciclo de abastecimiento



Fuente: Autor, 2020

3.4 PROCESO DE CONTROL DE ALMACENAMIENTO

El responsable del almacenamiento y estiba de la mercadería deberá seguir los pasos siguientes:

1. Los productos deben de estar embalados para ser almacenados.
2. Para aquellos productos que no cuenten con su embalaje se los debe de cubrir mínimo con cinta stretch e identificado con sus respectivos códigos de barras.
3. Se debe de revisar las normas de almacenamiento y estiba de la mercadería que vienen en las cajas y/o embalajes, cada producto, de acuerdo, a sus características traerá las suyas, sin embargo, se anotan las más comunes a continuación, ver figura 3.3.

Figura 3.3 Normas de almacenamiento



Fuente: Autor, 2020

- Los productos tienen que estar almacenados en las bodegas según las sublíneas, con la etiqueta hacia el pasillo para hacer fácil su identificación y escaneo para el conteo, ver figura 3.4.

Figura 3.4 Orden de almacenamiento de productos



Fuente: Autor, 2020

- El personal debe de contar con los implementos de trabajo para evitar accidentes laborales: Casco, guantes, botas de acero, cinturón de fuerza, carretilla, gato hidráulico, etc., ver figura 3.5.

Figura 3.5 Implementos de trabajo



Fuente: Autor, 2020

- Para almacenar artículos pesados siempre se debe de pedir ayuda, el Jefe de Área supervisará que se cumpla esta disposición, ver figura 3.6.

Figura 3.6 Almacenar productos pesados



Fuente: Autor, 2020

7. El apilamiento debe de ser uniforme y de manera simétrica, para los artículos pequeños se debe de contar con perchas para su clasificación y estandarización, ver figura 3.7.

Figura 3.7 Apilamiento de mercadería



Fuente: Autor, 2020

3.5 CLASES DE PRODUCTOS

3.5.1 Líneas

La empresa comercializa electrodomésticos de distintas líneas, clasificándose de la siguiente manera:

- Línea blanca.
- Línea café.
- Línea de audio.
- Línea de video.
- Línea de juegos de comedores.
- Línea de juegos de salas.
- Línea de estantes y centros de entretenimientos.
- Línea de cómodas y roperos.
- Línea de cómputo y tecnología.
- Línea de camas y colchones.
- Línea de celulares y tabletas.
- Pequeños electrodomésticos.
- Línea de motocicletas y llantas.
- Línea de aires acondicionado.
- Línea de motores fuera de borda.
- Línea de herramientas.
- Línea de construcción.
- Línea de productos peds.
- Línea de pequeños accesorios.
- Línea de máquinas de coser industriales y caseras.
- Regalos.

3.5.2 Sublíneas

La compañía está dividida en estrategias de negocios, para poder atender el mercado ecuatoriano según la necesidad del consumidor, segmentada en las siguientes divisiones comerciales detalladas a continuación:

- División 1: de pequeños y grandes electrodomésticos.
- División 2: de muebles de sala, comedores, estantes, roperos, centro de entretenimiento, butacas, camas, etc.
- División 3: de motocicletas y sus repuestos.

A continuación, las tablas 3.5, 3.6 y 3.7 muestran las sublíneas que pertenecen a cada una de las divisiones consideradas por la empresa.

Tabla 3.5 Sublíneas – División 1

Sublíneas
A/A SPLIT 12000BTU
A/A SPLIT 12000BTU INVERTER
A/A SPLIT 18000BTU
A/A SPLIT 18000BTU INVERTER
A/A SPLIT 24000BTU
A/A SPLIT 24000BTU INVERTER
A/A SPLIT 36000BTU
A/A SPLIT 9000BTU INVERTER
A/A SPLIT MENOR DE 12000BTU
A/A VENT MENOR DE 12000BTU
ACC VIDEO
ACC-AUDIO
ACC-CAMARA
ACC-COMPUT
ACCESORIOS OPTICA
ACCESORIOS P/CARRO
AIRE ACONDIC. PORTATL
ASPIRADORA
AUDIFONOS
BATIDORA
BLU RAY 3D
BLUE RAY
CAFETERA
CAJA AMPLIFICADA
CALCULATORS
CAMARA DIG
CAMPANA EXTRACTORA

CAR-AUDIO
CARTUCHOS
CELULAR CLARO
CELULAR LIBRE
CELULAR-MOVISTAR
CLIMATIZADOR
COCINA
COCINETA
COMPUTADORAS
CONGELADOR
CPU
DISPENSADOR DE AGUA
ENCIMERA A INDUCCION
EXPRIMIDOR
EXTRACTOR
HIDROLAVADORA
HOME ELECTRONICS Y DIMMER
HOR-MICR
HORNO EMPOTRAR
JUEGO DE COMEDOR
JUEGO DE DORMITORIO
JUEGO DE SALA
LAVADORA
LAVADORA SECADORA
LAVAD-SECAD
LENTES DE CONTACTO
LICUADORA
MAQ-COSER
MAQUINA INDUSTRIAL
MEMORIA SD
MIKES Y HEADPHONES
MINI-SESS
MOTORES MARINOS
MOUSE
MULTIFUNCION
NETBOOK
NOTEBOOK
OLLA ARROZ
OLLA PRESION
PA AMPLIFIERS
PARLANTES
PARRILLA

PEN DRIVE
PLANCHA
POPCORN
PRINTERS Y COMPUTER ACC
PROCESADOR DE COMIDA
RACK
RADIOS
REFRIGERAD
REFRIGERADORA FRIGOBAR
REFRIGERADORA SIDE&SIDE
SANDWICHERA
SARTEN ELECTRICO
SCANNERS
SECADORA
SECURITY
SERVICIO INTERNET
SERVICIOS DE TELEVISION
TABLET 3G
TAPE RECORDERS Y DECKS
TAPE Y ACCESORIES
TEATRO/CASA
TELEFONOS
TELEVISIONS
TOSTADOR
TRANSFORMADORES
TV ANTENAS Y ACCESORIOS
TV LED + 42
TV LED 22-26
TV LED 32-37
TV LED 3D 40-42
TV LED 40-42
VENTIL PEDEST

Fuente: Autor, 2020

Tabla 3.6 Sublíneas – División 2

Sublíneas
ALMOHADA
BAR
BASE COLCHON
CABECERO DE CAMA
CAMA
CENTRO DE ENTRETENIMIENTO
COLCHON
LITERA
MESA CENTRO
MESA ESQUINERA
MUEBLES DE COCINA
PROTECTOR DE COLCHON
ROPERO
SILLA
SILLA BAR
SILLON
SOFA CAMA
VELADOR

Fuente: Autor, 2020

Tabla 3.7 Sublíneas – División 3

Sublíneas
AROS PREMIUM
AROS REGULARES
BATTERIES
BICICLETA
MOTOS
MR13
MR14
MR15
MR16
REPUESTOS

Fuente: Autor, 2020

3.5.3 Elección de sublíneas

Se realiza la categorización de Pareto en base a los ingresos por venta anual en donde se considera las ventas del año 2018 por sublíneas, las cuales se detalla a continuación, ver tablas 3.8, 3.9 y 3,10.

Tabla 3.8 Sublíneas categoría A

#	Sublíneas	Unidades vendidas	Ingreso por ventas	ACUM	%	#
1	TV LED + 42	57.855	\$ 20.048.259,85	0,2010	20%	A
2	REFRIGERAD	34.816	\$ 12.175.690,62	0,1221	32%	A
3	MOTOS	9.597	\$ 10.631.494,62	0,1066	43%	A
4	LAVADORA	39.900	\$ 10.408.069,53	0,1044	53%	A
5	COCINA	25.562	\$ 6.118.443,52	0,0614	60%	A
6	TV LED 32-37	26.613	\$ 5.855.667,68	0,0587	65%	A
7	CELULAR	24.387	\$ 3.083.619,30	0,0309	69%	A
8	REFRIGERADORA SIDE&SIDE	4.602	\$ 2.922.866,28	0,0293	71%	A
9	A/A SPLIT 12000BTU INVERTER	8.341	\$ 2.556.624,57	0,0256	74%	A
10	CELULAR CLARO	17.051	\$ 2.399.843,47	0,0241	76%	A
11	NOTEBOOK	6.438	\$ 2.007.416,82	0,0201	78%	A
12	COLCHON	18.401	\$ 1.902.713,21	0,0191	80%	A
	TOTAL_	273.563	\$ 80.110.709,48			

Fuente: Autor, 2020

Tabla 3.9 Sublíneas categoría B

#	Sublíneas	Unidades vendidas	Ingreso por Ventas	ACUM	%	#
1	CAJA AMPLIFICADA	13.437	\$ 1.883.751,64	0,0105	81%	B
2	MINI-SESS	6.022	\$ 1.725.761,78	0,0096	82%	B
3	A/A SPLIT 24000BTU INVERTER	4.009	\$ 1.711.251,35	0,0095	83%	B
4	SECADORA	3.631	\$ 1.099.987,41	0,0061	84%	B
5	CONGELADOR	2.966	\$ 934.152,71	0,0052	84%	B
6	TV LED 40-42	2.158	\$ 915.051,19	0,0051	85%	B
7	VITRINA	1.922	\$ 892.711,75	0,0050	85%	B
8	LICUADORA	10.842	\$ 783.992,52	0,0044	86%	B
9	SERVICIOS DE TELEVISION	16.401	\$ 734.305,62	0,0041	86%	B
10	A/A SPLIT 18000BTU INVERTER	1.722	\$ 691.813,04	0,0038	87%	B
11	MULTIFUNCION	4.926	\$ 672.444,55	0,0037	87%	B
12	ALL IN ONE	1.986	\$ 646.414,11	0,0036	87%	B
13	HOR-MICR	6.464	\$ 585.484,20	0,0033	88%	B
14	JUEGO DE SALA	1.176	\$ 442.781,08	0,0025	88%	B
15	BASE COLCHON	4.509	\$ 373.620,56	0,0021	88%	B
16	TEATRO/CASA	3.604	\$ 344.121,11	0,0019	88%	B
17	PLANCHA	8.728	\$ 313.868,47	0,0017	89%	B
18	ACCESORIOS	10.365	\$ 309.021,74	0,0017	89%	B
	TOTAL	104.868	\$ 15.060.534,82			

Fuente: Autor, 2020

Tabla 3.10 Sublíneas categoría C

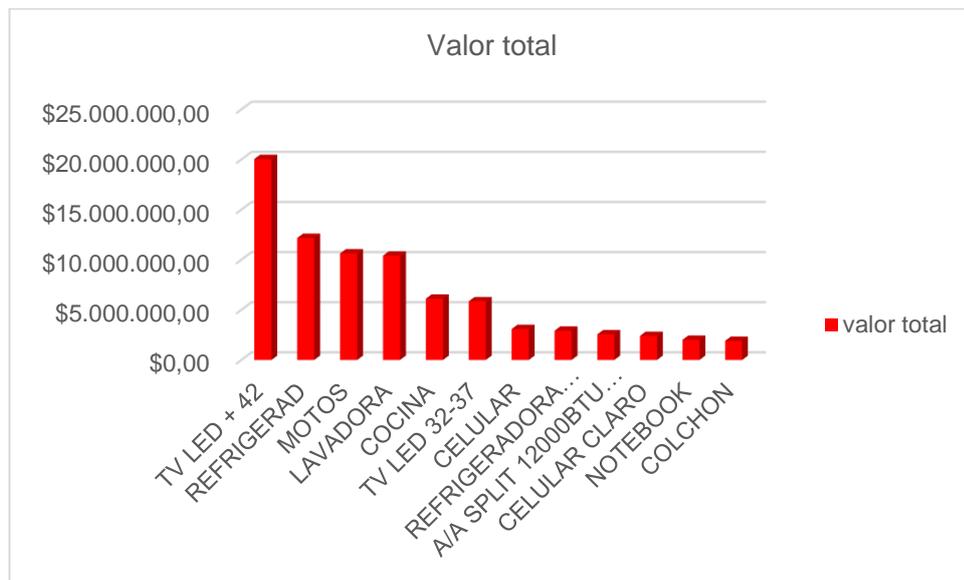
#	Sublínea	Unidades vendidas	Ingreso por Venta	ACUMU	%	#
1	A/A SPLIT 12000BTU	1.106	\$ 293.748,60	0,0015	89%	C
2	CLIMATIZADOR	2.440	\$ 287.496,70	0,0015	89%	C
3	SANDWICHERA	8.050	\$ 287.374,77	0,0015	89%	C
4	A/A SPLIT 24000BTU	592	\$ 229.109,47	0,0012	89%	C
5	OLLA ARROZ	4.162	\$ 225.773,45	0,0012	89%	C
6	ALMOHADA	7.369	\$ 209.186,95	0,0011	89%	C
7	CELULAR LIBRE	864	\$ 207.890,04	0,0011	90%	C
8	MAQ-COSER	1.317	\$ 182.228,66	0,0009	90%	C
9	ACC-COMPUT	2.300	\$ 166.771,63	0,0009	90%	C
10	REFRIGERADORA FRIGOBAR	1.042	\$ 147.713,30	0,0008	90%	C
11	VENTIL PEDEST	2.436	\$ 146.445,32	0,0008	90%	C
12	ACC-AUDIO	3.225	\$ 137.174,33	0,0007	90%	C
13	PARLANTES	1.310	\$ 136.276,46	0,0007	90%	C
14	CENTRO DE ENTRETENIMIENTO	1.234	\$ 119.588,60	0,0006	90%	C
15	JUEGO DE COMEDOR	417	\$ 110.722,89	0,0006	90%	C
16	DISPENSADOR DE AGUA	837	\$ 105.769,91	0,0005	90%	C
17	A/A VENT 12000BTU	411	\$ 77.209,73	0,0004	90%	C
18	EXTRACTOR	895	\$ 73.657,23	0,0004	90%	C
19	AIRE ACONDIC. PORTATL	334	\$ 72.636,87	0,0004	90%	C
20	PARRILLA	1.687	\$ 71.126,76	0,0004	90%	C
21	CABECERO DE CAMA	996	\$ 69.663,81	0,0004	90%	C
22	CONSTRUCCION	313	\$ 66.538,75	0,0003	90%	C
23	A/A SPLIT 36000BTU	102	\$ 58.186,64	0,0003	90%	C
24	ACC VIDEO	836	\$ 55.456,14	0,0003	91%	C
25	VIDEO JUEGO	165	\$ 53.641,55	0,0003	91%	C
26	ROPERO	425	\$ 51.810,91	0,0003	91%	C
27	A/A SPLIT MENOR DE 12000BTU	206	\$ 50.992,92	0,0003	91%	C
28	REFRIGERAD FRIGOBAR	305	\$ 48.821,95	0,0003	91%	C
29	EXPRIMIDOR	1.345	\$ 47.035,02	0,0002	91%	C
30	A/A SPLIT 18000BTU	153	\$ 46.475,24	0,0002	91%	C
31	A/A SPLIT 9000BTU INVERTER	138	\$ 37.636,17	0,0002	91%	C
32	LAVAD-SECAD	94	\$ 37.402,06	0,0002	91%	C
33	HORNO	657	\$ 35.605,51	0,0002	91%	C
34	CAMPANA	250	\$ 34.462,15	0,0002	91%	C
35	POPCORN	790	\$ 32.673,23	0,0002	91%	C
36	MAQUINA INDUSTRIAL	242	\$ 30.650,92	0,0002	91%	C
37	BATIDORA	573	\$ 30.128,02	0,0002	91%	C
38	COMM CBS WALKIE TALKIE	656	\$ 26.924,74	0,0001	91%	C

39	CAFETERA	660	\$ 24.843,28	0,0001	91%	C
40	ASPIRADORA	369	\$ 24.695,46	0,0001	91%	C
41	AUDIFONOS	406	\$ 24.595,73	0,0001	91%	C
42	COMPUTADORAS	90	\$ 24.179,66	0,0001	91%	C
43	TELEFONOS	516	\$ 23.036,11	0,0001	91%	C
44	TELEPHONES Y INTERCOMS	749	\$ 20.798,64	0,0001	91%	C
45	JUEGO DE DORMITORIO	155	\$ 18.862,30	0,0001	91%	C
46	SARTEN ELECTRICO	492	\$ 18.490,34	0,0001	91%	C
47	CAMPANA EXTRACTORA	174	\$ 18.115,56	0,0001	91%	C
48	PROTECTOR DE COLCHON	318	\$ 16.928,42	0,0001	91%	C
49	TABLET 3G	127	\$ 15.721,76	0,0001	91%	C
50	CELULAR-MOVISTAR	125	\$ 15.494,90	0,0001	91%	C
51	BLUE RAY	174	\$ 13.754,81	0,0001	91%	C
52	COCINA A INDUCCION	42	\$ 13.059,77	0,0001	91%	C
53	MR14	276	\$ 12.915,89	0,0001	91%	C
54	CPU	60	\$ 12.658,21	0,0001	91%	C
55	A/A VENT MENOR DE 12000BTU	76	\$ 11.774,21	0,0001	91%	C
56	TV LED 3D + 42	15	\$ 11.630,56	0,0001	91%	C
57	TOSTADOR	273	\$ 11.340,48	0,0001	91%	C
58	TABLET	125	\$ 10.215,86	0,0001	91%	C
59	SOFA CAMA	61	\$ 10.103,61	0,0001	91%	C
60	MIKES Y HEADPHONES	811	\$ 10.014,55	0,0001	91%	C
61	CAMARA DIG	68	\$ 9.859,45	0,0001	91%	C
62	SPEAKERS	312	\$ 9.683,72	0,0000	91%	C
63	MR13	239	\$ 9.480,36	0,0000	91%	C
64	MR15	133	\$ 9.094,25	0,0000	91%	C
65	CAMA	40	\$ 8.603,92	0,0000	91%	C
66	TV LED 3D 40-42	15	\$ 7.329,65	0,0000	91%	C
67	SILLON	124	\$ 7.278,11	0,0000	91%	C
68	HERRAMIENTA ELECT	62	\$ 7.246,36	0,0000	91%	C
69	LAVADORA SECADORA	12	\$ 6.467,87	0,0000	91%	C
70	PRINTERS Y COMPUTER ACC	449	\$ 6.282,92	0,0000	91%	C
71	HOME ELECTRONICS Y DIMMER	227	\$ 6.276,21	0,0000	91%	C
72	MESA CENTRO	74	\$ 5.861,33	0,0000	91%	C
	Total General	58.123	\$ 4.558.701,69			C

Fuente: Autor, 2020

En este proyecto se trabaja con las 12 sublíneas de categoría A, las cuales representan el 80% de las ventas del año 2018, la figura 3.8 muestra lo detallado en función de las unidades vendidas.

Figura 3.8 Sublíneas categoría A



Fuente: Autor, 2020

3.6 DETERMINACIÓN DEL MODELO DE PRONÓSTICO

La predicción de la demanda para el primer semestre del 2020 se realizó mediante la herramienta Wolfram Mathematica a través del comando predeterminado Time Series Model Fit. Este comando proporciona el mejor modelo de pronóstico de acuerdo con la evaluación del criterio de información Akaike (AIC).

Una vez determinadas las sublíneas de categoría “A”, se procede a escoger aquella sublínea que presenta la serie de tiempo completa, es decir, con la cantidad de datos históricos que se necesita para realizar la predicción (60 datos), ya que esto permitirá obtener un modelo de pronóstico robusto. Por tanto, la sublínea seleccionada es LAVADORAS con sus cinco ítems.

Los datos históricos empleados para la predicción se muestran en el anexo A, a continuación, en la tabla 3.11 se detallan los modelos de pronóstico sugeridos por la herramienta Wolfram Mathematica para el primer ítem de la sublínea LAVADORAS con la respectiva evaluación del AIC.

Tabla 3.11 Evaluación AIC Sublínea LAVADORAS – Ítem #1

SUBLÍNEA	LAVADORAS
CÓDIGO	103946
ÍTEM	LAVADORA WT18WSB BLANCA LG
MODELO SUGERIDO	AIC
SARMA[(1,0),(1,0)]10	541.964
SARMA[(2,0),(1,0)]10	543.791
SARMA[(1,0),(1,1)]10	544.028
SARMA[(1,0),(2,0)]10	544.267
SARMA[(1,0),(2,1)]10	546.275
AR(1)	546.938
SARMA[(1,1),(1,0)]10	547.583
SARMA[(2,1),(1,0)]10	547.704
ARMA(1,1)	548.573
AR(2)	548.822

Fuente: Autor, 2020

De acuerdo con el creador del criterio de información Akaike (AIC), Schwarz (1978), se procede a escoger el modelo de pronóstico cuyo valor del parámetro de evaluación sea el mínimo, es decir, para el primer ítem de la sublínea LAVADORAS se selecciona el modelo SARMA[(1,0),(1,0)]10.

La tabla 3.12 detalla los modelos sugeridos para el segundo ítem de la sublínea seleccionada, siendo el mejor modelo un SARIMA[(0,0,1),(1,1,0)]6.

Tabla 3.12 Evaluación AIC Sublínea LAVADORAS – Ítem #2

SUBLÍNEA	LAVADORAS
CÓDIGO	109370
ÍTEM	LAVADORA SEMI AUT 15KG LRI-15BLSA INDURAMA
MODELO SUGERIDO	AIC
SARIMA[(0,0,1),(1,1,0)]6	499.864
SARIMA[(0,0,1),(2,1,0)]6	501.252
SARIMA[(0,0,1),(0,1,1)]6	501.512
SARIMA[(0,0,1),(1,1,1)]6	502.493
SARIMA[(0,0,1),(2,1,1)]6	503.020
SARIMA[(0,0,2),(1,1,0)]6	503.129
SARIMA[(1,0,1),(1,1,0)]6	503.794
SARIMA[(1,0,2),(1,1,0)]6	505.197
SARIMA[(0,0,2),(0,1,0)]6	508.806
SARIMA[(0,0,1),(0,1,0)]6	508.985

Fuente: Autor, 2020

En la tabla 3.13 se detalla el mejor modelo de pronóstico para el tercer ítem de la sublínea LAVADORAS, un modelo autoregresivo de orden uno AR(1).

Tabla 3.13 Evaluación AIC Sublínea LAVADORAS – Ítem #3

SUBLÍNEA	LAVADORAS
CÓDIGO	107168
ÍTEM	LAVADORA SEMI AUT 12KG EWTB12M3FBURW ELECTROLUX
MODELO SUGERIDO	AIC
AR(1)	539.156
MA(1)	539.394
AR(2)	541.107
MA(0)	544.644
ARMA(1,1)	545.039
ARMA(2,1)	575.302

Fuente: Autor, 2020

La tabla 3.14 muestra el mejor modelo de pronóstico para el cuarto ítem, siendo este un SARIMA [(1,1,1),(1,1,0)]9.

Tabla 3.14 Evaluación AIC Sublínea LAVADORAS – Ítem #4

SUBLÍNEA	LAVADORAS
CÓDIGO	108761
ÍTEM	LAVADORA WA19F7L6DDW/AP BLANCA SAMSUNG
MODELO SUGERIDO	AIC
SARIMA[(1,1,1),(1,1,0)]9	471.869
SARIMA[(1,1,2),(1,1,0)]9	473.310
SARIMA[(1,1,1),(1,1,1)]9	474.007
SARIMA[(0,1,1),(1,1,0)]9	474.030
SARIMA[(1,1,1),(2,1,0)]9	474.602
SARIMA[(1,1,0),(1,1,0)]9	476.348
SARIMA[(2,1,1),(1,1,0)]9	477.151
SARIMA[(2,1,2),(1,1,0)]9	478.494
SARIMA[(0,1,0),(2,1,0)]9	479.140
SARIMA[(0,1,0),(2,1,0)]9	480.280

Fuente: Autor, 2020

En la tabla 3.15 se observa el mejor modelo de pronóstico para el quinto ítem de la sublínea LAVADORAS, un modelo autoregresivo de orden uno AR(1).

Tabla 3.15 Evaluación AIC Sublínea LAVADORAS – Ítem #5

SUBLÍNEA	LAVADORAS
CÓDIGO	107270
ÍTEM	LAVADORA SEMI AUT 15KG EWTB15M3FBURW BLANCO ELECTROLUX
MODELO SUGERIDO	AIC
AR(1)	565.397
AR(2)	567.218
ARMA(1,1)	568.888
MA(1)	571.514
MA(0)	590.789
ARMA(2,1)	595.684

Fuente: Autor, 2020

3.7 CÁLCULO DEL PRONÓSTICO

Luego de determinar el mejor modelo de pronóstico para cada ítem de la sublínea LAVADORAS mediante la evaluación del AIC, se procede a realizar la predicción de cada uno de estos. A continuación, en la tabla 3.16 se detalla el pronóstico para cada ítem de la sublínea durante el primer semestre del 2020.

Tabla 3.16 Pronóstico Sublínea LAVADORAS

SUBLÍNEA	LAVADORAS				
CÓDIGO	103946	109370	107168	108761	107270
MES/ÍTEM	LAVADORA WT18WSB BLANCA LG	LAVADORA SEMI AUT 15KG LRI- 15BLSA INDURAMA	LAVADORA SEMI AUT 12KG EWTB12M3FBU RW ELECTROLUX	LAVADORA WA19F7L6DDW/AP BLANCA SAMSUNG	LAVADORA SEMI AUT 15KG EWTB15M3FBURW BLANCO ELECTROLUX
ene-20	165	14	3	18	4
feb-20	219	17	4	8	2
mar-20	42	21	50	6	18
abr-20	15	5	152	28	30
may-20	60	43	49	27	19
jun-20	116	21	8	73	18
TOTAL	617	121	266	160	91

Fuente: Autor, 2020

De acuerdo con el pronóstico calculado se estima vender un total de 1,255 unidades de los diferentes ítems que pertenecen a la sublínea LAVADORAS. En la tabla 3.16 se puede observar que el ítem con mayor demanda pronosticada corresponde al primero con un total de 617 unidades que se estima vender durante los primeros seis meses del 2020, y el ítem con menor proyección de venta es el quinto. De manera general, se aprecia que durante el mes de febrero se registra la demanda más alta.

Una vez calculado el pronóstico de la sublínea LAVADORAS se procede a utilizar esa predicción para la programación del modelo matemático en el software de optimización matemática GAMS, cuya modelización se detalla en el siguiente apartado y sus resultados en el capítulo número cuatro.

3.8 MODELO MATEMÁTICO

El modelo matemático que se plantea a continuación se basa en una política de compras y abastecimiento que permite maximizar las utilidades (ganancias) de la compañía en función de la adquisición de niveles óptimos de inventario. La ejecución del modelo se llevó a cabo mediante el software matemático Gams. A continuación, se establecen los componentes de este en su forma general.

La tabla 3.17 muestra los índices con los que se ejecutará el modelo:

Tabla 3.17 Índices del modelo

Índices	
i	Ítem o SKU
j	Línea
t	Tiempo

Fuente: Autor, 2020

Los parámetros de evaluación del modelo se detallan en la tabla 3.18

Tabla 3.18 Parámetros del modelo

Parámetros	
C(i,j)	Beneficio del ítem i de la línea j
V(i)	Volumen del ítem i
M(i)	Área del ítem i
Rep(j,j,t)	Reposición
DevP(i,j,t)	Devolución hacia el Proveedor del ítem i de la línea j en el tiempo t
ProyVent(i,j,t)	Proyección de venta del ítem i de la línea j en el tiempo t
DevCD(i,j,t)	Devolución de las tiendas hacia el Cross Docking
CapV(i,t)	Capacidad volumétrica
CapM(i,t)	Capacidad área

Fuente: Autor, 2020

La tabla 3.19 detalla las variables de decisión con las que se ejecutará el modelo matemático.

Tabla 3.19 Variables de decisión del modelo

Variables de decisión	
Salidas(i,j,t)	Salida del ítem i de la línea j en el tiempo t
Entradas(i,j,t)	Entrada del ítem i de la línea j en el tiempo t
W(i,j,t)	Importación del ítem i de la línea j en el tiempo t
X(i,j,t)	Stock Actual del ítem i de la línea j en el tiempo t

Fuente: Autor, 2020

Función objetivo:

Minimizar la importación o compra de inventario sea la necesaria cumpliendo la demanda proyectada. (Ver ecuación 3.1).

$$Min Z = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{t=1}^T C(i, j) * W(i, j, t) \quad (3.1)$$

Restricciones:

- Restricción de entrada: Permite conocer todos los productos que ingresan a ocupar un espacio en el centro de distribución (ver ecuación 3.2).

$$Entradas(i, j, t) = DevCD(i, j, t) + W(i, j, t) \quad \forall i \forall j \forall t \quad (3.2)$$

- Restricción de importación:
 - La importación debe ser mayor o igual a la cantidad estimada para la venta considerando el stock disponible, debido a que si es menor podría ocasionar que no satisfaga la demanda (ver ecuación 3.3).

$$W(i, j, t) \geq ProyVent(i, j, t) - X(i, j, t) \quad \forall i \forall j \forall t \quad (3.3)$$

- Restricción de stock:
 - Esta restricción indica el stock disponible al sumar el inventario en el tiempo t=1 (stock inicial) con todo lo que ingresa (Entradas) menos todo lo que sale del centro de distribución (Salidas) (ver ecuación 3.4).

$$X(i, j, t) = Entradas(i, j, t) - Salidas(i, j, t) \quad \forall i \forall j \forall t = 1 \quad (3.4)$$

- El stock disponible al sumar el inventario en el tiempo t-1 (stock anterior) con todo lo que ingresa (Entradas) menos todo lo que sale del CDD (Salidas), (ver ecuación 3.5).

$$X(i, j, t) = X(i, j, t - 1) + Entradas(i, j, t) - Salidas(i, j, t) \quad \forall i \forall j \forall t > 1 \quad (3.5)$$

- Restricción de capacidad volumétrica: Ver ecuación 3.6.

$$\sum_{j=1}^J V(i) * X(i, j, t) \leq CapV(i, t) \quad \forall i \forall t \quad (3.6)$$

- Restricción de capacidad área: Ver ecuación 3.7.

$$\sum_{j=1}^J M(i) * X(i, j, t) \leq CapM(i, t) \quad \forall i \forall t \quad (3.7)$$

- Restricciones lógicas: Ver ecuación 3.8 y 3.9.

$$X(i, j, t) \in \mathbb{N} \cup \{0\} \quad \forall i \forall j \forall t \quad (3.8)$$

$$W(i, j, t) \in \mathbb{N} \cup \{0\} \quad \forall i \forall j \forall t \quad (3.9)$$

El modelo de la política de compras y abastecimiento empleado en este trabajo consiste en la técnica de gestión de inventario del lead time. Debido al tiempo de demora en los pedidos se busca mantener el stock necesario para satisfacer la demanda esperada, así como también determinar las cantidades óptimas a comprar para no exceder la capacidad de almacenamiento del CDD mientras se cumple con la demanda.

No se consideraron otros modelos como el EOQ o JIT porque no satisfacen las necesidades de la empresa, ya que, se detectó que el punto más crítico para la correcta planificación de abastecimiento se encuentra en el área de compras, debido a que el lead time de los productos no brinda mayor asertividad al momento de tomar decisiones de reabastecimiento. A su vez, parte del análisis de esta investigación es poder mejorar las técnicas de negociación con los proveedores independientemente de las cantidades a comprar.

Las consideraciones que se tuvieron en cuenta para el desarrollo de la política de compras y abastecimiento son:

- Priorizar los pedidos de cantidad óptima sobre las importaciones.
- Analizar el desplazamiento para dinamizar el tiempo de llegada.
- Realizar los pedidos en función del lead time.
- Desarrollar los diferentes escenarios entre salidas y entradas al CDD mediante la evaluación del pronóstico.

CAPÍTULO 4

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1 FUNCIÓN OBJETIVO

El modelo matemático descrito en el capítulo anterior propone implementar una política de compras que permita abastecer de manera óptima al centro de distribución en función del pronóstico de las ventas y garantizando la maximización de las ganancias para la compañía y minimizando la cantidad de importación. En el anexo B se muestra la programación en GAMS.

En la tabla 4.1 se detalla el resultado de la función objetiva, según la programación matemática en GAMS, es decir, se muestran las compras estimadas por ítem de la sublínea LAVADORAS para el primer semestre del período 2020 en función del inventario óptimo sugerido por la política de compras y abastecimiento.

Tabla 4.1 Propuesta Estimada - Sublínea LAVADORAS

SUBLÍNEA	LAVADORAS	
CÓDIGO	ÍTEM	GANANCIA
103946	LAVADORA WT18WSB BLANCA LG	\$ 41.698,80
109370	LAVADORA SEMI AUT 15KG LRI-15BLSA INDURAMA	\$ 8.079,40
107168	LAVADORA SEMI AUT 12KG EWTB12M3FBURW ELECTROLUX	\$ 115.283,97
108761	LAVADORA WA19F7L6DDW/AP BLANCA SAMSUNG	\$ 445.112,37
107270	LAVADORA SEMI AUT 15KG EWTB15M3FBURW BLANCO ELECTROLUX	\$ 42.906,70
TOTAL		\$ 653.081,24

Fuente: Autor, 2020

4.2 VARIABLES DE DECISIÓN

El cumplimiento de la función objetivo para la política de compras y abastecimiento se encuentra directamente relacionado con la toma de decisiones a nivel de inventario, para ello, el modelo matemático evalúa y sugiere las cantidades óptimas que deben ser consideradas en estas variables.

Una de ellas corresponde a la rotación del inventario en el centro de distribución, es decir, la cantidad de cada uno de los ítems de la sublínea LAVADORAS que salen del CDD durante el primer semestre del 2020, en la tabla 4.2 se muestran dichos valores.

Tabla 4.2 Salida de producto - Sublínea LAVADORAS

SUBLÍNEA	LAVADORAS				
CÓDIGO	103946	109370	107168	108761	107270
MES/ÍTEM	LAVADORA WT18WSB BLANCA LG	LAVADORA SEMI AUT 15KG LRI-15BLSA INDURAMA	LAVADORA SEMI AUT 12KG EWTB12M3FBURW ELECTROLUX	LAVADORA WA19F7L6DDW/AP BLANCA SAMSUNG	LAVADORA SEMI AUT 15KG EWTB15M3FBURW BLANCO ELECTROLUX
ene-20	167	25	3	70	4
feb-20	221	36	4	126	2
mar-20	42	41	51	136	18
abr-20	15	32	154	89	30
may-20	61	54	49	66	19
jun-20	117	36	8	121	80
TOTAL	623	225	269	609	154

Fuente: Autor, 2020

La tabla 4.3 refleja las cantidades estimadas por el modelo matemático con respecto a todos los productos que ingresan a ocupar un espacio en el centro de distribución, es decir, la cantidad de inventario que se debería almacenar por cada ítem de la sublínea LAVADORAS durante el primer semestre del 2020 en función de la capacidad del CDD.

Tabla 4.3 Entrada de producto - Sublínea LAVADORAS

SUBLÍNEA	LAVADORAS				
CÓDIGO	103946	109370	107168	108761	107270
MES/ÍTEM	LAVADORA WT18WSB BLANCA LG	LAVADORA SEMI AUT 15KG LRI-15BLSA INDURAMA	LAVADORA SEMI AUT 12KG EWTB12M3FBURW ELECTROLUX	LAVADORA WA19F7L6DDW/AP BLANCA SAMSUNG	LAVADORA SEMI AUT 15KG EWTB15M3FBURW BLANCO ELECTROLUX
ene-20	167	25	3	77	4
feb-20	221	36	4	122	2
mar-20	42	41	51	212	18
abr-20	15	32	154	74	30
may-20	61	54	49	58	19
jun-20	117	246	290	465	419
TOTAL	623	435	551	1008	493

Fuente: Autor, 2020

El modelo matemático, a través de la política de compras y abastecimiento, sugiere las cantidades óptimas que deben ser solicitadas al proveedor mediante importación en donde se considera las restricciones del caso, minimizando los costos y evitando que el centro de distribución tenga sobre stock o en stock out. La tabla 4.4 refleja las cantidades óptimas a importar para cada ítem de la sublínea LAVADORAS durante el primer semestre del 2020.

Tabla 4.4 Importación - Sublínea LAVADORAS

SUBLÍNEA	LAVADORAS				
CÓDIGO	103946	109370	107168	108761	107270
MES/ÍTEM	LAVADOR A WT18WSB BLANCA LG	LAVADOR A SEMI AUT 15KG LRI-15BLSA INDURAMA	LAVADORA SEMI AUT 12KG EWTB12M3FBUR W ELECTROLUX	LAVADORA WA19F7L6DDW/A P BLANCA SAMSUNG	LAVADORA SEMI AUT 15KG EWTB15M3FBUR W BLANCO ELECTROLUX
ene-20	167	20	3	12	4
feb-20	221	36	4	5	2
mar-20	42	31	51	0	18
abr-20	15	31	154	0	30
may-20	61	52	49	0	19
jun-20	117	246	290	391	419
TOTAL	623	417	551	408	493

Fuente: Autor, 2020

El inventario al final del mes con la importación óptima en el centro de distribución muestra que existe una rotación excelente por eso al final del mes muestra que no tenemos stock, puesto que se vendió lo estimado para cada ítem de la sublínea LAVADORAS durante el primer semestre del 2020 como se muestra en la tabla 4.5.

Tabla 4.5 Stock - Sublínea LAVADORAS

SUBLÍNEA	LAVADORAS				
CÓDIGO	103946	109370	107168	108761	107270
MES/ÍTEM	LAVADOR A WT18WSB BLANCA LG	LAVADOR A SEMI AUT 15KG LRI-15BLSA INDURAM A	LAVADORA SEMI AUT 12KG EWTB12M3FBUR W ELECTROLUX	LAVADORA WA19F7L6DDW/A P BLANCA SAMSUNG	LAVADORA SEMI AUT 15KG EWTB15M3FBUR W BLANCO ELECTROLUX
ene-20	0	0	0	6	0
feb-20	0	0	0	3	0
mar-20	0	0	0	79	0
abr-20	0	0	0	63	0
may-20	0	0	0	55	0
jun-20	0	210	282	399	339
TOTAL	0	210	282	605	339

Fuente: Autor, 2020

Con base en los resultados proporcionados por la política de compras y abastecimiento se entiende que durante el mes de enero del 2020 para el primer ítem de la sublínea LAVADORAS se venden 167 unidades, es decir, salen del inventario del CDD (ver tabla 4.2). En ese mismo mes ingresan 167 unidades al stock del centro de distribución (ver tabla 4.3) mediante importación (ver tabla 4.4). Por tanto, el inventario al final del mes muestra que no tenemos stock puesto que se vendió todo lo estimado de ese ítem para el primer mes del 2020 (ver tabla 4.4).

4.3 ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS

Luego de realizar el pronóstico y la interpretación de resultados de la sublínea (LAVADORAS), a continuación, se presenta el análisis comparativo de costos de la segunda sublínea con el más alto valor porcentual de la categoría “A” de Pareto, las REFRIGERADORAS.

El análisis se efectuó mediante la comparación de los resultados entre el actual proceso de compras que maneja la compañía versus la solución óptima planteada por la política de compras y abastecimiento del modelo matemático.

Para ello, es necesario mostrar las cantidades por mes que fueron adquiridas mediante importación durante el primer semestre del 2020 (ver tabla 4.6) y las

cantidades óptimas que la política de compras sugiere deberían ser solicitadas al proveedor (ver tabla 4.7).

Tabla 4.6 Importación real - Sublínea REFRIGERADORAS

SUBLÍNEA	REFRIGERADORAS					TOTAL
CÓDIGO	110843	110870	108410	110867	107660	
MES/ÍTEM	INDURAMA	INDURAMA	MABE	MABE	MABE	
ene-20	68	49	14	314	6	451
feb-20	13	76	7	29	6	131
mar-20	73	120	70	57	6	326
abr-20	0	0	0	0	0	0
may-20	99	75	15	29	15	233
jun-20	309	92	15	51	25	492
TOTAL	562	412	121	480	58	1633

Fuente: Autor, 2020

Tabla 4.7 Importación sugerida - Sublínea REFRIGERADORAS

SUBLÍNEA	REFRIGERADORAS					TOTAL
CÓDIGO	110843	110870	108410	110867	107660	
MES/ÍTEM	INDURAMA	INDURAMA	MABE	MABE	MABE	
ene-20	0	0	0	0	0	0
feb-20	9	170	0	385	8	572
mar-20	338	0	96	0	0	434
abr-20	15	300	0	0	31	346
may-20	0	0	0	0	0	0
sjun-20	0	0	0	0	0	0
TOTA	36	470	96	385	39	1352

Fuente: Autor, 2020

Como se puede visualizar en las tablas 4.6 y 4.7, las cantidades en tiempo real que fueron importadas por la compañía durante el primer semestre del 2020 son mayores a las sugeridas por la política de compras y abastecimiento, siendo un total de 1,633 unidades adquiridas versus 1,352 como lo plantea el modelo de manera óptima.

La tabla 4.8 muestra los costos totales de importación durante el primer semestre del 2020, es decir, de las cantidades importadas en tiempo real por la compañía y de las cantidades óptimas de reabastecimiento sugeridas por el modelo. Como se evidenció en las tablas anteriores, el costo total de

importación con base en las cantidades óptimas que se obtienen aplicando el modelo matemático es menor que la inversión realizada por la empresa, siendo equivalente a \$448.706,80 y \$529.008,89 respectivamente.

Tabla 4.8 Costos totales - Sublínea REFRIGERADORAS

SUBLÍNEA	REFRIGERADORAS	COSTO TOTAL	
		REAL	SUGERIDO
110843	INDURAMA	\$165.958,60	\$106.898,60
110870	INDURAMA	\$157.161,52	\$179.286,20
108410	MABE	\$36.037,43	\$28.591,68
110867	MABE	\$152.078,40	\$121.979,55
107660	MABE	\$17.772,94	\$11.950,77
TOTAL		\$529.008,89	\$448.706,80

Fuente: Autor, 2020

El inventario óptimo de reabastecimiento que sugiere el modelo matemático genera un ahorro significativo del 15% con respecto al costo total de las importaciones realizadas por el área de compras para el primer semestre del 2020, lo que corresponde a \$8.030,21.

Es importante mencionar que el modelo matemático no contempla los costos de bodega porque considera un costo de penalización originado por la falta de rotación de los ítems, tomando como referencia un castigo del 5% sobre la utilidad, puesto que el producto se deprecia con el tiempo y reduce su margen de beneficio.

De esta manera, se garantiza la maximización de las ganancias con la disminución de los costos totales de importación mediante la aplicación de una política de compras y abastecimiento que proporcione los niveles óptimos de inventario que deben ser adquiridos para el CDD.

(Orellana & Roncal, 2019) en su propuesta de un modelo logístico para mejorar la gestión de compras de una compañía minera del sur del Perú implementó un manual de procedimientos, la homologación de proveedores y políticas de compras que permitieron reducir la variabilidad de este proceso, aumentar el nivel de servicio de los proveedores y mejorar el control de los costos de adquisición.

Las políticas de compras implementadas a través del modelo logístico tuvieron como objetivo satisfacer todos los requerimientos de la demanda cumpliendo con una correcta planificación de abastecimiento en conjunto con el área de bodega y de compras. A su vez, se propuso realizar inventarios mensuales, reportes sobre las órdenes de compras vigentes y sobre el rendimiento del área para obtener un mejor control del inventario.

Mediante la prueba de normalidad (Shapiro-Wilk) con un grado de significancia de 0.039 (menor a 0.05), se pudo evidenciar que la implementación de las políticas de compras mejoró el control en los costos de este proceso, con lo cual se fomentó la participación de los responsables de cada área y se disminuyeron los costos semestrales de adquisición en un promedio de 18%.

De igual manera, (Quintuña, 2012) en su trabajo sobre la optimización del proceso de planificación para la compra de materias primas en la planta industrial de Pinturas Cóndor S.A Quito – Ecuador, planteó como objetivo evitar el exceso o falta de stock ocasionados por una incorrecta acertibilidad en los pronósticos de la demanda y que contemplan una alta probabilidad de errores en el proceso de reabastecimiento de materias primas, proporcionando información errónea con respecto a las fechas y cantidades por comprar.

Haciendo uso del método de arrastre de la metodología Kanban, se logró obtener información inmediata sobre el inventario, establecer el lead time y la frecuencia de compra por proveedor y materia prima. Además, se alcanzó un ahorro anual del 31% en dólares inventario, del 17% en toneladas inventario, del 28% en ubicación por pallets, del 26% en capacidad de almacenamiento y del 16% en adquisición de materias primas. Así, las cantidades que se obtuvieron reflejan el nivel óptimo de inventario que se debería mantener para satisfacer los requerimientos de la demanda.

En conclusión, con los proyectos antes mencionados, se puede evidenciar que el enfoque que se presenta en este trabajo está acorde a las necesidades de la compañía, es decir, mejorar el control del inventario a través de una

correcta gestión del área de compras y abastecimiento para disminuir los costos de adquisición y de mantenimiento del inventario.

CAPÍTULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

Los procesos de control y administración de inventario constituyen un aspecto clave dentro de la cadena logística de cualquier empresa, ya que se encuentran en la primera línea de las operaciones comerciales. Por ello, no se debe subvalorar el uso de metodologías que permitan fortalecer este eslabón de la cadena.

El análisis de las herramientas y técnicas de control de inventarios posibilita determinar la proyección de estos mediante una adecuada disponibilidad de almacenamiento, no necesariamente de todos los ítems que ofrece la empresa, sino de aquellos con mayor rotación, ya sea por sus características o por su valor. Así, a través de la metodología ABC o también conocida como Pareto, modelos de inventario como el EOQ, de predicción o políticas de control se satisface las necesidades del cliente sin generar sobrecostos en el almacenamiento o en la inversión total. Estas técnicas de control de inventario pueden ser implementadas en las distintas áreas de la cadena logística, entre ellas, el área de compras y abastecimiento.

Es así como en el presente trabajo de investigación se hizo uso de herramientas y técnicas especializadas en control de inventarios para agregar valor al proceso de compras e identificar oportunidades de mejora que generen un impacto positivo en las ganancias de la compañía.

Haciendo uso de la metodología ABC se pudo identificar cuáles son las sublíneas de ítems más representativas dentro de la compañía, siendo un total de 12 divisiones las que presentan mayor rotación de inventario; entre esas, las principales corresponden a la sublínea LAVADORAS y

REFRIGERADORAS, las mismas que fueron objeto de análisis en este documento.

Luego de identificar las sublíneas de categoría A con base en el principio de Pareto, se empleó el software Wolfram Mathematica con el comando Time Series Model Fit para obtener una predicción más certera de la cantidad óptima que se debe mantener en inventario para un horizonte de planificación semestral. Una vez determinado el pronóstico, se ejecutó la política de compras y abastecimiento planteada en el capítulo tres, cuyos resultados permiten concluir lo siguiente:

- Los costos totales reales de importación se pueden reducir significativamente hasta en un 15% al aplicar un modelo matemático que considere todas las restricciones del caso, como los ingresos por devolución, compras, abastecimiento a tiendas y devoluciones a proveedores.
- La implementación de una política de compras y abastecimiento mejorará control del sistema de inventario dentro del CDD proporcionando un mayor control sobre las existencias de mercadería.
- Las ganancias de la empresa se podrán incrementar mediante un ahorro económico significativo en los costos totales de importación, garantizando así una eficiente administración de la gestión de compras e inventarios para el CDD.
- Los sobrecostos generados por una incorrecta planificación de inventario serán disminuidos y la demanda de clientes por un óptimo abastecimiento podrá intensificarse.

5.2 RECOMENDACIONES

Una vez ejecutada la clasificación ABC, las predicciones de las ventas y desarrollada la política de compras y abastecimiento cuyos resultados fueron favorables para la compañía, se recomienda lo siguiente:

- Establecer un plan para el control de inventario en cada sublínea, incluyendo las que se encuentran en los grupos B y C según la clasificación de Pareto que se realizó en este proyecto, ya que

representan un crecimiento en la participación de ventas por ser categorías con gran volumen.

- Aplicar el análisis del modelo planteado para las demás sublíneas categoría A, ya que como se ha demostrado en el capítulo anterior puede tener ahorros significativos para la empresa.
- Reajustar cada tres o seis meses la política de compras y abastecimiento para obtener mayor confiabilidad durante la toma de decisiones del reabastecimiento, esto se debe a la alta variabilidad de la demanda.
- Establecer indicadores de gestión que permitan dar un mayor seguimiento al proceso de compras y abastecimiento para determinar el correcto funcionamiento del sistema de inventarios y mejorar la gestión de compras.
- Analizar periódicamente los procesos que se efectúan dentro de la gestión de compras para poder desarrollarla de manera eficiente.
- Mantener un control continuo de inventarios para ejecutar proyecciones y pronósticos de demanda que permitan aplicar criterios de adquisición adecuados para evitar los excesos o faltantes de inventarios.

Efectuar continuamente auditorias en el proceso de control de inventarios y compras para identificar la efectividad y rendimiento del modelo planteado.

BIBLIOGRAFÍA

- Altuna, L., & Alva, I. (2018). *“Lead time” y su influencia en el nivel de servicio de las empresas de servicio de entrega rápida para las importaciones de Estados Unidos*. Lima: UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS.
- Arreaga, D., & Ramírez, D. (2011). *“Diseño del manual de políticas y procedimientos para el manejo de inventario y su influencia en la gestión de los procesos de compra, almacenaje y venta de la empresa comercial Asisco S.A.”*. Guayaquil: Universidad Politécnica Salesiana.
- Cando, A., & Tipantasi, A. (2015). *Diseño de un sistema de gestión de inventarios para la empresa Calmetal S.A.* Guayaquil: UPS.
- Durán, Y. (2012). Administración del inventario: elemento clave para la optimización de las utilidades en las empresas. *Visión Gerencial*, 55-78.
- Echeverría, J. (2017). *Estrategia de optimización de la cadena de suministro, para comercial Davis S.A.* . Santiago de Chile: Universidad de Chile.
- Escobedo, C. (2006). *GUÍA DEL JEFE DEL DEPARTAMENTO DE COMPRAS DE UNA EMPRESA MANUFACTURERA*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Espino, E. (2016). *IMPLEMENTACIÓN DE MEJORA EN LA GESTIÓN COMPRAS PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN UN CONCESIONARIO DE ALIMENTOS*. Lima: Universidad San Ignacio de Loyola.
- Farías, D. (2014). *Diseño de una estrategia logística para CTI S.A.* Santiago de Chile: Universidad de Chile.
- Franco, E., & Quimis, L. (2018). *“Modelo de gestión para el control de inventarios de la empresa PREMIUMCORP”*. Guayaquil: UG.
- Gómez, R., & Guzmán, O. (2016). *DESARROLLO DE UN SISTEMA DE INVENTARIOS PARA EL CONTROL DE MATERIALES, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS DENTRO DE LA EMPRESA DE CONSTRUCCIÓN INGENIERÍA SÓLIDA LTDA*. Bogotá: Universidad Libre.
- Granda, G., & Rodríguez, R. (2013). *“Diseño de un sistema de control basado en el Método ABC de gestión de inventarios, a través de indicadores de medición, aplicado a un estudio fotográfico en la ciudad de Machala”*. Guayaquil: ESPOL.

- Machado, C. (2017). *Diseño e implementación de un modelo logístico para mejora del proceso de compras en una cadena de restaurantes*. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Oré, E., & Ramos, M. (2018). *Propuesta de mejora en el proceso de compras de las pymes exportadoras del sector textil de confecciones de prendas de vestir de tejido de punto de algodón, aplicando herramientas de lean manufacturing*. Lima: UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS.
- Orellana, R., & Roncal, L. (2019). *Propuesta de un modelo logístico para mejorar la gestión de compras de una compañía minera del sur del Perú*. Lima: Universidad Ricardo Palma.
- Parrales, M. (2017). "DISEÑO DE UN MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA LA GESTIÓN DE COMPRAS EN SHOE STORE - GUAYAQUIL.". Guayaquil: Universidad de Guayaquil.
- Pérez, E. (2010). *DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL INTERNO EN EL ÁREA DE INVENTARIOS DE UNA EMPRESA QUE SE DEDICA A LA VENTA DE MAQUINARIAS, REPUESTOS Y MATERIA PRIMA PARA LA INDUSTRIA ALIMENTICIA*. Guatemala: Universidad de Guatemala.
- Quintuña, M. (2012). "OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE PLANIFICACIÓN PARA LA COMPRA DE MATERIAS PRIMAS EN LA PLANTA INDUSTRIAL DE PINTURAS CÓNDROR S.A QUITO - ECUADOR". Riobamba: ESPOCH.
- Quirumbay, L., & Tenelanda, K. (2018). "Manual de políticas para el control del inventario en la empresa calzado LEON2.". Guayaquil: UG.
- Rivera, A. (2014). "DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL INTERNO EN EL ÁREA DE INVENTARIOS DE UNA EMPRESA DISTRIBUIDORA DE ELECTRODOMÉSTICOS". Guatemala: Universidad de San Carlos Guatemala.
- UMNG. (2016). Gestión de inventarios. En U. M. Granada, *Logística* (págs. 1-16). Bogotá: Universidad Militar de Nueva Granada.
- Vera, V., & Vizúete, E. (2011). *DISEÑO DE UN CONTROL INTERNO DE INVENTARIO PARA LA EMPRESA XYZ*. Milagro: Universidad Estatal de Milagro.

APÉNDICES

ANEXO A

Unidades vendidas de la sublínea LAVADORAS

SUBLÍNEA	LAVADORAS				
CÓDIGO	103946	109370	107168	108761	107270
MES/ÍTEM	LAVADORA WT18WSB BLANCA LG	LAVADORA SEMI AUT 15KG LRI- 15BLSA INDURAMA	LAVADORA SEMI AUT 12KG EWTB12M3FBURW ELECTROLUX	LAVADORA WA19F7L6DDW/AP BLANCA SAMSUNG	LAVADORA SEMI AUT 15KG EWTB15M3FBURW BLANCO ELECTROLUX
ene-15	262	42	10	21	6
feb-15	165	14	3	18	4
mar-15	219	17	4	8	2
abr-15	42	21	50	6	18
may-15	15	5	152	28	30
jun-15	60	43	49	27	19
jul-15	116	21	8	73	18
ago-15	140	2	3	50	6
sep-15	110	6	2	18	5
oct-15	155	78	19	14	8
nov-15	230	171	403	11	15
dic-15	278	188	150	6	9
ene-16	191	27	129	5	5
feb-16	176	17	49	2	17
mar-16	128	67	19	4	151
abr-16	82	8	65	8	276
may-16	69	50	236	2	348
jun-16	22	34	69	1	137
jul-16	12	58	68	3	97
ago-16	41	110	132	1	68
sep-16	88	63	110	3	14
oct-16	126	53	119	1	11
nov-16	235	219	305	6	7
dic-16	253	163	110	3	304
ene-17	75	44	122	13	350
feb-17	53	75	141	3	201
mar-17	27	62	204	10	247
abr-17	116	100	99	51	40
may-17	54	193	130	27	295
jun-17	40	52	127	49	232
jul-17	17	67	91	52	280
ago-17	51	85	121	32	251

sep-17	160	83	92	25	226
oct-17	135	99	107	69	191
nov-17	236	78	239	46	549
dic-17	158	23	163	17	381
ene-18	173	9	101	9	136
feb-18	186	16	103	29	233
mar-18	204	6	130	27	187
abr-18	194	11	96	88	264
may-18	152	62	261	127	379
jun-18	116	55	132	61	203
jul-18	191	68	158	57	239
ago-18	148	31	142	60	140
sep-18	221	43	117	45	137
oct-18	146	79	144	14	170
nov-18	330	238	375	100	470
dic-18	337	163	256	48	425
ene-19	124	51	180	50	238
feb-19	57	142	164	45	149
mar-19	53	165	171	84	156
abr-19	200	168	191	92	173
may-19	510	347	268	327	263
jun-19	289	173	179	219	185
jul-19	272	160	153	129	124
ago-19	275	213	181	174	134
sep-19	554	152	117	119	123
oct-19	354	151	165	254	87
nov-19	294	420	341	315	221
dic-19	81	375	298	233	307

ANEXO B

Programación en GAMS

```
Set
i /1*5/
j /11*15/
t /1*6/

Table
V(i,j) Volumen del item i de la linea j
      11      12      13      14      15
1      0.80656      0.59369325      0.213928      0.3654      0.57684
2      0.80656      0.7743825      0.13725      0.561246      0.51415
3      0.7643025      0.7743825      0.104145      0.333036      0.507222
4      0.879548      0.7743825      0.176665125      0.3717      0.56721
5      0.660744      0.9870105      0.205821      0.4838      0.51415;

Table
M(i,j) Area del item i de la linea j
      11      12      13      14      15
1      0.2431      3.2361      0.2431      0.2431      3.2361
2      0.2431      2.581275      0.159      0.2431      0.2431
3      0.2431      3.2361      0.159      2.581275      3.2361
4      0.2431      2.581275      0.455      2.581275      0.2431
5      3.2361      2.581275      0.2541      2.581275      3.2361 ;
```

Table

B(i,j) Beneficio del item i de la linea j

	11	12	13	14	15
1	1204.16	198.39	1603.75	776.01	429
2	1621.59	414.5	1362.63	1246.96	676.1
3	1246.96	201.8	1034.97	569.07	479.87
4	1346.87	299.71	1415.24	704.66	1139.94
5	890.18	523.51	950.47	943.7	711.79 ;

Table

C(i,j) Beneficio del item i de la linea j

	11	12	13	14	15
1	265	36	374	196	295
2	344	124	283	333	175
3	253	35	220	127	142
4	292	77	362	171	301
5	241	158	285	235	175 ;

Table

CapV(i,j) Capacidad item i de la linea j

	11	12	13	14	15
1	319	185	72	117	222
2	362	371	34	190	184
3	223	307	23	97	143
4	334	338	40	164	238
5	182	467	62	148	204;

Table

CapM(i,j) Capacidad item i de la linea j

	11	12	13	14	15
1	66	1217	106	118	1508
2	84	705	66	86	51
3	67	1372	49	622	1052
4	101	736	164	527	97
5	1317	1007	103	785	1097 ;

Table

ProyVen(i,j,t) Proyeccion de Venta del Item i de la Linea j en el Tiempo t

	1	2	3	4	5	6
1.11	27	45	325	632	359	437
2.11	46	142	130	355	77	114
3.11	99	80	45	82	33	60
4.11	27	63	106	81	40	36
5.11	46	34	26	48	36	68
1.12	37	72	167	104	36	63
2.12	34	22	16	38	25	28
3.12	15	16	18	34	19	12
4.12	14	32	52	71	31	28
5.12	18	19	24	17	8	18
1.13	89	192	241	259	88	89
2.13	7	37	43	66	81	113
3.13	6	76	403	191	150	12
4.13	30	46	27	93	37	57
5.13	9	15	22	17	8	12
1.14	39	22	99	162	77	82
2.14	12	10	25	60	69	69
3.14	96	130	190	247	115	218
4.14	114	129	275	332	171	182
5.14	89	98	199	290	130	131
1.15	165	219	42	15	60	116
2.15	14	17	21	5	43	21
3.15	3	4	50	152	49	8
4.15	18	8	6	28	27	73
5.15	4	2	18	30	19	18 ;

Table

Rep(i,j,t) Reposicion del item i de la linea j en el tiempo t

	1	2	3	4	5	6
1.11	0	0	0	0	0	0
2.11	0	0	0	0	0	0
3.11	0	0	0	0	0	0
4.11	0	0	0	0	0	0
5.11	85	163	180	230	75	157
1.12	0	0	0	0	0	0
2.12	44	69	68	59	39	45
3.12	0	0	0	0	0	0
4.12	0	0	0	0	0	0
5.12	0	0	0	0	0	0
1.13	0	0	0	0	0	0
2.13	46	43	22	13	30	23
3.13	0	0	0	0	0	0
4.13	115	165	102	35	45	153
5.13	0	0	0	0	0	0
1.14	0	0	0	0	0	0
2.14	11	65	56	24	30	30
3.14	0	0	0	0	0	0
4.14	115	219	189	86	48	55
5.14	0	0	0	0	0	0
1.15	0	0	0	0	0	0
2.15	11	19	20	27	11	15
3.15	0	0	0	0	0	0
4.15	52	118	130	61	39	47
5.15	0	0	0	0	0	62
;						

Table

ProyImp(i,j,t)	Proyeccion de Importacion del Item i de la Linea j en el Tiempo t					
	1	2	3	4	5	6
1.11	0	0	0	0	0	0
2.11	0	0	0	0	0	0
3.11	0	0	0	0	0	0
4.11	0	0	0	0	0	0
5.11	0	204	204	408	0	204
1.12	0	0	0	0	0	0
2.12	70	210	100	91	59	68
3.12	0	0	0	0	0	0
4.12	0	0	0	0	0	0
5.12	0	0	0	0	0	0
1.13	0	0	0	0	0	0
2.13	100	175	123	175	0	120
3.13	0	0	0	0	0	0
4.13	192	188	60	0	220	270
5.13	0	0	0	0	0	0
1.14	0	0	0	0	0	0
2.14	0	160	140	60	0	60
3.14	0	0	0	0	0	0
4.14	120	140	0	0	0	0
5.14	0	0	0	0	0	0
1.15	0	0	0	0	0	0
2.15	28	56	35	54	25	42
3.15	0	0	0	0	0	0
4.15	60	90	0	0	0	0
5.15	0	0	0	0	0	4

;

Parameter

DevP(i,j,t) Devolucion al Proveedor del item i de la Linea j en el Tiempo t

```
loop (i,  
loop (j,  
loop (t,  
DevP(i,j,t)=0.01*ProyVen(i,j,t) ));
```

Table						
DevCD(i,j,t)	Devolución al centro de distribución del Item i de la línea j n el tiempo t					
	1	2	3	4	5	6
1.11	0	0	0	0	0	0
2.11	0	0	0	0	0	0
3.11	0	0	0	0	0	0
4.11	0	0	0	0	0	0
5.11	1	0	1	1	2	3
1.12	0	0	0	0	0	0
2.12	0	1	5	3	0	2
3.12	0	0	0	0	0	0
4.12	0	0	0	0	0	0
5.12	0	0	0	0	0	0
1.13	0	0	0	0	0	0
2.13	1	2	8	2	0	6
3.13	0	0	0	0	0	0
4.13	3	3	13	40	0	4
5.13	0	0	0	0	0	0
1.14	0	0	0	0	0	0
2.14	2	4	3	3	20	0
3.14	0	0	0	0	0	0
4.14	122	182	294	117	71	86
5.14	0	0	0	0	0	0
1.15	0	0	0	0	0	0
2.15	5	0	10	1	2	0
3.15	0	0	0	0	0	0
4.15	65	117	212	74	58	74
5.15	0	0	0	0	0	0

Parameter

Salidas(i,j,t) Salida del item i de la Línea j en el Tiempo t

```
loop (i,
loop (j,
loop (t,
```

```
Salidas(i,j,t)=ProyVen(i,j,t)+DevP(i,j,t)+Rep(i,j,t) ) );
```

Variables

z

Positive Variables

Entradas(i,j,t) Entrada del item i de la Línea j en el Tiempo t

W(i,j,t) Importación del item i de la línea j en el Tiempo t

X(i,j,t) Stock Actual del Item i de la Línea j en el Tiempo t;

*Item

Scalar p/1/

*Línea

Scalar q/5/

Model Importacion/All/;

Solve Importacion min z using MIP

Display z.1,w.1,x.1,entradas.1

execute_unload "results.gdx",z,w,x,entradas;

execute 'gdxrw.exe results.gdx o=Unicornmex6.xls var= z.1 rng=Hoja1! var=w.1 rng=Hoja2! var=x.1 rng=Hoja3! var=entradas.1 rng=Hoja4!'

Display Z

**** REPORT SUMMARY :
0 NONOPT
0 INFESIBLE
0 UNBOUNDED
GAMS Rev 229 WEX-WEI 22.9.2 x86_64/MS Windows 10/29/20 23:34:12 Page 6
General Algebraic Modeling System
Execution

---- 260 VARIABLE z.L = 183835.150

---- 260 VARIABLE W.L Importación del item i de la línea j en el Tiempo t

	1	2	3	4	5	6
1.15	166.650	221.190	42.420	15.150	60.600	117.160
2.15	20.140	36.170	31.210	31.050	52.430	246.000
3.15	3.030	4.040	50.500	153.520	49.490	290.008
4.15	11.590	5.335				390.688
5.15	4.040	2.020	18.180	30.300	19.190	419.168

---- 260 VARIABLE X.L Stock Actual del Item i de la Línea j en el Tiempo t

	1	2	3	4	5	6
2.15						209.790
3.15						281.928
4.15	6.410	2.665	78.605	63.325	55.055	399.013
5.15						338.988

Display W

0 UNBOUNDED
GAMS Rev 229 WEX-WEI 22.9.2 x86_64/MS Windows 10/29/20 23:34:12 Page 6
General Algebraic Modeling System
Execution

---- 260 VARIABLE z.L = 183835.150

---- 260 VARIABLE W.L Importación del item i de la línea j en el Tiempo t

	1	2	3	4	5	6
1.15	166.650	221.190	42.420	15.150	60.600	117.160
2.15	20.140	36.170	31.210	31.050	52.430	246.000
3.15	3.030	4.040	50.500	153.520	49.490	290.008
4.15	11.590	5.335				390.688
5.15	4.040	2.020	18.180	30.300	19.190	419.168

---- 260 VARIABLE X.L Stock Actual del Item i de la Línea j en el Tiempo t

	1	2	3	4	5	6
2.15						209.790
3.15						281.928
4.15	6.410	2.665	78.605	63.325	55.055	399.013
5.15						338.988

---- 260 VARIABLE Entradas.L Entrada del item i de la Línea j en el Tiempo t

Display W

Display X

SOLVE Importacion Using MIP From line		1.15	166.650	221.190	42.420	15.150	60.600	117.160
1.15	166.650	221.190	42.420	15.150	60.600	117.160		
2.15	20.140	36.170	31.210	31.050	52.430	246.000		
3.15	3.030	4.040	50.500	153.520	49.490	290.008		
4.15	11.590	5.335				390.688		
5.15	4.040	2.020	18.180	30.300	19.190	419.168		

260 VARIABLE X.L Stock Actual del Item i de la Linea j en el Tiempo t		1	2	3	4	5	6
2.15							209.790
3.15							281.928
4.15	6.410	2.665	78.605	63.325	55.055		399.013
5.15							338.988

260 VARIABLE Entradas.L Entrada del item i de la Linea j en el Tiempo t		1	2	3	4	5	6
1.15	166.650	221.190	42.420	15.150	60.600	117.160	
2.15	25.140	36.170	41.210	32.050	54.430	246.000	
3.15	3.030	4.040	50.500	153.520	49.490	290.008	
4.15	76.590	122.335	212.000	74.000	58.000	464.688	
5.15	4.040	2.020	18.180	30.300	19.190	419.168	