



Escuela Superior Politécnica del Litoral

Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas

Ingeniería en Logística y Transporte

“Predicción de la demanda y reestructuración del diseño de un almacén”

Informe del Proyecto de la Materia Integradora

Previo a la obtención del título de:

Ingeniero en Logística y Transporte

Presentado por:

Elizabeth Zulay Coronel Villón

Jean Manuel Jiménez Parra

Guayaquil – Ecuador

2016

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICAS

INGENIERÍA EN LOGÍSTICA Y TRANSPORTE

INFORME DEL PROFESOR DE LA MATERIA INTEGRADORA

Habiendo sido nombrado PROFESOR DE LA MATERIA INTEGRADORA de la
señorita,

ELIZABETH ZULAY
CORONEL VILLÓN
y el señor,

JEAN MANUEL
JIMÉNEZ PARRA

Con el tema del proyecto integrador *Predicción de la demanda y reestructuración del diseño de un almacén*”, previa a la obtención del título de **INGENIERO EN LOGÍSTICA Y TRANSPORTE**, me permito informar que he leído el contenido y he revisado el formato del proyecto integrador, luego de lo cual indico que estoy de acuerdo en que el mismo se lo ha desarrollado conforme a los lineamientos de la Unidad de Titulación Especial de la ESPOL.

Guayaquil, 5 de octubre del 2016

GUILLERMO ALEJANDRO BAQUERIZO PALMA
PROFESOR DE LA MATERIA INTEGRADORA

AGRADECIMIENTOS

Primero a Dios, que dentro de su perfecta voluntad ha permitido que pueda estudiar y me ha guiado para poder terminar de la mejor manera esta etapa de mi vida. A mis padres y mis hermanos que cada día me motivan a levantarme y dar lo mejor mí, siempre basado en principios y valores. A mis pastores que se convirtieron en parte de mi familia y siempre estuvieron instruyéndome. Al economista Lewis que con sus consejos me ayudó a ser un mejor profesional. A los profesores que no solo compartían su conocimiento sino también sus experiencias y anécdotas con el objetivo de que seamos más sabios en las decisiones que tomemos. A mis amigos.

Jean Manuel Jiménez Parra

Agradezco a Dios por ser mi Padre Celestial, y que ha permitido que cada una de mis metas se esté cumpliendo día a día. A mi madre por ser una persona luchadora y que ha sabido sobrellevar las adversidades y estar en cada uno de mis pasos tratando de que cumpla cada meta. A mis abuelos, tíos/as por sus consejos y confianza. Conjuntamente a mis dos familias que son Compasión y LDP (Programa de desarrollo y Liderazgo) que me apoyaron durante toda mi etapa educativa, emocional y espiritual.

Elizabeth Zulay Coronel Villón

DEDICATORIAS

Dedico de manera especial a mis padres: Manuel Jiménez y Nelly Parra, que han sido las bases fundamentales que Dios ha puesto en mi vida, para que pueda culminar esta etapa, los mismos que me acompañaron cada noche en mis estudios, los que compartían mis triunfos y derrotas, llantos y alegrías. A mis hermanos menores Danny, Josué y Alex Jiménez que desde siempre me han visto como un ejemplo a seguir y ahora ellos se esfuerzan cada día para poder ser incluso mucho mejor que yo, a todos ellos va dirigido este trabajo.

Jean Manuel Jiménez Parra

Dedicado con amor a Dios, mi abuela Aurora que siempre supo guiarme, mis abuelos Clemente Coronel, José María Pilataxi, en conjunto con mi madre, tíos y tías por su apoyo y consejos constantes. Mis hermanas Ivette, Adubell y María Fernanda que confiaron en mí. A mi novio Josué Fuentes por creer en mis capacidades y no dejarme decaer, y a las personas que me apoyaron durante toda mi trayectoria para que este sueño se haga realidad.

Elizabeth Zulay Coronel Villón

DECLARACIÓN EXPRESA

Las responsabilidades del contenido de este informe del proyecto de graduación nos corresponden exclusivamente y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL.

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)

Jean Manuel Jiménez Parra

Elizabeth Zulay Coronel Villón

RESUMEN

El presente proyecto se lo realizó en una empresa que se dedica a la elaboración de empaques primarios y secundarios de cartón, los mismos que son orientados a cuatro segmentos del mercado ecuatoriano, la planta se localiza en la provincia del Guayas.

El objetivo del proyecto se centra en optimizar el espacio de un almacén de producto terminado. Para cumplir con el objetivo planteado se realizará una clasificación ABC basada en los volúmenes de venta y la importancia comercial de cada SKU por segmento de mercado. Luego se realiza un análisis de la demanda por medio de series de tiempo para así poder identificar a qué modelo de predicción se podría ajustar el proyecto, dándonos como resultado la cantidad de producto almacenar.

Por consiguiente, se pretende dar una propuesta de diseño del almacén, que permita tener mayor control sobre el inventario y disminuir los tiempos en de despacho de cada una de las órdenes de pedido, esto se realizara bajo criterios de gestión de almacenes y un modelo Bin-Packing, por último se generar estadísticos que permita tomar decisiones de forma más fundamentada.

ABSTRACT

This study has been developed in a paperboard Factory dedicated to the production of primary and secondary packaging materials aimed to four segments of Ecuadorian market. The plant is located in Guayas province.

The aim of the project focuses on optimizing the space of a finished product warehouse. To meet the proposed target an ABC classification based on sales volumes and the commercial importance of each market segment SKU will be made. Demand analysis is then performed using time series in order to identify which prediction model could adjust the project, giving as a result the amount of product stored.

Accordingly, it is intended to provide a design proposal warehouse, allowing more control over inventory and reduce the time of dispatch of each order forms, this will take place under criteria warehouse management and Bin model -Packing, finally allowing generate statistical decisions in a more informed manner.

CONTENIDO

RESUMEN.....	IV
ABSTRACT.....	V
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	X
ÍNDICE DE TABLAS	XIII
GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	XV
ACRÓNIMOS	XVIII
 CAPÍTULO 1	
DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	1
1.1 ANTECEDENTES.....	2
1.2 PROBLEMÁTICA.....	3
1.3 JUSTIFICACIÓN	5
1.4 HIPÓTESIS DE TRABAJO	5
1.5 OBJETIVOS.....	6
1.5.1 Objetivo general.....	6
1.5.2 Objetivos específicos.....	6
 CAPÍTULO 2	
MARCO TEÓRICO.....	7
2.1 REVISIÓN DE LA LITERATURA	8
2.1.1 Diseño de un modelo de almacenamiento y distribución de equipos y materiales en la bodega de SAEXPLORATION - sucursal Colombia.....	8
2.1.2 Modelo de predicción de demanda convencional de gas	10

2.1.3	Logistical indicators in the supply chain as support to SCOR model	11
2.1.4	Diseño de un modelo de soporte a la decisión de asignación de ubicaciones de mercadería en un almacén de agroquímicos.....	13
2.1.5	Bin-Packing Algorithms with Applications to Passenger Bus loading and Multiprocessor scheduling problems	15
2.2	MARCO CONCEPTUAL.....	17
2.2.1	Elaboración de los Modelos ARIMA	17
2.2.1.1	Fase de Formulación	17
2.2.1.2	Identificación	19
2.2.1.3	Estimación de los parámetros	21
2.2.1.4	Validación del modelo	21
2.2.1.5	Predicción	21
2.2.2	Regresiones	21
2.2.2.1	Regresión lineal	22
2.2.2.2	Regresiones no lineales.....	22
2.2.3	Almacén.....	23
2.2.4	Actividades y tareas de un almacén.....	24
2.2.5	Elementos de Manutención.....	25
2.2.6	Dimensión y capacidad	27
2.2.7	Diseño del almacén	28
2.2.8	Criterios de Gestión del Almacén.....	28
2.2.9	Método de almacenaje.....	29
2.2.10	Zonificación de artículos	30

2.2.11 Bin Packing.....	31
-------------------------	----

CAPÍTULO 3

METODOLOGÍA DEL TRABAJO	32
3.1 DIAGRAMA DE FLUJO	33
3.2 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	35
3.3 CADENA DE SUMINISTRO.....	35
3.4 ORGANIGRAMA	37
3.5 DESCRIPCIÓN Y FUNCIONES DE LOS PRINCIPALES CARGOS QUE INTERVIENEN EN LOS DIFERENTES DEPARTAMENTOS QUE SE ANALIZARÁN EN EL PROYECTO	38
3.5.1 Gerencia comercial.....	38
3.5.2 Gerencia Producción	39
3.5.3 Gerente de la cadena de abastecimiento.....	40

CAPÍTULO 4

ANÁLISIS DE DATOS	50
4.1 TENDENCIA DE VENTAS.....	51
4.2 CLASIFICACIÓN DEL INVENTARIO EN EL ALMACÉN DE PRODUCTO TERMINADO BAJO EL SEGMENTO DE MERCADO.....	53
4.3 CLASIFICACIÓN ABC	56
4.3.1 Segmento: Banano	56
4.3.2 Segmento: Industrial	59
4.3.3 Segmento: Flores	60
4.3.4 Segmento: Pescado.....	62

4.4 PREDICCIÓN DE LA DEMANDA	63
4.5 FLUJO DE MERCANCÍAS.....	70
4.6 DIMENSIONES DE LA BODEGA	71
4.7 ESTANTERÍAS	72
4.8 SOPORTE DE CARGA	72
4.9 MAQUINARIA.....	73
4.10 UNIDADES PALLETS	73
4.11 DISEÑO DE LA BODEGA	74
4.12 MÉTODOS DE ALMACENAMIENTO.....	77
4.13 BIN PACKING	78
4.14 GESTIÓN DEL ALMACÉN	80
CAPÍTULO 5	
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	82
5.1 CONCLUSIONES	83
5.2 RECOMENDACIONES.....	84
BIBLIOGRAFÍA.....	86
ANEXO A: MÉTODO MULTIPLICATIVO	88
ANEXO B: MÉTODO ADITIVO	89
ANEXO C: MODELOS AUTOREGRESIVOS INTEGRALES DE MEDIAS MÓVILES	90
ANEXO D: PARÁMETROS DEL MODELO MATEMÁTICO	91
ANEXO E: SOLUCIÓN DEL MODELO	92

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1.1: Producción Cartón	2
Ilustración 1.2: Tipos de productos.	3
Ilustración 1.3: Problemas de sobreproducción	4
Ilustración 2.1: Procesos de elaboración de un modelo ARIMA.	17
Ilustración 2.2: Regresión lineal.	22
Ilustración 2.3: Regresión cuadrada.	22
Ilustración 2.4: Regresión Logarítmica.	23
Ilustración 2.5: Tabla de actividades y tareas de un almacén.	24
Ilustración 2.6: Tipos de pallet según su función.	25
Ilustración 2.7: Modelos de paleta con sus medidas.	25
Ilustración 2.8: Tipos de estanterías.	26
Ilustración 2.9: Lista de parámetros de un almacén.	27
Ilustración 2.10: Diseños de un almacén.	28
Ilustración 2.11: Criterios para la zonificación de un almacén.	30
Ilustración 2.12: Lista de zonas para los productos.	31
Ilustración 2.13: Modelización del problema del Bin-Packing.	31
Ilustración 3.1: Diagrama de flujo.	34
Ilustración 3.2: Cronograma de actividades.	35
Ilustración 3.3: Cadena de suministro de la empresa.	36
Ilustración 3.4: Organigrama.	37
Ilustración 3.5: Mapa de procesos de ventas.	38

Ilustración 3.6: Mapa de procesos del área de producción.	39
Ilustración 3.7: Organigrama logístico.....	49
Ilustración 4.1: Ventas trimestrales.	51
Ilustración 4.2: Ajuste de regresiones.	51
Ilustración 4.3: Ajuste de regresiones.	52
Ilustración 4.4: Porcentaje de participación de mercado.	53
Ilustración 4.5: Unidades de ventas anuales.....	54
Ilustración 4.6: Segmentos de mercado.....	56
Ilustración 4.7: Conformación del segmento Banano.	56
Ilustración 4.8: Pareto del grupo tapas.....	57
Ilustración 4.9: Pareto del grupo fondo.	57
Ilustración 4.10: Pareto del grupo test liner.	58
Ilustración 4.11: Grupo del segmento industrial.	59
Ilustración 4.12: Pareto de grupo cajas.....	59
Ilustración 4.13: Grupos del segmento flores.	60
Ilustración 4.14: Grupos del segmento pescado.	62
Ilustración 4.15: Pareto del grupo caja.....	62
Ilustración 4.16: Egresos mensuales empaque Banano (Tapa).	64
Ilustración 4.17: Predicción empaque Banano (Tapa).....	65
Ilustración 4.18: Análisis de las componentes no observadas.	65
Ilustración 4.19: Proceso del procesamiento de pedido.	68
Ilustración 4.20: Flujo de mercancías.....	71
Ilustración 4.21: Dimensiones del almacén de producto terminado.....	71

Ilustración 4.22: Forma de almacenamiento.	72
Ilustración 4.23: Uso de equipo de manipulación.	73
Ilustración 4.24: Distribución del espacio.	74
Ilustración 4.25: Distribución de espacio por grupo.	76
Ilustración 4.26: Resumen Bin Packing.	79

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1: Indicadores de gestión del diseño del almacén.	9
Tabla 2.2: Indicadores del BALANCE SCORE CARD, gestión de inventarios.	11
Tabla 2.3: Indicadores del BALANCED SCORE CARD, almacenamiento.	12
Tabla 2.4: Tabla de estimación de modelos.	20
Tabla 4.1: Crecimiento de los segmentos.	55
Tabla 4.2: Composición de los segmentos.	55
Tabla 4.3: Resumen de la clasificación de tapas.	57
Tabla 4.4: Resumen de la clasificación fondo.	58
Tabla 4.5: Resumen de la clasificación test liner.	58
Tabla 4.6: Resumen de la clasificación tapas.	60
Tabla 4.7: Resumen de la clasificación tapa.	60
Tabla 4.8: Resumen de la clasificación fondo.	61
Tabla 4.9: Resumen de la clasificación lámina.	61
Tabla 4.10: Resumen del grupo tapas.	62
Tabla 4.11: Predicción 2016 empaque Banano (tapa).	66
Tabla 4.12: Predicción empaque Banano 2016.	66
Tabla 4.13: Predicción empaques Flores 2016.	67
Tabla 4.14: Predicción empaques Industriales/Pescados.	67
Tabla 4.15: Pallets de empaques Banano a almacenar.	69
Tabla 4.16: Pallets de empaque Industrial/Flores.	69

Tabla 4.17: Pallets de empaque Flores.....	70
Tabla 4.18: Procesos del flujo de mercancías.....	70
Tabla 4.19: Unidades Pallet.....	73
Tabla 4.20: Distribución del espacio.....	75
Tabla 4.21: Unidades pallet de los diferentes grupos.....	77
Tabla 5.1: Mejoras en la gestión de transporte.....	83
Tabla 5.2: Aumento en el número de órdenes despachadas.....	83
Tabla 5.3: Indicadores de Gestión logística.....	84

GLOSARIO DE TÉRMINOS

-B-

Bin-Packing Problem: Es un problema que consiste en ubicar en un recipiente o contenedor la mayor cantidad posible de objetos de diferente valor, volumen y peso con el objetivo de optimizando el espacio.

BALANCE SCORE CARD: Es una herramienta que agrupa las distintas actividades clave de la organización en un conjunto estratégico de indicadores.

-C-

Clasificación ABC: Es un método de segmentación de productos que se basa en criterios preestablecidos por la organización (por lo general suelen ser: Volumen anual de venta y el costo unitario).

Bottleneck: Término en inglés que significa “cuello de botella”, son las diferentes actividades que disminuyen la velocidad de cada proceso, aumenta los tiempos de espera y reduce la productividad en la organización, trayendo como consecuencia el aumento de los costos.

-H-

Heterocedasticidad: Es un modelo de regresión lineal que se presenta cuando la varianza de las perturbaciones no es constante a lo largo de las observaciones.

Homocedasticidad: Es un modelo predictivo que se presenta cuando la varianza del error de la variable endógena se mantiene a lo largo de las observaciones.

-I-

Ítem: Es una parte, pieza, objeto o material producido por un fabricante.

-L-

Layout: Término en inglés, que va referida al “diseño” o el plan de algo que se requiere diseñar. Es un croquis o bosquejo de distribución de piezas o elementos que se encuentran dentro de un diseño particular con el fin de presentarle dicho esquema a un cliente.

-N-

NIFO: Término en inglés (Next In, First Out), es un método que se utiliza en momentos de promoción o de oferta. Es decir, el próximo producto a entrar, será el primero en salir.

-P-

Picking: Término en inglés que se refiere a “la recolección” es decir, la preparación de un pedido por unidad. Se trata de recoger las unidades detalladas en una lista de artículos en un almacén para componer el pedido solicitado.

-S-

SKU: Término en inglés (Stock Keeping Unit) que se refiere a “Unidad de mantenimiento en almacén”. Es un código único que consiste en letras y números que identifican características de cada producto, como su marca, fabricación, color, talla y estilo. Y el propósito del SKU es contar cada pieza del inventario para ayudar a la compañía a tener un correcto inventario.

Stock: Término en inglés que se refiere “existencia “o la cantidad de productos, materias primas que posee un comercio en su almacén a la espera de su comercialización o venta.

ACRÓNIMOS

BASC:	Business Alliance for Segure Commerce (Alianza de negocios para el comercio seguro)
BSC	Balance Score Card (cuadro de mando integral)
FAT	Función de Autocorrelación Total
FACP	Función de Autocorrelación Parcial
FEFO:	First Expired, First Out (El primero en caducar, primero en salir)
FIFO:	First In, First Out (El primero en entrar, es el primero en salir.)
IRA	Inventory Record Accuracy (Precisión de Registros de Inventario)
ISO:	International Organization for Standardization (Organización Internacional de Estandarización)
LIFO:	Last In, First Out El último en ingresar, será el primero en salir.
MAD:	Mean Absolute Deviation (Desviación Absoluta Media)

MAPE:	Mean Absolute Percentage Error (Error Porcentual Absoluto Medio).
MSD:	Mean Squared Deviation (Desviación Cuadrática Media)
OHSAS:	Occupational Health and Safety Assessment Series (Sistemas de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional)
TM	Toneladas Métricas

CAPÍTULO 1

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

INTRODUCCIÓN

En el presente capítulo se realiza una breve reseña histórica y un estudio del problema actual en la empresa. Se plantea la realización de los objetivos tanto general como específica, se realiza una hipótesis y una justificación del problema hallado.

1.1 Antecedentes

La empresa se constituyó legalmente en 1961, bajo inversiones tanto nacionales como internacionales. Sus operaciones arrancaron en 1968 bajo la producción de 10.000 TM/año de material de empaques de cartón a partir de plantas que aprovechan un porcentaje de materia prima local. A través de los años se han realizado ampliaciones e inversiones tanto en equipos y tecnología que han permitido incrementar su producción a 150.000 TM/año.

La planta industrial cuenta actualmente con dos maquinarias esenciales que fue un proyecto realizado durante un período de tres años, el mismo que tienen la capacidad de producción de: 50.000 TM/año en la máquina 1 y 100.000 TM/año en la máquina 2, a más de ello cuenta con la construcción aledaña de una planta de conversión de empaques permitiéndole así llegar a nuevos segmentos de mercados e incrementar la rentabilidad de la organización.



Ilustración 1.1: Producción Cartón.
Fuente: Creado por los autores.

El enfoque principal es convertirse en una empresa competitiva dentro del mercado nacional de empaques de cartón, a través de productos de alta calidad y con un servicio diferenciado que pueda satisfacer las necesidades del cliente y todo ello regulado por los distintos organismos nacionales e internaciones de certificación como los son: ISO, BASC y OHSAS.

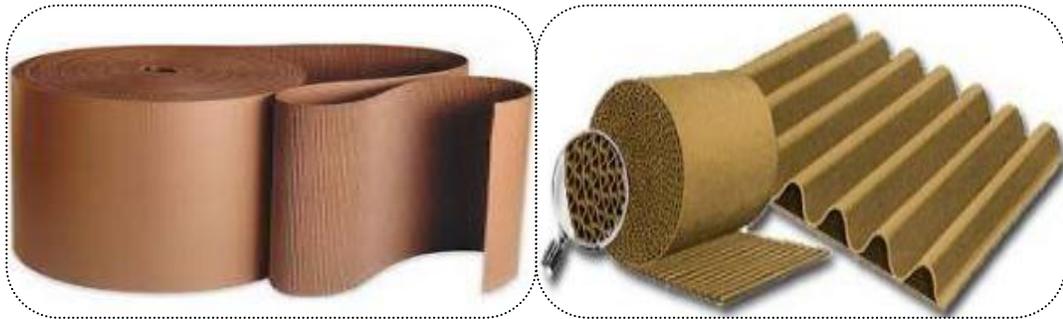


Ilustración 1.2: Tipos de productos.

Fuente: Creado por los autores.

1.2 Problemática

Actualmente, la empresa ha presenciado no solo un aumento en los niveles de producción, sino también un sin número de inconvenientes en varios de los eslabones de la cadena de suministro:

- Planificación y producción:
 - Las variaciones de la cantidad de producto empacado en la unidad de manipulación (pallet), ha causado una serie de inconvenientes en la confiabilidad del inventario y en los despacho, en los casos que no se ha podido identificar estos errores dentro de la organización son motivos de

queja en servicio al cliente por entregas incompletas y en ocasiones afecta incluso la distribución (supuestas pérdidas de producto).

- Se ha observado una sobreproducción innecesaria de ítems, provocando un stock de más de un año y bajo las condiciones de calidad que ha definido la empresa, estos pierden características esenciales que luego no permiten ser usados como empaque al cliente final.
- Almacenamiento:
 - Se ha presenciado un diseño que no permite optimizar el espacio destinado a almacenamiento, lo cual en ciertas ocasiones se convierte en un Bottleneck (cuello de botella) que no permite la optimización de las líneas de producción.
 - La desorganización de los ítems al momento de almacenarlos ha provocado que se emplee un mayor tiempo en el momento de realizar el Picking, lo que conlleva a minimizar las órdenes despachadas por día.



Ilustración 1.3: Problemas de sobreproducción.

Fuente: Creado por los autores.

1.3 Justificación

De acuerdo a la información obtenida podemos decir que el problema es parte de una mala planificación que es evidenciada por un sobre stock que ha permanecido en almacenamiento más de la fecha establecida y la mala distribución física, lo cual repercute en costos; Por ello se iniciara este proyecto con uno de los principios de almacenamientos dentro de las bodegas, almacenes y centro de distribución, como es la clasificación ABC que está basada en la rotación de los productos en la que me indica que aproximadamente el 80% de los movimientos representa un 20% de los ítems dentro de la cartera, lo cual hace mención a los productos de categoría A, un 15% de los movimientos representa los productos de la categoría B y su complemento los de categoría C, posterior a ello incursionaremos en temas de predicción de la demanda para poder no solo planificar la producción si no también su almacenamiento, la distribución física del espacio se dará por medio de criterios de almacenamiento y un modelo Bin Packing.

1.4 Hipótesis de trabajo

Se pretende establecer un pronóstico que se ajuste a la demanda histórica de cada uno de los segmentos de mercado, lo cual permita planificar la producción consecuentemente la reducción de la sobreproducción.

Se espera plantear una propuesta de diseño del almacén, que conlleve aprovechar el espacio de la misma, considerando los diferentes criterios de seguridad, requerimientos de equipos de manipulación y productos.

1.5 Objetivos

Para realizar un enunciado acerca de los propósitos de nuestro proyecto e identificar lo que queremos lograr hemos planteado los siguientes objetivos:

1.5.1 Objetivo general

Planificar el pronóstico de la demanda y optimización del espacio de almacenamiento.

1.5.2 Objetivos específicos

- Realizar una clasificación ABC de cada uno de los ítems.
- Realizar la predicción de la demanda por medio de un software computacional.
- Determinar la cantidad de productos a almacenar de acuerdo a la exigencia de los clientes.
- Proponer el diseño del almacén.
- Diseñar una heurística que permita optimizar el espacio a almacenar.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

INTRODUCCION

En este capítulo se relacionan las ideas principales del proyecto a realizar en conjunto con las distintas investigaciones de acuerdo al tema que se ha desarrollado y aplicaciones existentes en un mundo laboral, las cuales sirvan de base conceptual para su correcta ejecución.

2.1 Revisión de la literatura

En este capítulo nos centraremos en el análisis de las distintas teorías logísticas, estadística, pronósticos y técnicas administrativas que nos brinden un soporte para poder predecir la demanda, clasificarla y rediseñar de forma óptima el almacén bajo criterios y un modelo Bin-Packing. A continuación, detallaremos la revisión literaria:

2.1.1 Diseño de un modelo de almacenamiento y distribución de equipos y materiales en la bodega de SAEXPLORATION - sucursal Colombia

Este artículo científico fue publicado en abril del 2015, por la Universidad Militar de Nueva Granada el cual fue elaborado por: Leidy Johanna y Gonzales Guevara pertenecientes a la facultad de ingeniería, especialización gerencial en logística integral.

El proyecto se centra en realizar un análisis de la cadena de suministro, para así poder determinar el eslabón clave que demanda ser rediseñadas o reestructuradas. Bajo estudios cualitativos se pudo determinar que el área de mayor conflicto en la cadena y la que repercute de forma directa en el servicio al cliente es la gestión en el almacén, por lo que por medio de una entrevista se pudo determinar que no tenían control en el manejo de inventarios y el almacén estaba siendo sub-utilizado. Para dar solución a este problema se inició con el estudio de los siguientes factores:

- Sistema de almacenamiento.
- Índices de rotación.

- Características físicas de la mercancía (forma, tamaño, peso).
- Equipos de transporte (carretilla, montacargas, estibador, etc.).
- Estanterías.
- Zonas implementadas.
- Participación de los productos en el mercado.

Luego que se analizó estos factores se comenzó a reestructurar un nuevo diseño que abarque cada una de las necesidades del producto y al mismo tiempo generando datos estadísticos con los que no se contaban anteriormente; lo cual se pudo evidenciar en el análisis anterior y culmina estableciendo una lista de siete indicadores para medir el desempeño de la nueva reestructuración vs el modelo anterior. (GUEVARA, 2015).

Nombre del indicador	Formula
Reducción del tiempo de Picking	$\frac{(\text{Tiempo de picking L.A} - \text{Tiempo de picking L.N})}{\text{tiempo de picking L.A}} \times 100$
Reducción de productos ubicados sobre pasillos	$\frac{(\text{Productos sobre pasillos L.A} - \text{Productos sobre pasillos L.N})}{\text{Productos sobre pasillo L.A}} \times 100$
Reducción de ordenes salidas incompletas	$\frac{(\text{N}^\circ \text{ ordenes incompletas L.A} - \text{N}^\circ \text{ ordenes incompletas L.N})}{\text{N}^\circ \text{ ordenes incompletas L.A}} \times 100$
Productividad en volumen movido	$\frac{\text{Volumen movido}}{\text{N}^\circ \text{ horas trabajadas}}$
Reducción del tiempo de búsqueda de un producto	$\frac{\text{T.búsqueda de pedido L.A} - \text{T.búsqueda de pedido L.N}}{\text{tiempo búsqueda de pedido L.A}} \times 100$
Reducción de productos enviados en mal estado	$\frac{(\text{Productos defectuosos L.A} - \text{productos defectuosos L.N})}{\text{Productos defectuosos L.A}} \times 100$
Optima utilización del espacio en la bodega	$\frac{\text{Espacio utilizado}}{\text{espacio disponible}} \times 100$

Tabla 2.1: Indicadores de gestión del diseño del almacén.

Fuente: Creado por los autores.

2.1.2 Modelo de predicción de demanda convencional de gas

Este proyecto fue elaborado por: Alberto Ramírez Varas de la Universidad Complutense de Madrid el 6/11/2015.

Uno de los principales factores que impulsaron el desarrollo de este proyecto fueron las distintas leyes que sancionaban los desbalances en el sistema de almacenamiento. Los objetivos en los que esta cimentado el proyecto son:

- Obtener un modelo que pueda realizar predicciones de la demanda en un corto plazo.
- Determinar y visualizar los distintos comportamientos estacionarios que se presenta por las diversas festividades tales como Navidad, fin de año, Semana Santa, etc.
- Comparación de los modelos vs la incursión de variables de temperatura.

Se utilizará modelos autoregresivos integrados con los modelos de medias móviles, teniendo en cuenta la identificación de las estaciones, dando como resultados los modelos SARIMA.

El desarrollo inicia analizando la serie de tiempo y estableciendo estadística descriptiva, datos atípicos y determinación de las estaciones, para luego ajustar a los modelos ARIMA y el estudio de la incorporación de variable Dummy. (Varas, 2015).

2.1.3 Logistical indicators in the supply chain as support to SCOR model

Este artículo fue realizado por el magister en investigación operativa y estadística Sergio A. Fernández Henao y los magister en administración Abdul Zuluaga y Rodrigo A. Gómez, su publicación se realizó en junio del 2014.

Este artículo comienza estableciendo las principales diferencias en lo que relaciona a los conceptos de cadena de suministro, administración de la cadena de suministro (SCM) y logística. Luego establece el origen y las ventajas de modelo SCOR en la cadena de suministro y que por medio de ella se establece el balance score card (Abdul Zuluaga, 2014).

- Gestión de inventarios.

Indicadores	Objetivo	Formula
Índice de Rotación de inventarios	Cuantificar el número de veces en las que el inventario se renueva en el almacén, considerando un intervalo de tiempo	$IR = \frac{ventas}{Inventario\ promedio}$
Cobertura del inventario	Identifica el tiempo en el que el inventario cubre los requerimientos del cliente	$CI = \frac{1}{Rotacion\ por\ 365\ dias}$
Inventario obsoleto	Mide el impacto del inventario dañado u obsoleto sobre el total	Se puede representar como costos o cantidades
Costo del inventario	Costos del : Inventario , mermas , almacenamiento , seguridad , acondicionamiento ,etc.	Se da el porcentaje de la suma de los costos sobre la suma de los ingresos

Tabla 2.2: Indicadores del BALANCE SCORE CARD, gestión de inventarios.

Fuente: Creado por los autores.

- Almacenes

Indicadores	Objetivo
Tiempo de recepción	Mide el tiempo desde la desde la recepción de los productos , inspección y todos los procesos asignados hasta llegar al almacenamientos.
Porcentaje de utilización del espacio	$\frac{m2 \text{ de utilización}}{Capacidad \text{ del almacén}} * 100$
Porcentaje de utilización de los equipos	$\frac{Tiempo \text{ operativo}}{Tiempo \text{ total de operación}} * 100$
Porcentaje de preparación de pedidos correctos	$\frac{\# \text{ ordenes preparadas correctas}}{Total \text{ de ordenes preparadas}} * 100$
Porcentaje de nivel de servicio del inventario	Ordenes de pedido que son atendidas con el inventario existente
Porcentaje de productos no despachados	$\frac{\# \text{ de ordenes no despachadas}}{Total \text{ de ordenes}} * 100$
Promedio de línea de pedido/hora	Mide el promedio de productos recogido por líneas de pedido

Tabla 2.3: Indicadores del BALANCED SCORE CARD, almacenamiento.

Fuente: Creado por los autores.

2.1.4 Diseño de un modelo de soporte a la decisión de asignación de ubicaciones de mercadería en un almacén de agroquímicos

Este documento fue realizado por: Luis Antonio Fernández Salvatierra como medio para la obtención al título de Magister en Control de Operaciones y Gestión Logística de la Escuela Superior Politécnica del Litoral.

El proyecto nace al querer dar una solución a una empresa de manejo de productos agroquímicos que mantiene un almacén global: (materia prima, producto terminado que es destinado abastecer 20 sucursales) la cual ha presentado en los últimos años un aumento en la demanda, pero al mismo tiempo la cantidad de productos caducado en perchas también ha crecido, los cuales deben ser incinerados provocando: pérdidas y contaminación ambiental.

La organización ha implementado estanterías Drive in para así aprovechar la altura del galpón, pero al mismo tiempo esto ha provocado que los distintos tiempos incrementaran (Almacenamiento, preparación de pedidos, despachos, etc.) por lo que las operaciones se han vuelto lentas. El proyecto se centra en dar una programación dinámica de asignación de ubicaciones por medio del uso de heurísticos que permitan la asignación de ubicaciones, respetando las diferentes restricciones como lo es el FEFO.

Para llegar al objetivo plantado se partió el análisis general de las cadenas de suministro, para así tener una idea más amplia de las distintas áreas que

intervienen de forma directa en la asignación de ubicaciones, al igual que la determinación de los costos de incineración de los productos caducados, lo cual se convertirá en un indicador de gestión del almacén. Para poder predecir la tendencia de los egresos de los productos, se analizó un historio anual que va desde el 2007 al 2011, por medio de:

- Regresiones lineales.
- Regresión polinómica.
- Regresión exponencial.
- Regresión logarítmica.

Buscado el R^2 que mayor se ajuste, luego de ello se analizó por medio de series de tiempo el comportamiento por tipo de producto y así determinar la cantidad de pallets por mes.

La evaluación de los modelos se realizó por medio de los indicadores:

- MAPE (Mean Absolute Porcentaje Error).
- MAD (Mean Absolute Deviation).
- MSD (Mean Squared Deviation).

Finalmente se comprobó la normalidad de los residuos.

Con las predicciones se realizó un modelo matemático "Bin Packing" en Gams dando así la forma óptima de almacenamiento. (Salvatierra, 2013).

2.1.5 Bin-Packing Algorithms with Applications to Passenger Bus loading and Multiprocessor scheduling problems

Este artículo publicado por Foundation of Computer Science en New York el 2015, creado por Taiwo O. Ojeyinka.

Trata de presentarnos una breve reseña de un problema de Bin-Packing para una papelería, conjunto a un problema de asignación de pasajeros en un autobús. El artículo muestra acerca de cómo trabaja el Bin-Packing y de que formas podría implementarlo ya que el objetivo es reducir siempre el número de bins o contenedores idénticos necesarios para empacar una serie de ítems en base a sus alturas, pesos o volúmenes.

El algoritmo Bin-Packing a menudo es considerado como un método de optimización en el grupo de la ciencia y en Investigación de Operaciones de acuerdo a sus definiciones. Este problema en algunos casos es presentado como algoritmo Uni-Dimensional, pero a su vez tiene otras variantes como empaque 2D, empaque lineal, empaque por peso, empaque por costo, etc. Y una típica aplicación de éstas es relatada en este artículo; Empaques por pesos y limitados en su capacidad.

La evaluación de este estudio se realiza en base a una serie de Heurísticas que están disponibles para el problema del Bin-Packing que están en una línea papelería que tiene una llegada no determinística en los ítems y estos son:

- a. El algoritmo de **Primer Ajuste** (First Fit - FF) coloca un nuevo objeto de peso w_i en el primer contenedor que dispone de espacio.

- b. El algoritmo de **último ajuste** (Last Fit - LF) sigue al primer ajuste excepto que coloca un nuevo objeto en el último contenedor.
- c. El algoritmo del **siguiente ajuste** (Next Fit - NF) coloca un nuevo objeto en el siguiente contenedor, y apertura un nuevo contenedor si es necesario.
- d. El algoritmo del **mejor ajuste** (Best Fit - BF) coloca un nuevo objeto en el contenedor que tiene espacio y los acomoda hasta que se llene.
- e. El algoritmo de **peor ajuste** (Worst Fit - WF) coloca un nuevo objeto en el menos lleno del contenedor existente.
- f. El algoritmo de **casi peor ajuste** (Almost Worst Fit - AWF) coloca un nuevo objeto en el segundo contenedor menos lleno.

Uno de los métodos para resolver este tipo de problemas nos indica es que consiste en dividir la suma total de los tamaños de los contenedores por la capacidad. Y un breve ejemplo es asumiendo números enteros, y el número mínimo de contenedores que nos muestra es.

$$\lceil \frac{\varphi}{C} \rceil = \sum_{i=1}^n w_i$$

Y explica que el uso igual para cualquiera de FF, WF, NF O BF el tiempo requerido para calcular el número de contenedores es $n \log n$, donde n vendría a ser el número de tamaños. En esto podemos ver que para realizar un Bin-Packing no es necesario basarnos bajo un solo método, sino que existen variedades que nos pueden tanto sumar a nuestras necesidades como también nos las pueden restar ya sea usando un buen algoritmo o no. (Ojeyinka, 2015).

2.2 Marco Conceptual

2.2.1 Elaboración de los Modelos ARIMA

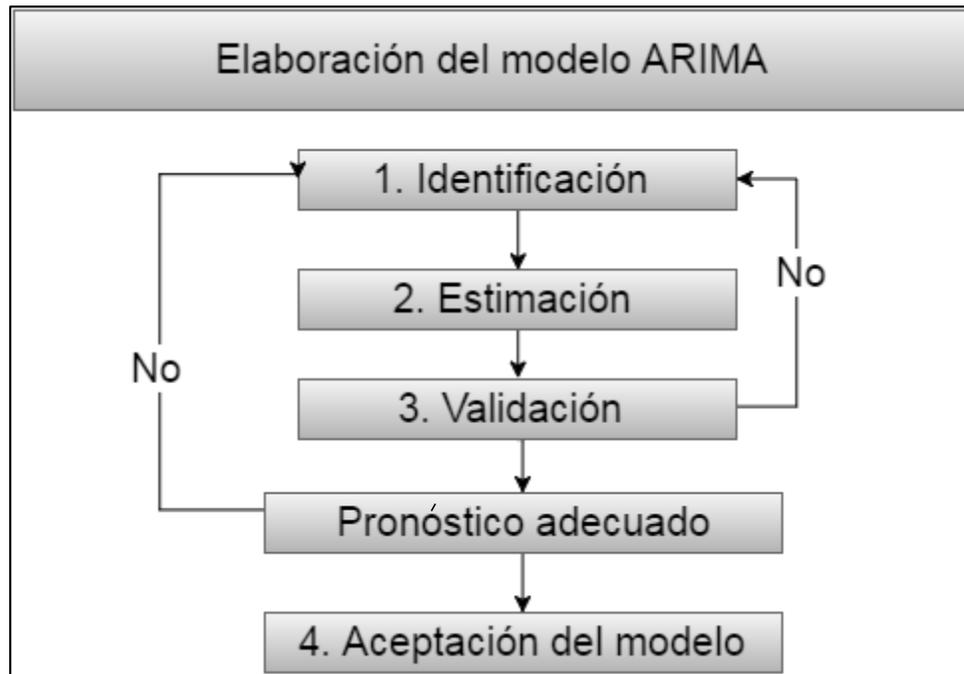


Ilustración 2.1: Procesos de elaboración de un modelo ARIMA.

Fuente: Creada por los autores.

2.2.1.1 Fase de Formulación

Modelos autoregresivos (AR)

Procesos lineales puramente aleatorios en la que la variable (Y_t) en cualquier periodo t puede ser explicada por las distintas observaciones pasadas de sí mismo más un valor de error. Estos modelos autoregresivos se abrevian de la siguiente

manera AR(p), donde el valor de p me indica el número de retardo de la serie temporal.

$$\text{AR}(p) \quad Y_t = \varphi Y_{t-1} + \varphi_2 Y_{t-2} + \dots + \varphi_p Y_{t-p} + E_t$$

Modelos de medias móviles MA(q)

En estos modelos el valor en el tiempo t se puede predecir en ese momento por la aleatoriedad de la componente, el modelo se describe de la siguiente manera MA(q), donde el valor de q me indica los retardos en los errores.

$$\text{MA}(q) \quad Y_t = E_t - \phi E_{t-1} - \phi_2 E_{t-2} - \dots - \phi_q E_{t-q}$$

Modelos mixtos ARMA (p, q)

Estos modelos se los conforma con la combinación de una parte autoregresivos de orden p y otra parte de medias móviles con un nivel q, dando como resultado los siguientes modelos:

$$Y_t - \varphi Y_{t-1} - \varphi_2 Y_{t-2} - \dots - \varphi_p Y_{t-p} = E_t - \phi E_{t-1} - \phi_2 E_{t-2} - \dots - \phi_q E_{t-q}$$

Modelos ARIMA (p, d, q)

Estos modelos se componen de 3 partes:

- Nivel autoregresivos “p”.

- El nivel de medias móviles “q”.
- Corresponde a las diferencias que se hayan establecidos “d”.

$$(1 - \varphi_1 B - \varphi_2 B^2 - \dots - \varphi_p B^p)(1 - B)^d Y_t = (1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_q B^q) E_t$$

Donde, B son los retardos de la serie Y_t .

Modelos ARIMA (p, d, q) (P, D, Q)

El primer paréntesis corresponde al análisis de los datos regulares de las series de tiempos mientras que el segundo paréntesis hace relación al arte cíclica. Otro propósito de los modelos es que los errores se comporten como un ruido blanco.

$$E(E_t) = 0$$

$$VAR(E_t) = \sigma_E^2$$

$$COV(E_t, E_{t+1}) = 0$$

2.2.1.2 Identificación

En esta etapa se debe tener en cuenta las características propias de las series y al mismo tiempo poder corregirlas.

- Frecuencia. - El efecto de esta no se puede corregir ya que depende principalmente de la captura de los datos.

- Estacionariedad. - Para predecir de forma correcta es necesario que la serie temporal sea estacionaria es decir que no mantenga tendencias y que presente un grado de dispersión similar, por ello se estabiliza la varianza a través de la metodología de Box-Cox, toma de logaritmos, raíz cuadrada, etc. Y para estabilizar la media se toman diferencias.
- Estacionalidad. - Se la puede comprobar por medio de test como el de Dickey-Fuller y se basa prácticamente en identificar comportamientos cíclicos.

La estacionalidad de la serie se puede comprobar bajo tres recursos:

1. Gráfica de las series e identificación de picos periódicamente recurrentes.
2. Desarrollo del periodograma.
3. Comparar los resultados de la ACF vs PACF.

Modelo	Función de autocorrelación teórica	Función de autocorrelación parcial teórica
AR(p)	Decrecimiento rápido exponencial con /sin alteraciones de signo , comportamiento sinusoidal.	Se anula los retrasos mayores a "p".
MA(q)	Se anula los retrasos mayores a "q".	Decrecimiento rápido con/sin alteraciones de signo.
ARMA(p, q)	Los primeros "p" valores iniciales mantienen patrones fijos y van seguidos de una mezcla de oscilaciones sinusoidales o exponenciales amortiguadas.	Los primeros "q" valores iniciales no tienen patrón fijo y van seguidos de una mezcla de oscilaciones con decrecimiento rápido.

Tabla 2.4: Tabla de estimación de modelos.

Fuente: Creado por los autores.

2.2.1.3 Estimación de los parámetros

Se lo realiza por medio del modelo máxima verosimilitud (ML) cuando la serie observada muestra independencia y presenta una distribución normal, si este último principio no se cumple se emplea el método de mínimos cuadrados (ULS).

2.2.1.4 Validación del modelo

Un modelo es adecuado cuando sus errores se comportan como un ruido blanco y los sus datos no deben ser significativos es decir que deben encontrarse dentro de una banda de confianza.

2.2.1.5 Predicción

Una vez completado los otros pasos podemos predecir, dado el hecho que la predicción no cumpla con los acontecimientos y es necesario volver a elaborar un nuevo modelo.

2.2.2 Regresiones

Las regresiones en general son técnicas estadísticas que permiten explicar una variable por medio de otra, es decir dependerán de que tanto se encuentran correlacionadas, para ello se establecen graficas lineales y no lineales que puedan describir gran cantidad de datos. Los modelos de regresión se los consideran buenos por medio del coeficiente de determinación R^2 que es el resultado de la bondad de ajuste.

2.2.2.1 Regresión lineal

Busca ajustar los datos por medio de una línea recta.

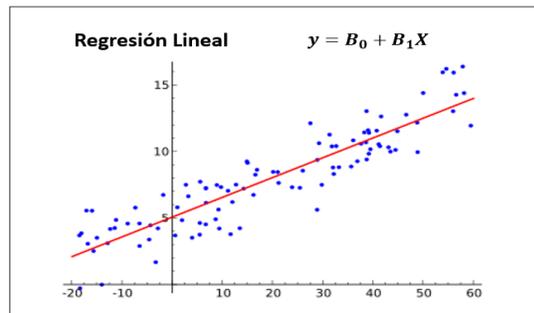


Ilustración 2.2: Regresión lineal.

Fuente: Creado por los autores.

2.2.2.2 Regresiones no lineales

Dentro de la distribución de los datos se busca establecer una función no lineal que los pueda describir.

- Regresiones polinómicas.

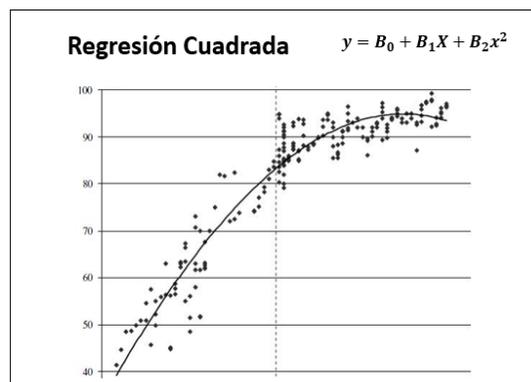


Ilustración 2.3: Regresión cuadrada.

Fuente: Creado por los autores.

- Regresión logarítmica.

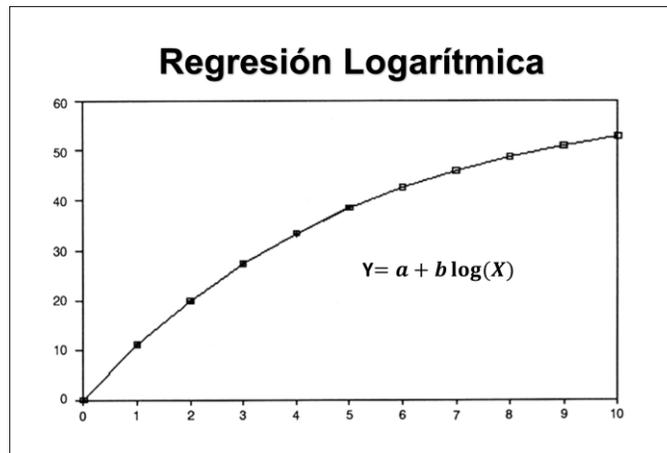


Ilustración 2.4: Regresión Logarítmica.

Fuente: Creado por los autores.

2.2.3 Almacén

El almacén es el área o espacio debidamente dimensionado por los requerimientos del producto y está destinada a la ubicación y manipulación eficiente de la mercancía, que por lo general se encuentra como materia prima y producto terminado.

Dentro del diseño del almacén se debe tener en cuenta tanto los objetivos logísticos como los departamentos relacionados dentro de la función del almacén que por lo general tiene que ver con las áreas de calidad, compras, y servicio al cliente, a continuación, se detalla de una forma más amplia los principales objetivos:

- Objetivos relacionados al costo:
 - Evitar sub-utilizar el almacén.

- Tiempos de manipulación.
- Objetivos relacionados con el servicio:
 - Evitar los errores en las órdenes de pedido.
 - Amplio control de calidad por lotes.
 - Evaluaciones a terceros.

2.2.4 Actividades y tareas de un almacén

Recepción	<ul style="list-style-type: none"> • Se reciben los productos enviados por los proveedores. • Se realiza un análisis de calidad.
Almacenamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Se asigna una ubicación en la que el producto será resguardado por un determinado periodo de tiempo.
Conservación y Manutención	<ul style="list-style-type: none"> • Asegurar el cuidado y la protección de los productos mientras se encuentran almacenados.
Expedición	<ul style="list-style-type: none"> • Se preparan los productos de acuerdo a la orden de pedido y son transmitidos hacia el cliente.
Gestión existencias	<ul style="list-style-type: none"> • Se realiza un control de inventario, análisis de los índices de rotación, cantidad de pedidos óptimo, etc.

Ilustración 2.5: Tabla de actividades y tareas de un almacén.

Fuente: Creado por los autores.

2.2.5 Elementos de Manutención.

Las organizaciones en los últimos años han buscado poder optimizar la utilización del espacio y disminuir los tiempos de manipulación en un almacén por medio de:

2.2.5.1 Soporte de carga

Los soportes de carga guardan relación directa al tipo de producto, almacenamiento y distribución, entre las más usado se encuentran los pallets que varían tanto de forma como de tamaño como se presentan a continuación.

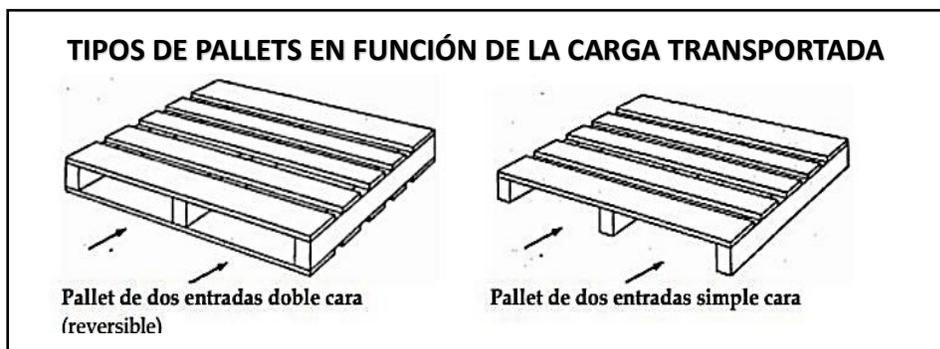


Ilustración 2.6: Tipos de pallet según su función.

Fuente: Creado por los autores.



Ilustración 2.7: Modelos de paleta con sus medidas.

Fuente: Creado por los autores.

2.2.5.2 Estanterías

Existen sin números de estanterías que se podrán usar en base a su función, y estas están destinadas a soportar grandes pesos, a alojar grandes bultos tanto livianos o pesados y las cuales nos exigirán o no las carretillas elevadoras, transelevadores.

Los tipos de estanterías son:

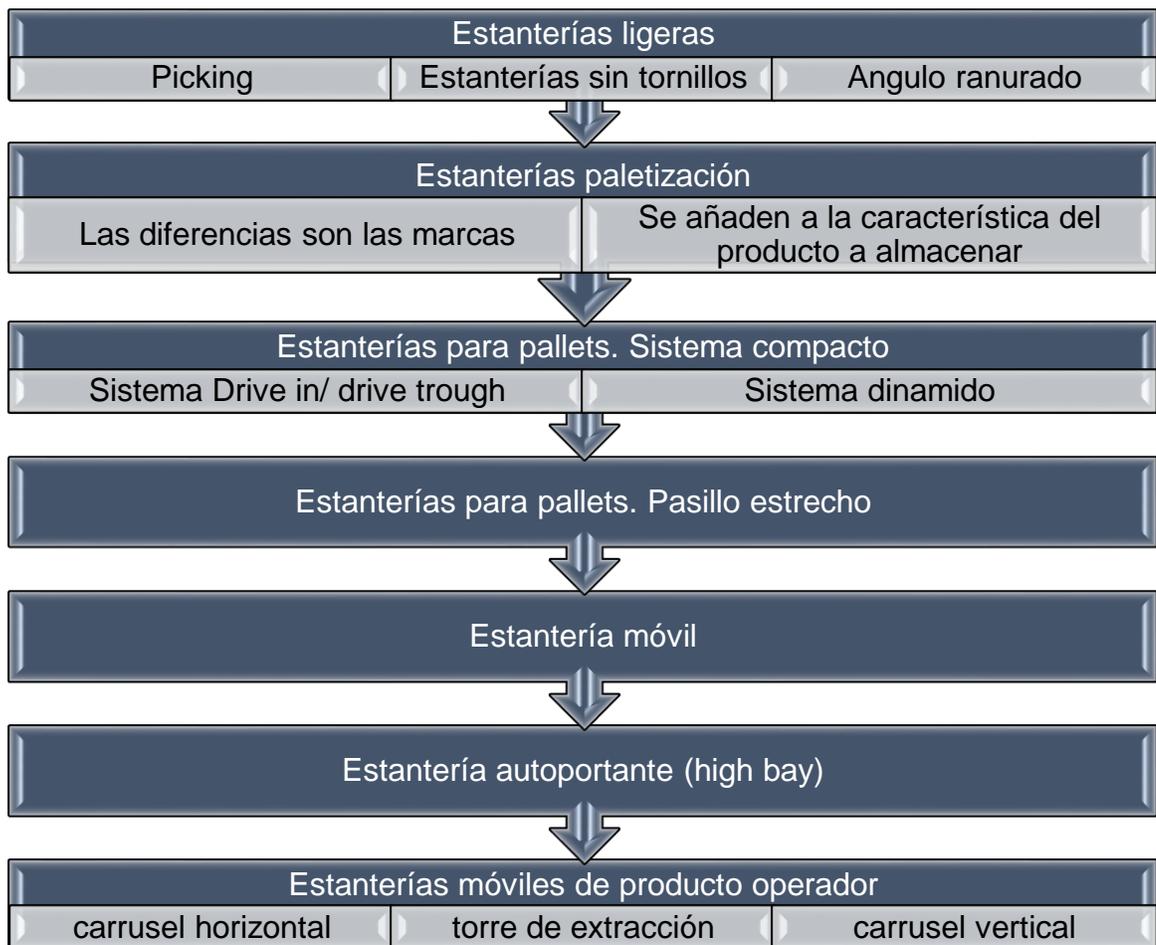


Ilustración 2.8: Tipos de estanterías.

Fuente: Creado por los autores.

2.2.5.3 Maquinaria para el manejo de carga

Los aparatos de manutención pueden dividirse en tres clases:

1. Aparatos para el manejo de cargas unitarias en el suelo.
2. Carretillas elevadoras.
3. Aparatos para la preparación de pedidos.

2.2.6 Dimensión y capacidad

Para la dimensión y capacidad de un almacén se deben tener en cuenta algunos parámetros:

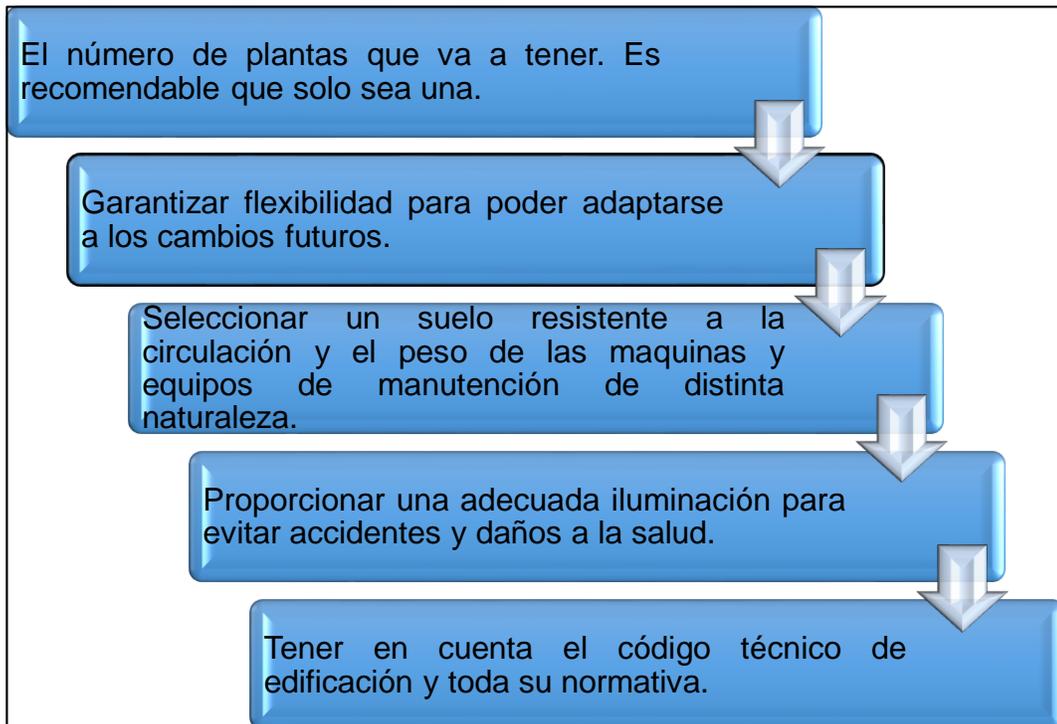


Ilustración 2.9: Lista de parámetros de un almacén.

Fuente: Creado por los autores.

2.2.7 Diseño del almacén

Este apartado intenta explicar la forma que toma el flujo de proceso del almacén la cual va desde el suministro hasta la expedición de los productos, entre las más comunes se tiene las siguientes.

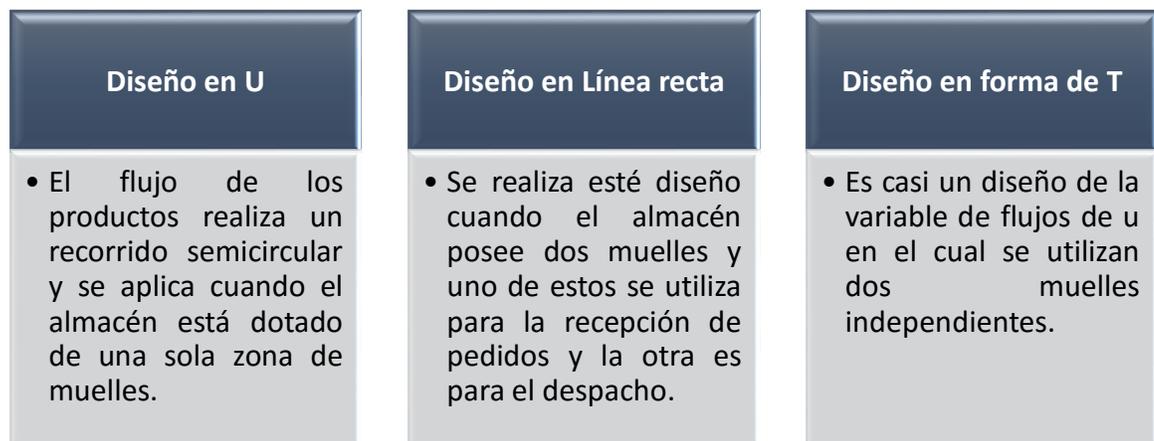


Ilustración 2.10: Diseños de un almacén.

Fuente: Creado por los autores.

2.2.8 Criterios de Gestión del Almacén

Las normas básicas a establecerse en un almacén están relacionadas con los siguientes puntos:

- Seguridad
- Procesos operativos del almacén:
 - Manuales de procedimientos.
 - Indicadores de gestión.

2.2.9 Método de almacenaje

Existen una gran variedad de métodos de almacenamiento, pero al igual que los otros criterios la selección de este dependerá de las distintas consideraciones de la naturaleza y presentación del producto, teniendo así las más conocidas:

1. Según su organización:

- Almacén ordenado. - Existe una ubicación destinada para un producto.
- Almacén Caótico. - El producto se almacena en los espacios disponibles.
- Según el flujo de entrada/ salida:
 - Método FIFO (First In - First Out).
 - Método LIFO (Last In - First Out).
 - Método NIFO (Next In - First Out).
 - Método FEFO (First Expired - First Out).

2. Según el equipamiento que se utiliza para la optimización del espacio.

- Almacenaje sin pasillos:
 - A granel.
 - Apilado en bloque.
 - Driver
 - Racks
- Almacenaje con pasillos

2.2.10 Zonificación de artículos

Las características de cada uno de los productos también son tomadas en cuenta al momento de la distribución en el almacén, en las que se consideran:

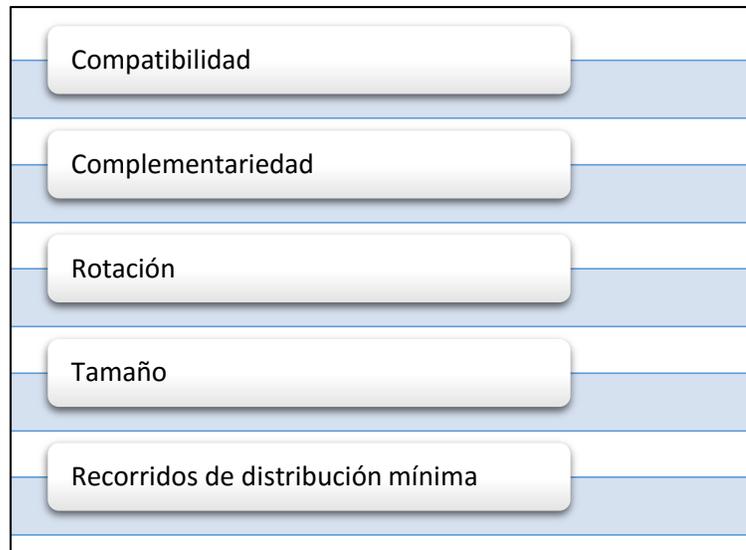


Ilustración 2.11: Criterios para la zonificación de un almacén.

Fuente: Creado por los autores.

Clasificación ABC

Es una herramienta clave que se realiza a la gama de artículos de la organización de acuerdo al criterio de la clasificación que se le dé.

Por lo general las empresas realizan un análisis ABC que señala el 80% de las ventas de la empresa genera el 20% de sus productos y entre otros análisis de acuerdo a los índices que se requiera.

Las ubicaciones de los artículos están dadas por:

Zona de productos A	Zona de productos B	Zona de productos C
<ul style="list-style-type: none"> •Puesto que presenta un elevado número de pedidos,debera disponer una zona de máxima accesibilidad y estar cerca a la zona de expedición. 	<ul style="list-style-type: none"> •Poseen índice de salida medio pero su volumen es alto (30-50%). •Darles accesibilidad a las cargas individuales. 	<ul style="list-style-type: none"> •Sus pedidos por lo general son escasos. •La cantidad de referencias es elevada (60-80%). Obliga a dedicar gran parte a ellos por su gran volumen.

Ilustración 2.12: Lista de zonas para los productos.

Fuente: Creado por los autores.

2.2.11 Bin Packing

Se lo considera NP complejo, es decir que no existe un algoritmo polinómico para su solución, por ello se acude a herramientas heurísticas. Tiene como objetivo minimizar la cantidad de contenedores usados para almacenar un número determinado de productos, bajo restricciones de pesos, costos, etc.

Función objetivo:		
Minimizar:	$\sum_{j=1}^n Y_j$	Donde
Sujeto a:	$\sum_{j=1}^n X_{i,j}=1 \quad i=1,2,3,\dots,m$	m = Números de items
	$\sum_{i=1}^m p_i * X_{i,j} \leq q_j \quad j = 1, 2, 3, \dots, n$	n = Números de contenedores
		p_i = peso de los productos
		q_j = capacidad de los contenedores
		$X_{i,j}$ Representa la asignación del producto i al contenedor j
		Y_j Representa la selección del contenedor
	$X_{i,j} \in \{0, 1\} \quad i = 1, 2, 3, \dots, m ; \quad j = 1, 2, 3, \dots, n$	
	$Y_j \in \{0, 1\} \quad j = 1, 2, 3, \dots, n$	

Ilustración 2.13: Modelización del problema del Bin-Packing.

Fuente: Creado por los autores.

CAPÍTULO 3

METODOLOGÍA DEL TRABAJO

INTRODUCCIÓN

En el presente capítulo se describe la metodología que se seguirá para el desarrollo del proyecto, el cual consta de: Diagramas de flujo, cronograma de actividades, además se despliega la estructura de la cadena de suministro y con un mayor énfasis en los departamentos involucrado en la reestructuración.

3.1 Diagrama de flujo

Para poder realizar el proyecto fue necesario buscar una empresa que estuviera dispuesta a compartir la información de los distintos procesos que son parte de la elaboración y distribución de sus productos.

Cuando se obtuvo la aceptación de la organización, se procedió a realizar un acuerdo de confidencialidad tanto del nombre de la organización como otros datos que puedan ser utilizados por la competencia. Al ya estar aprobados por la empresa se procedió a obtener información básica de cómo estaba estructurada la cadena de suministro y la cadena de valor de la organización, para tener una idea mucho más amplia de hacia donde debería estar direccionado el proyecto.

Para poder determinar la principal falencia que se ha generado en la organización, se realizó una entrevista con el gerente de la cadena de suministro el cual respondió a un cuestionario previamente elaborado. Basados en la información obtenida se estableció una propuesta (Predicción de la demanda y reestructuración del diseño del almacén) y sus alcances, la cual una vez aprobada, se procedió a tomar información del sistema empresarial de información con el que se maneja de forma interna. Por último, se establecieron los sistemas informáticos a utilizar para cumplir con los objetivos propuestos, para luego dar las conclusiones y recomendaciones. Para una mejor presentación del proyecto representaremos un diagrama de flujo el cual representa de una manera resumida los pasos que se ha seguido para poder realizar el proyecto.



Ilustración 3.1: Diagrama de flujo.

Fuente: Creado por los autores.

3.2 Cronograma de actividades

Para el cumplimiento del proyecto se elabora el siguiente cronograma, en el que se refleja la secuencia lógica de las actividades y el intervalo de tiempo que se tiene para su debida culminación.

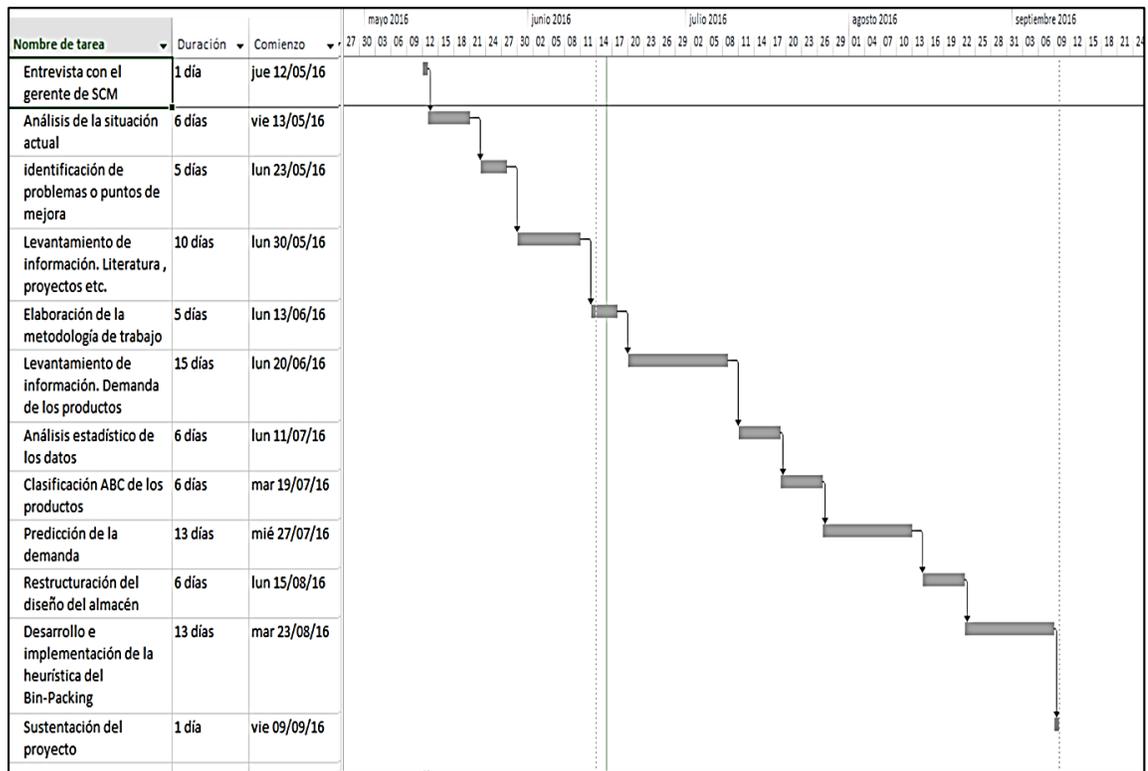


Ilustración 3.2: Cronograma de actividades.

Fuente: Creado por los autores.

3.3 Cadena de suministro

Para tener una idea más clara de los diferentes departamentos organizacionales que forman parte del problema de: Sobreproducción y caducidad de los productos, se analizará la cadena de suministro.

De acuerdo a esta estructura logística que ha implementado la organización, las tareas que son consecuencia del problema guardan relación con los departamentos de: Producción y almacenamiento, los cuales se analizarán con un mayor detalle en la sección 3.5.



Ilustración 3.3: Cadena de suministro de la empresa.

Fuente: Creado por los autores.

El proceso general de elaboración y distribución de empaques de cartón se da bajo la siguiente secuencia:

- Adquisición de materia prima.
- Control de calidad.
- Almacenamiento de materia prima.
- Proceso de producción (bajo las órdenes de los clientes).
- Control de calidad del producto terminado.
- Almacenamiento de producto terminado.
- Generación de documentos (guía, certificaciones de seguridad y calidad).
- Distribución de productos terminados.

3.4 Organigrama

Luego de entender los principales eslabones que forman parte de la estructura de la organización se plasma el organigrama para entender de forma más amplia las actividades dentro del departamento que deben ser analizadas para el cumplimiento del proyecto.

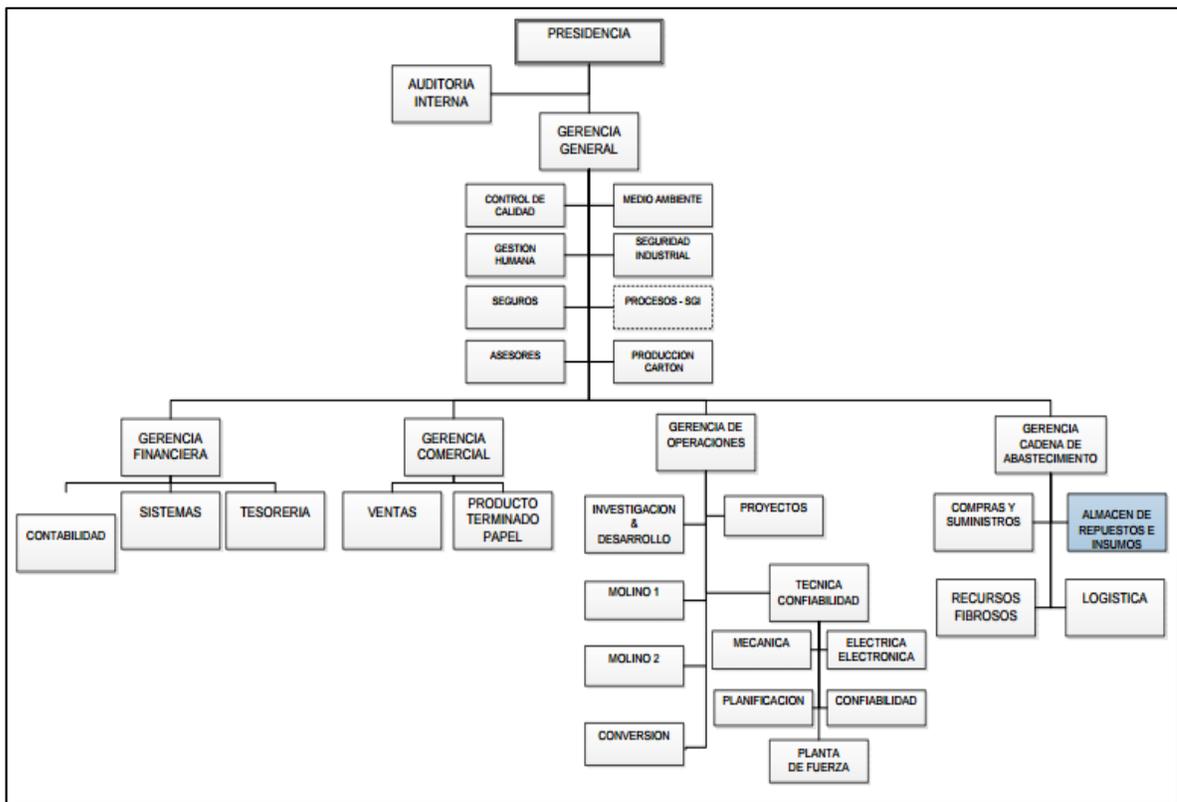


Ilustración 3.4: Organigrama.

Fuente: Creado por los autores.

3.5 Descripción y funciones de los principales cargos que intervienen en los diferentes departamentos que se analizarán en el proyecto

3.5.1 Gerencia comercial

Gestiona los requerimientos de los clientes, brindando una oportuna atención a fin de lograr la continua satisfacción del mismo a más de actividades como: cobros de carteras, pedidos de los clientes, procesamiento de ventas y control en el despacho de pedidos, a continuación, se muestra un mapa de proceso correspondiente a la gestión.

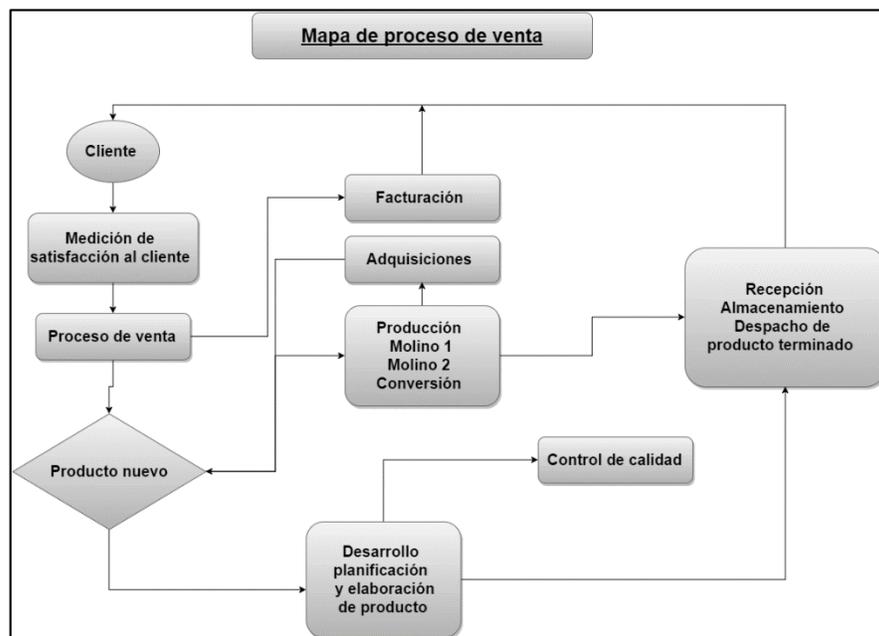


Ilustración 3.5: Mapa de procesos de ventas.

Fuente: Creado por los autores.

3.5.2 Gerencia Producción

Recibe las órdenes de pedido de los clientes, y elabora un plan de producción que pueda optimizar no solo el tiempo de Set-Up, sino también la reducción de desperdicios en los procesos.

Dentro del mismo departamento intervienen los procesos de diseños de empaques, control de troqueles, calidad, seguridad industrial, gestión ambiental y finaliza con el almacenamiento de producto terminado.

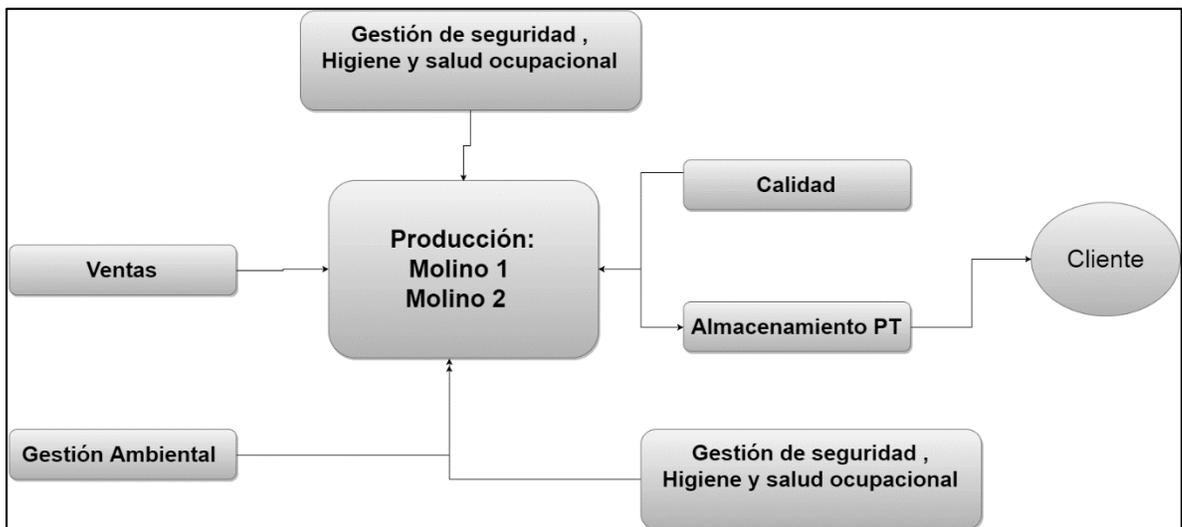


Ilustración 3.6: Mapa de procesos del área de producción.

Fuente: Creado por los autores.

3.5.3 Gerente de la cadena de abastecimiento

Reporta todos los informes del departamento de logística de forma directa a la gerencia, tal y como se muestra en el organigrama, y entre sus principales funciones se encuentra el control de cuatro sub-departamentos:

- **Recursos Fibrosos.** - Recepción, almacenaje y entrega de la materia prima al área de consumo.
- **Compras y suministros.** - Recibe todos los requerimientos de las distintas áreas tanto operativas como administrativas, y se encarga de cotizar los mejores valores en el mercado tanto nacional como internacional, y su correspondiente gestión que abarca compras, transportes, devoluciones, etc.
- **Almacenes de repuestos e Insumos.** - Cuida y entrega los materiales e insumos para la producción y el mantenimiento general de la planta.
- **Logística.** - Administra, controla y custodia los inventarios físicos de los almacenes, equipos, productos químicos y materiales bajo su responsabilidad. Coordinar la logística que demanda el área productiva técnica de la empresa para atender los requerimientos materiales, a fin de facilitar el aprovisionamiento y su entrega oportuna, de acuerdo a las políticas vigentes; adicionalmente debe asegurarse el mantener la información estadística y contable que se genere como consecuencia de las operaciones del área.

Organigrama departamental (Logística)

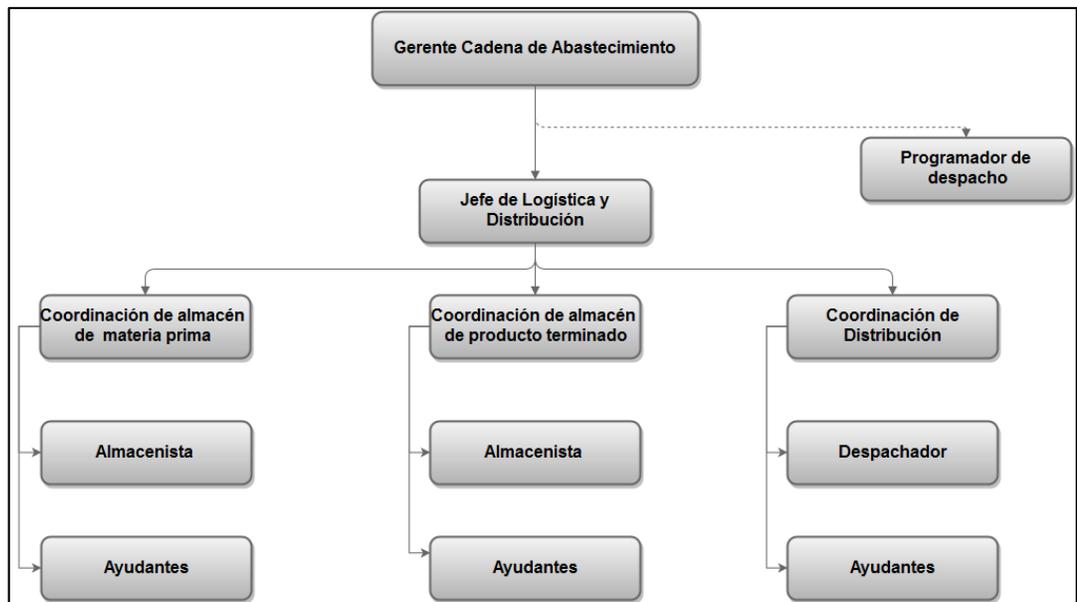


Ilustración 3.7: Organigrama logístico.

Fuente: Creado por los autores.

El departamento tiene como objetivos fundamentales, gestionar por completo el almacenamiento de producto terminado teniendo como tareas principales: recepción, almacenamiento, custodia, inventarios, y de forma paralela a estas actividades se trabaja con la distribución de los productos la cual tiene relación con temas de: consolidación de carga, generación de rutas generación y medición de indicadores eficiencia de los transportista y la gemación de documentación que formalice el envío (guía de remisión , certificados de calidad por lote).

CAPÍTULO 4

ANÁLISIS DE DATOS

INTRODUCCIÓN

En el presente capítulo se analiza la línea de tendencia de las ventas totales y la clasificación de los productos de acuerdo al segmento de mercado que estarán direccionados los empaques, para luego realizar una clasificación ABC que considere el volumen de venta e importancia comercial, su predicción y el manejo del diseño del almacén para poder optimizar su almacenamiento

4.1 Tendencia de ventas

Para tener una idea más amplia de la tendencia de ventas se graficarán los registros trimestrales de los últimos nueve trimestres (enero del 2014 - marzo del 2016), consecutivamente se analiza la correlación que existe entre esta variable y el tiempo y se intentará ajustarla a una línea de tendencia regresiva que pueda darnos una idea a priori de cómo serán las ventas en lo que corresponde al tercer año (desde Abril del 2016 hasta Diciembre).

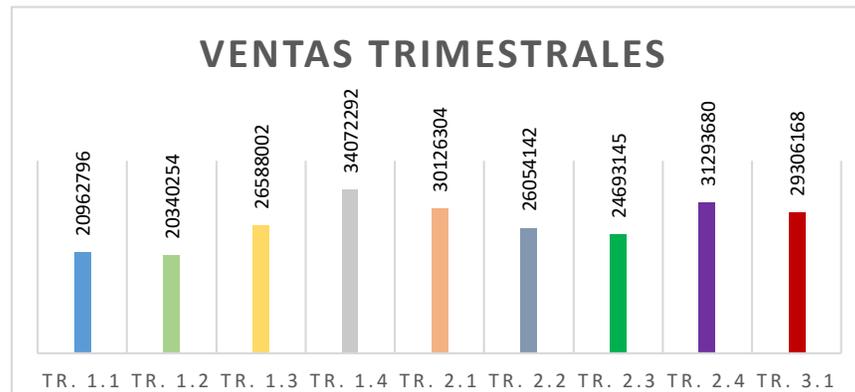


Ilustración 4.1: Ventas trimestrales.

Fuente: Creado por los autores.

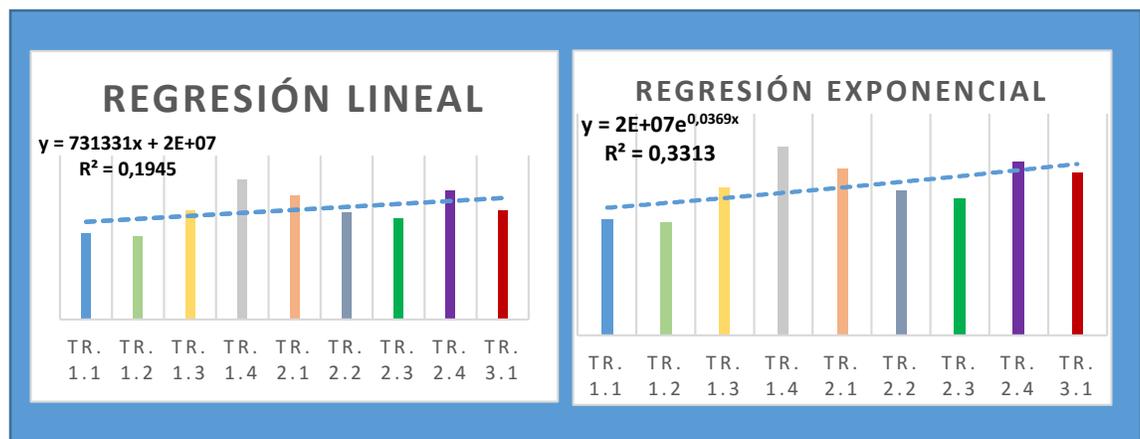


Ilustración 4.2: Ajuste de regresiones.

Fuente: Creado por los autores.

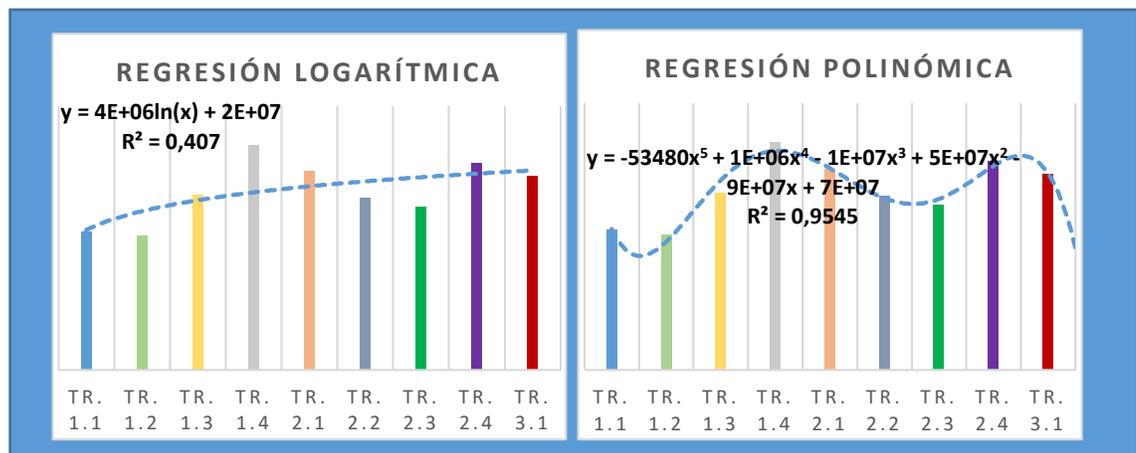


Ilustración 4.3: Ajuste de regresiones.

Fuente: Creado por los autores.

Según las ilustraciones 4.2 y 4.3 de ajustes de regresión se puede observar que ninguna de ellas explica las ventas, lo cual puede evidenciarse con el valor de R^2 . Un caso especial se da en la regresión polinómica la cual explica en gran porcentaje los datos ya registrados, pero no permite establecer una predicción que se ajuste a la realidad.

Basado en este análisis podemos decir que este comportamiento nace de las distintas estacionalidades que experimentan los productos dentro de los segmentos, por ello más adelante analizaremos estos mismos datos bajo un análisis de series de tiempo.

4.2 Clasificación del inventario en el almacén de producto terminado bajo el segmento de mercado

La organización ha clasificado la demanda de los empaques de acuerdo al sector productivo al que pertenece: Bananero, floricultor, pesquero y consumo industrial (producciones que no encajan en las primeras tres categorías), en la ilustración 4.4 se observa la participación porcentual de la producción que hace referencia a la demanda generada.

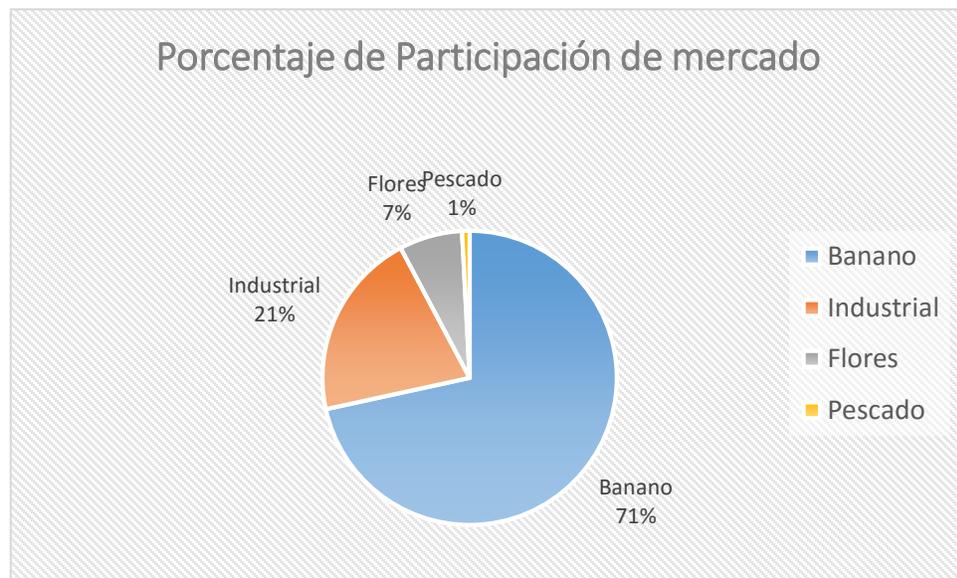


Ilustración 4.4: Porcentaje de participación de mercado.

Fuente: Creado por los autores.

Como se puede observar en la ilustración 4.4, los clientes potenciales son aquellos que pertenecen al sector bananero ya que abarcan aproximadamente las tres cuartas partes de la producción total, seguidos de la producción industrial.

En los últimos años se han generado un sin número de inconvenientes en los procesos de producción y almacenamiento, lo cual ha generado repercusiones en el cliente final y esto es como consecuencia del no administrar de forma correcta los recursos frente al crecimiento de la demanda que se ha generado a continuación se muestra, los egresos anuales de acuerdo a los segmentos de mercado.

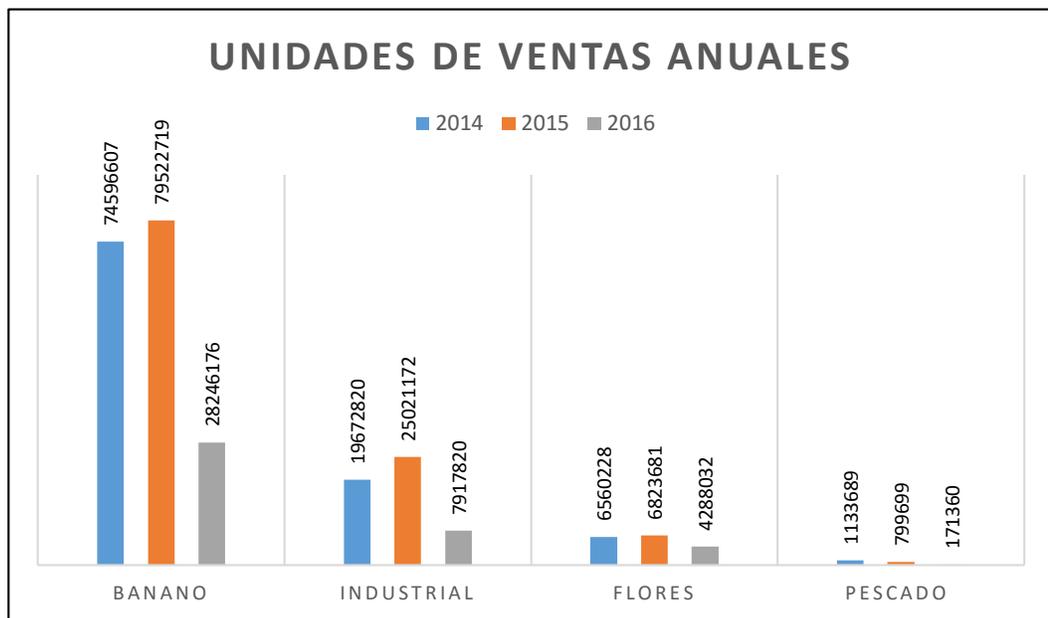


Ilustración 4.5: Unidades de ventas anuales.

Fuente: Creado por los autores.

Segmento	Crecimiento	Cantidad
Banano	7%	4926112
Industrial	27%	5348352
Flores	4%	263453
Pescado	-29%	-333990

Tabla 4.1: Crecimiento de los segmentos.

Fuente: Creado por los autores.

Existen SKU's dentro de los segmentos de mercado que se los ha definido como productos compuestos ya que para que éste sea útil al cliente final externo, debe ensamblarse por varias partes, tal es el caso de todos los empaques direccionados al sector bananero y floricultor en algunos ítems del segmento industrial.

Segmento	Composición (Grupos)		
Banano	Tapa	Fondo	Test Liner
Industrial	Caja		
Flores	Tapa	Fondo	Test Liner
Pescado	Caja		

Tabla 4.2: Composición de los segmentos.

Fuente: Creado por los autores.

A estas partes se las considera como grupos dentro de los segmentos de mercado, los cuales muchos de estos trabajan de forma genérica

4.3 Clasificación ABC

La clasificación se realizará teniendo en consideración la segmentación de mercados y basado en la política de que el 80% del volumen de ventas corresponde al tipo A, un 15% a los de tipo B y el último 5% a los productos tipo C, en la siguiente gráfica se establece un resumen de los resultados.

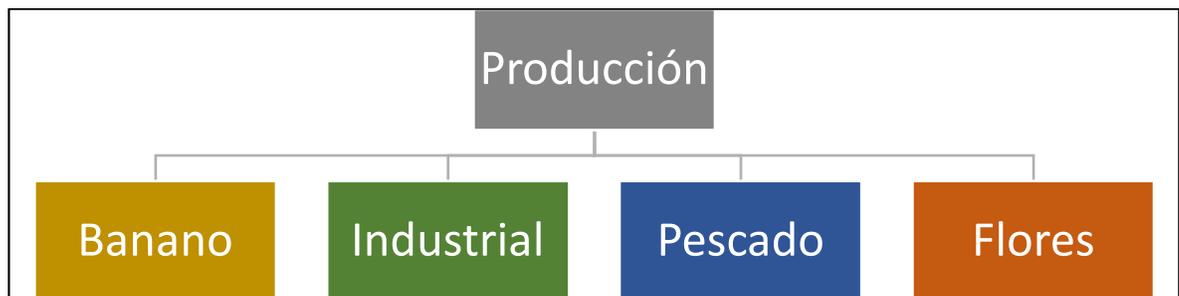


Ilustración 4.6: Segmentos de mercado.

Fuente: Creado por los autores.

4.3.1 Segmento: Banano

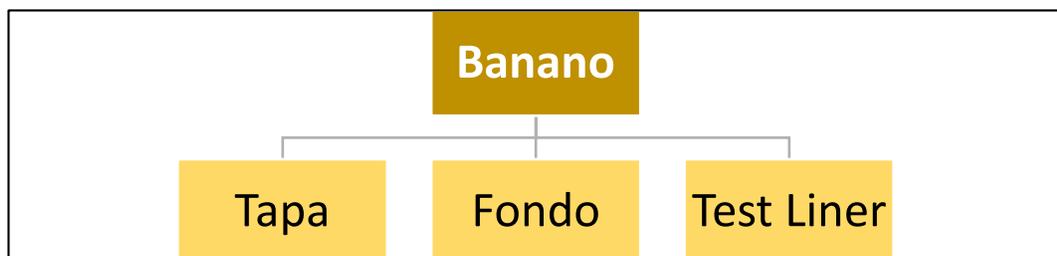


Ilustración 4.7: Conformación del segmento Banano.

Fuente: Creado por los autores.

Grupo: Tapa

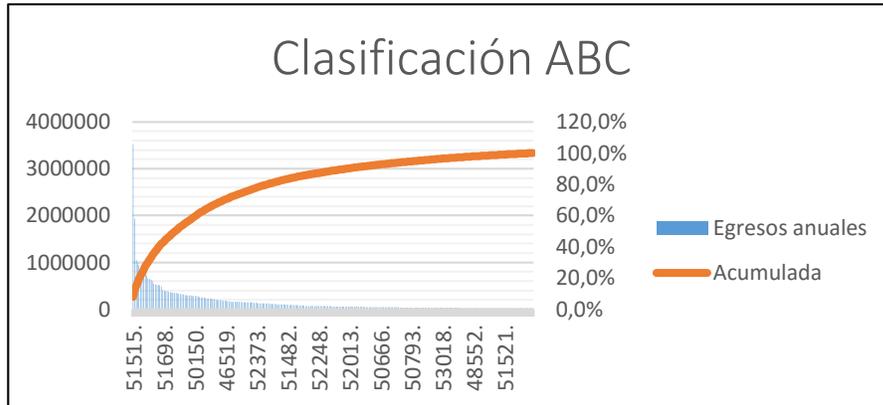


Ilustración 4.8: Pareto del grupo tapas.
Fuente: Creado por los autores.

	Cantidad	Porcentaje
Tipo A	91	33%
Tipo B	102	71%
Tipo C	79	100%

Tabla 4.3: Resumen de la clasificación de tapas.
Fuente: Creado por los autores.

Grupo: Fondo

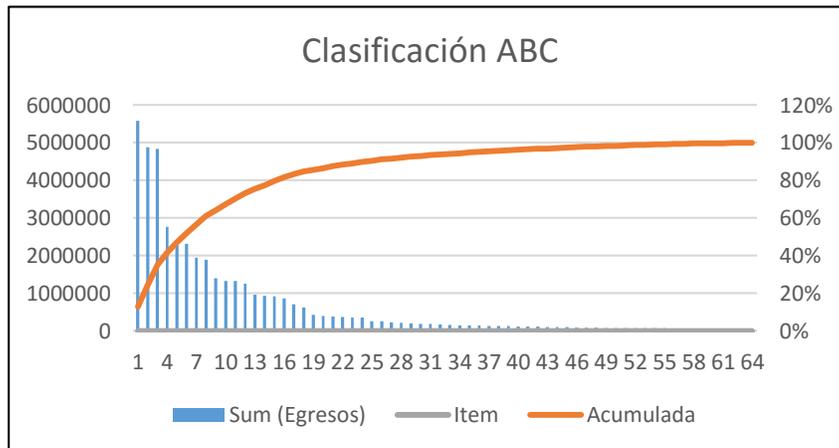


Ilustración 4.9: Pareto del grupo fondo.
Fuente: Creado por los autores.

	Cantidad	Porcentaje
Tipo A	15	23%
Tipo B	20	54%
Tipo C	29	100%

Tabla 4.4: Resumen de la clasificación fondo.

Fuente: Creado por los autores.

Grupo: Test Liner

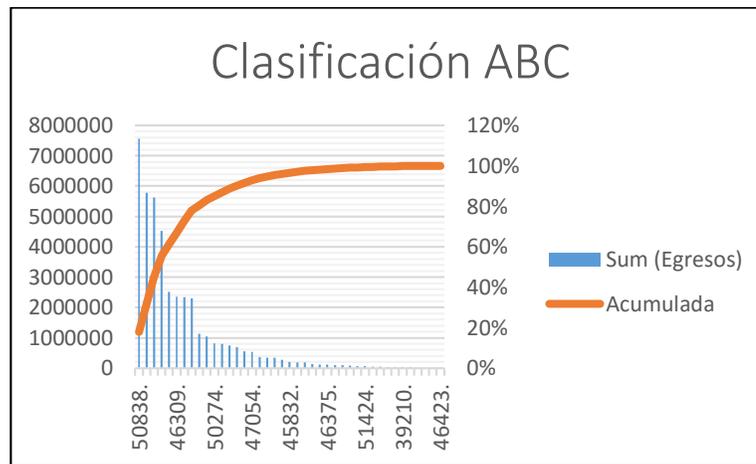


Ilustración 4.10: Pareto del grupo test liner.

Fuente: Creado por los autores.

	Cantidad	Porcentaje
Tipo A	8	20%
Tipo B	10	44%
Tipo C	23	100%

Tabla 4.5: Resumen de la clasificación test liner.

Fuente: Creado por los autores.

4.3.2 Segmento: Industrial

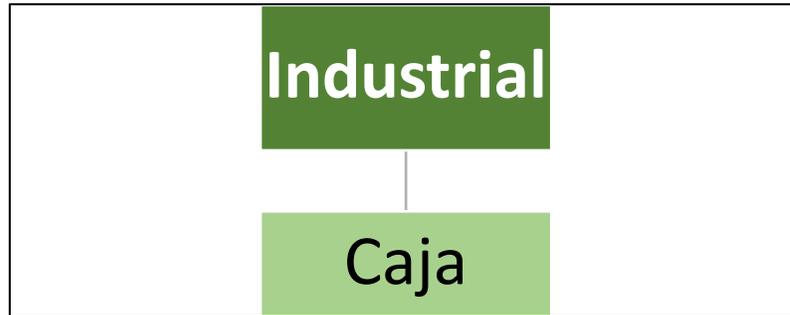


Ilustración 4.11: Grupo del segmento industrial.

Fuente: Creado por los autores.

Para la clasificación de este segmento se consideran los siguientes factores: Volumen de venta y la importancia comercial por parte de los ejecutivos de negocio, los cuales gestionan las negociaciones con los clientes.

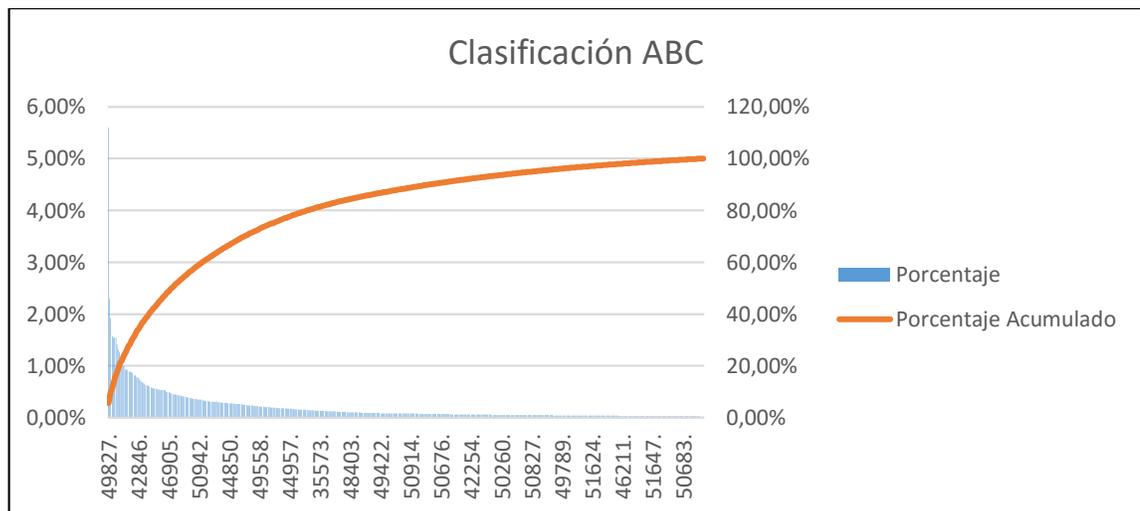


Ilustración 4.12: Pareto de grupo cajas.

Fuente: Creado por los autores.

	Cantidad	Porcentaje
Tipo A	44	9%
Tipo B	122	34%
Tipo C	327	100%

Tabla 4.6: Resumen de la clasificación tapas.

Fuente: Creado por los autores.

4.3.3 Segmento: Flores

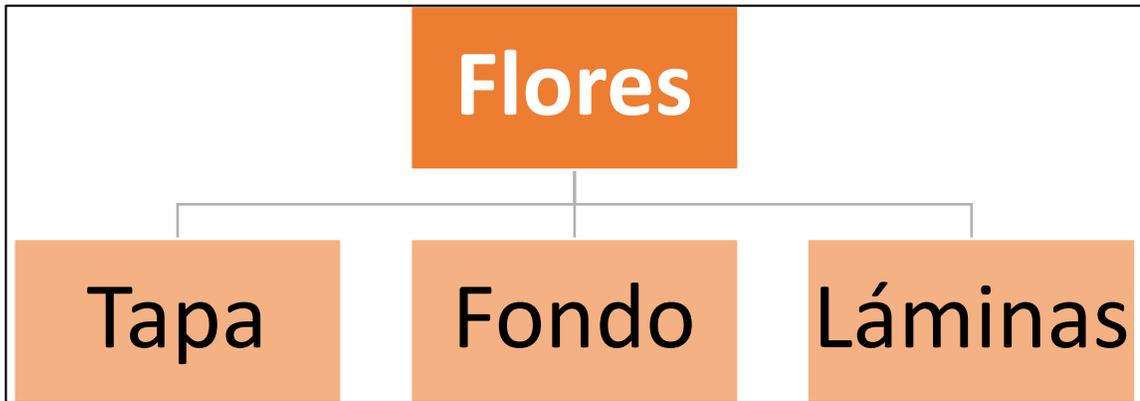


Ilustración 4.13: Grupos del segmento flores.

Fuente: Creado por los autores.

Grupo: tapa

	Cantidad	Porcentaje
Tipo A	145	35%
Tipo B	131	67%
Tipo C	136	100%

Tabla 4.7: Resumen de la clasificación tapa.

Fuente: Creado por los autores.

Grupo: fondo

	Cantidad	Porcentaje
Tipo A	93	34%
Tipo B	81	64%
Tipo C	96	100%

Tabla 4.8: Resumen de la clasificación fondo.

Fuente: Creado por los autores.

Grupo: Lámina

	Cantidad	Porcentaje
Tipo A	8	27%
Tipo B	6	47%
Tipo C	16	100%

Tabla 4.9: Resumen de la clasificación lámina.

Fuente: Creado por los autores.

Según los análisis de las demandas se pudo determinar lo siguiente:

- El segmento representa el 7% de la producción.
- Presenta el segmento de menor SKU's activos
- La representación porcentual de su producción no tiene mucha variabilidad.

4.3.4 Segmento: Pescado



Ilustración 4.14: Grupos del segmento pescado.

Fuente: Creado por los autores.

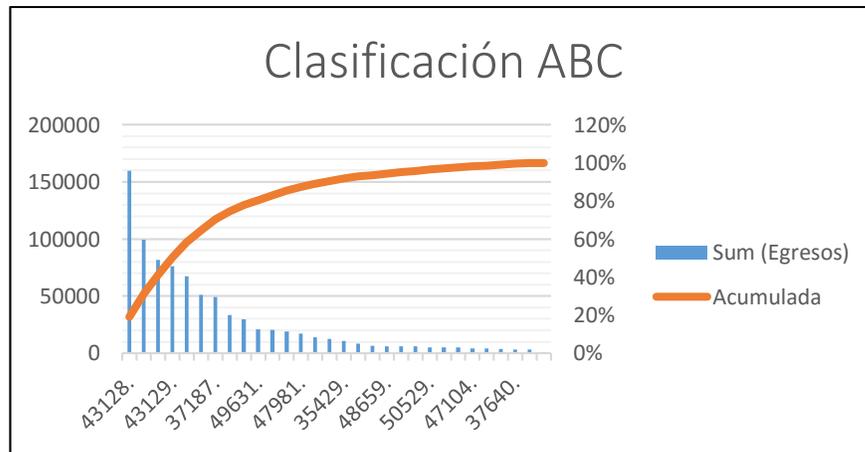


Ilustración 4.15: Pareto del grupo caja.

Fuente: Creado por los autores.

	Cantidad	Porcentaje
Tipo A	9	30%
Tipo B	10	63%
Tipo C	11	100%

Tabla 4.10: Resumen del grupo tapas.

Fuente: Creado por los autores.

4.4 Predicción de la demanda

Para poder usar los modelos ARIMA es necesario que la serie sea estacionaria ya sea en sentido amplio o en sentido estricto, por lo cual se puede verificar por medio de los siguientes factores:

- Media constante
- Homocedasticidad

Si esto no se cumple se aplican las siguientes diferencias para obtener una estacionariedad:

- I [0,1] diferencia en la parte estacional.
- I [1,0] diferencias en la parte regular.
- I [1,1] diferencias en las parte regular y estacional.

Una vez realizados estos procesos, se analizan los correlogramas de la FAT (función de autocorrelación total) y FACP (función de autocorrelación parcial) para establecer el modelo ARIMA y predecir los meses que restan del año 2016. La selección del modelo se la realizará por medio del indicador MAPE que se lo constatará con el indicador obtenido del análisis de las componentes no observadas del método multiplicativo de una serie de tiempo, esto se realizará para cada una de los segmentos de mercado establecidos y posteriormente transformarlos a la unidad de movimiento que es el pallet, para así optimizar el espacio que se tiene en la bodega, el histórico de los datos van desde enero de 2014 hasta abril de 2016.

Tapa banano

Basados en el comportamiento de las ventas mensuales se puede distinguir a breve vista que esta serie de tiempo no es estacionaria, ya que la media no es constante y presenta una heterocedasticidad.

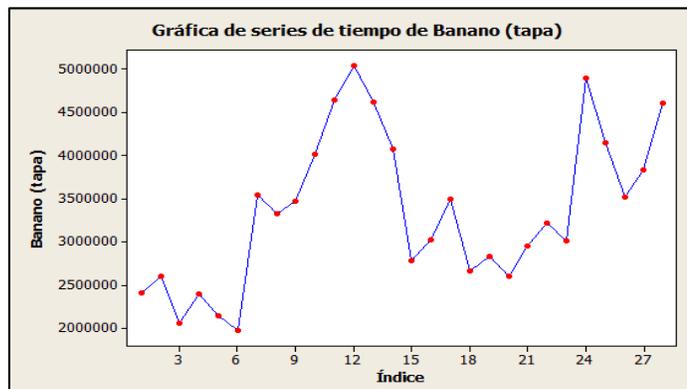
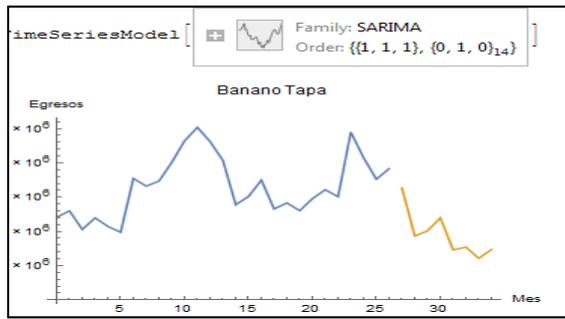


Ilustración 4.16: Egresos mensuales empaque Banano (Tapa).

Fuente: Creado por los autores.

Por medio de software estadísticos se aplican las correspondientes transformaciones a las series de tiempos llegando así a obtener un modelo SARIMA $(1,1,1) (0,1,0)$ en la que se realizó una diferencia en la parte regular $I[1,0]$, mientras que en la parte estacionaria se estableció una diferencia $I[0,1]$, con lo cual se consiguió la estacionariedad, los correlogramas establecen que tienen un componente autoregresivos y una componente de medias móviles en la parte regular, pero como se puede evidenciar en la gráfica las predicciones no se ajustan por completo a la serie de tiempo

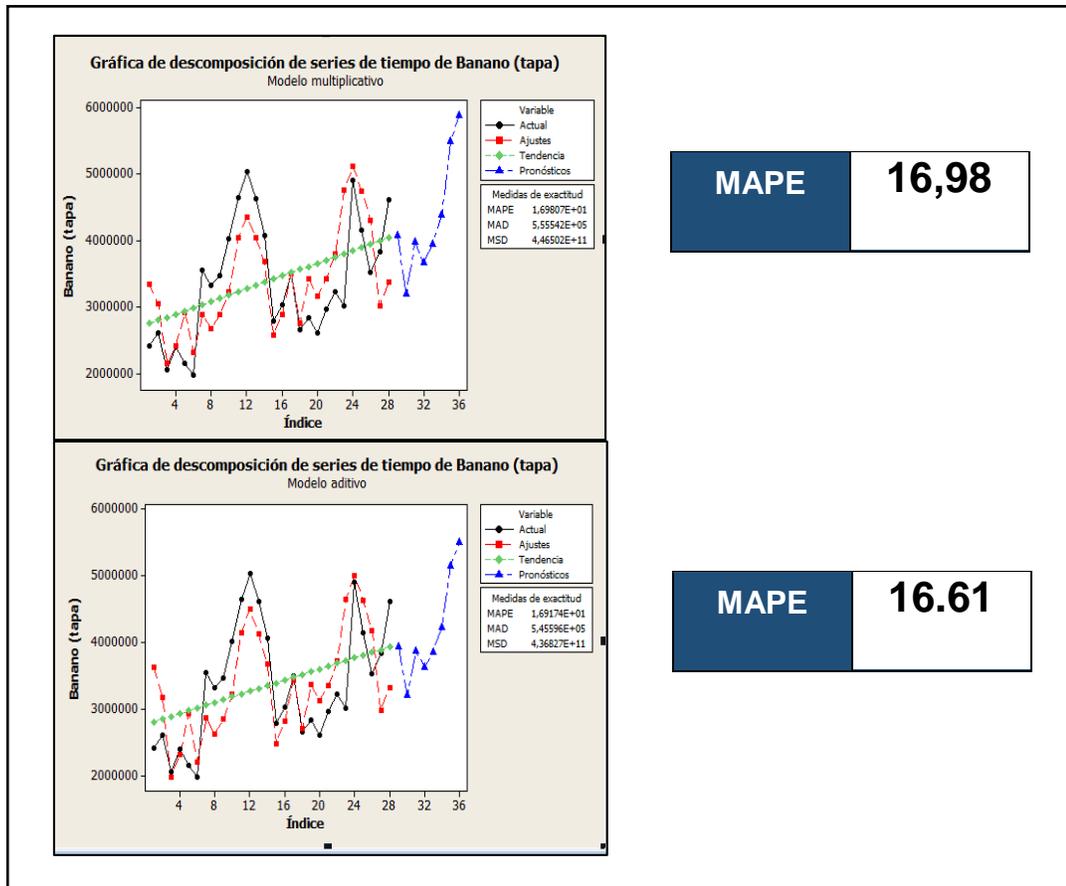


MAPE **18,37**

Ilustración 4.17: Predicción empaque Banano (Tapa).

Fuente: Creado por los autores.

Por otro lado, con la misma serie de tiempo se analizan las componentes no observadas a través del método aditivo y multiplicativo teniendo así.



MAPE **16,98**

MAPE **16.61**

Ilustración 4.18: Análisis de las componentes no observadas.

Fuente: Creado por los autores.

Una vez que se hayan analizado los indicadores de cada uno de los modelos se puede llegar a la conclusión de que el mejor que se ajusta a la serie de tiempo es el que corresponde al método aditivo de las componentes no observadas, teniendo así la siguiente predicción para lo que resta del año 2016.

Predicciones mensuales	
Mayo	3936263
Junio	3209797
Julio	3859710
Agosto	3620370
Septiembre	3855532
Octubre	4218821
Noviembre	5148988
Diciembre	5500537

Tabla 4.11: Predicción 2016 empaque Banano (tapa).

Fuente: Creado por los autores.

Basados en estos principios se establece una tabla resumen en la que se especifica el modelo óptimo de predicción con sus respectivos valores, en los anexos A, B, C se encuentran los resultados de cada uno de los modelos

Predicciones: Banano			
Segmento	Banano (tapa)	Banano (fondo)	Banano (test liner)
Modelos	Modelo aditivo	SARIMA (1,0,0)(1,1,0)	Modelo aditivo
Mayo	3936263	3756963	3653360
Junio	3209797	3152693	3061794
Julio	3859710	3653374	3618446
Agosto	3620370	3389533	3372538
Septiembre	3855532	3719320	3670638
Octubre	4218821	4036920	3954426
Noviembre	5148988	3741680	4798112
Diciembre	5500537	5046530	5190198

Tabla 4.12: Predicción empaque Banano 2016.

Fuente: Creado por los autores.

Predicciones: Flores			
Segmento	Flores (tapas)	Flores (fondo)	Flores (láminas)
Modelos	Modelo multiplicativo	Modelo multiplicativo	SARIMA (2,1,0)(0,1,1)
Mayo	270627	290295	392310
Junio	209120	210069	329894
Julio	228244	227997	477713
Agosto	229678	248662	587722
Septiembre	261232	260100	458034
Octubre	354400	378855	385559
Noviembre	301848	298320	524550
Diciembre	353925	322209	641242

Tabla 4.13: Predicción empaques Flores 2016.
Fuente: Creado por los autores.

Predicciones: Industrial / Pescado		
Segmentos	Industrial (cajas)	Pescado (cajas)
Modelos	Modelo multiplicativo	Modelo multiplicativo
Mayo	2259856	78923
Junio	2446372	44689
Julio	2271638	40064
Agosto	2436673	50959
Septiembre	2377005	35392
Octubre	2855646	72643
Noviembre	2425193	49983
Diciembre	2382957	50404

Tabla 4.14: Predicción empaques Industriales/Pescados.
Fuente: Creado por los autores.

Cada ítem se encuentra asociado a un único ejecutivo de negocio que se encarga de mantener las mejores relaciones comerciales con los clientes, los pedidos de ventas son colocados por el departamento de servicio al cliente, los cuales generan una orden de producción basados en los distintos requerimientos superficiales (clientes con productos ya registrados) o de desarrollo (proceso de creación de un nuevo producto) que se establezcan.

La orden emitida pasa hacer parte de un plan de producción en la que se le asigna una cola de espera con el objetivo de poder maximizar la productividad de la maquinaria y al mismo tiempo minimizar los residuos.

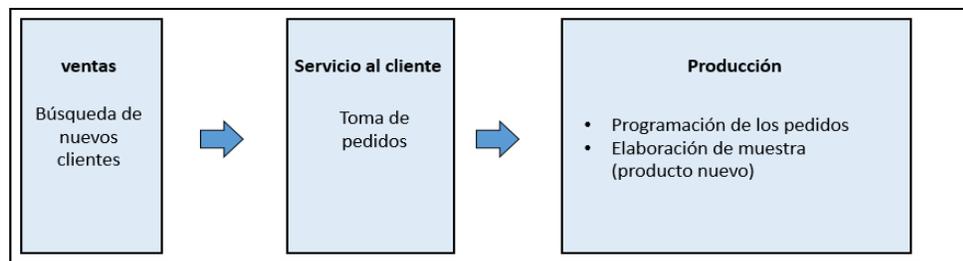


Ilustración 4.19: Proceso del procesamiento de pedido.

Fuente: Creado por los autores.

Existen productos a los que se los ha clasificado como tipo B y C, los cuales entran a producción únicamente bajo pedidos y luego pasa directo a la zona de despacho o se almacenan hasta completar la orden, por otro lado están los productos tipos A los cuales mantiene importancia comercial y representación en volúmenes de ventas, por lo que mantienen inventario, basado en estas consideraciones se propone un nuevo modelo de almacenamiento que tiene como objetivo maximizar la utilización del espacio y minimizar el tiempo de la recogida de producto.

Luego de haber obtenido la participación porcentual de los productos en los segmentos de mercadeado y sus respectivas predicciones se obtiene la cantidad de pallets que se debe almacenar, esta transformación se da por medio de la ficha industrial que ha establecido el departamento de producción, obteniendo:

Banano (Pallets)			
Segmento	Banano (tapas)	Banano (fondos)	Banano (test liner)
Modelo	Modelo aditivo	SARIMA (1,0,0)(1,1,0)	Modelo aditivo
Mayo	826	882	51
Junio	673	741	43
Julio	809	858	51
Agosto	759	796	48
Septiembre	808	874	52
Octubre	885	948	56
Noviembre	1080	879	67
Diciembre	1153	1185	73

Tabla 4.15: Pallets de empaques Banano a almacenar.

Fuente: Creado por los autores.

Industrial /Pescado (pallet)		
Segmentos	Industrial (cajas)	pescado (cajas)
Modelo	Modelo multiplicativo	Modelo multiplicativo
Mayo	136	16
Junio	147	9
Julio	137	8
Agosto	147	11
Septiembre	143	7
Octubre	172	15
Noviembre	146	10
Diciembre	143	10

Tabla 4.16: Pallets de empaque Industrial/Flores.

Fuente: Creado por los autores.

Flores (pallet)			
Segmento	flores (tapas)	Flores (fondos)	Flores (láminas)
Modelos	Modelo multiplicativo	Modelo multiplicativo	SARIMA (2,1,0)(0,1,1)
Mayo	31	32	4
Junio	24	23	3
Julio	26	25	4
Agosto	26	27	5
Septiembre	30	29	4
Octubre	40	41	3
Noviembre	34	33	5
Diciembre	40	35	5

Tabla 4.17: Pallets de empaque Flores.

Fuente: Creado por los autores.

4.5 Flujo de mercancías

Uno de los principales objetivos es poder maximizar la utilización del almacén, por ello es necesario determinar el flujo que tiene la mercancía ya que este será el input principal para la ubicación de los productos.

Luego del análisis correspondiente se pudo determinar que el flujo se ajusta al modelo de una línea recta, por lo que los productos van pasando consecutivamente por los siguientes procesos:

1. Producción	4. Preparación de pedidos
2. Despacho / Recepción	5. Despachos
3. Almacenamiento	

Tabla 4.18: Procesos del flujo de mercancías.

Fuente: Creado por los autores.

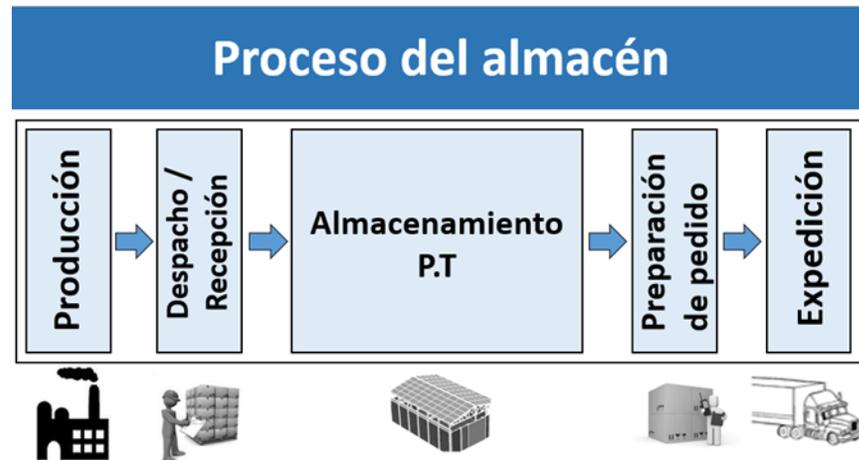


Ilustración 4.20: Flujo de mercancías.
Fuente: Creado por los autores.

4.6 Dimensiones de la bodega

La organización cuenta con una infraestructura de las siguientes dimensiones:

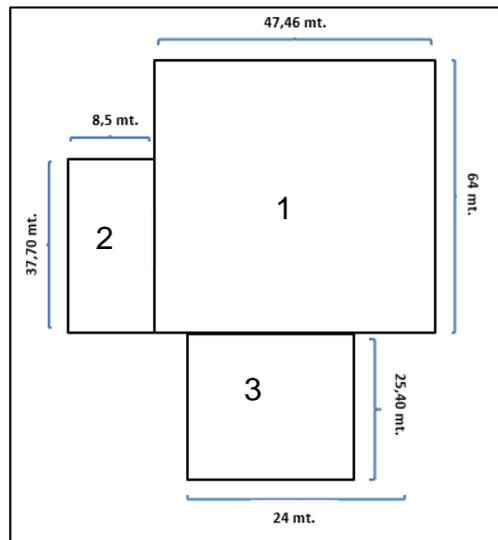


Ilustración 4.21: Dimensiones del almacén de producto terminado.
Fuente: Creado por los autores.

4.7 Estanterías

En la zona superior uno y dos presentada en la ilustración 4.21 no se encuentra ninguna estructura metálica que permita el almacenamiento, por lo que se los coloca sobre el piso un pallet sobre otro, de acuerdo a las condiciones físicas de los productos dados por el departamento de producción establece que se puede realizar una estiba de 3 unidades, pero en los límites del almacén este valor es reducido a 2 unidades por las condiciones propias de estructura, por otro lado en la zona 3 se encuentra estanterías simples de 3 niveles de altura.



Ilustración 4.22: Forma de almacenamiento.

Fuente: Creado por los autores.

4.8 Soporte de carga

Dentro de la gestión del almacén, la mercadería se mueve por medio de pallets de distintas dimensiones, las cuales se ajustan a las necesidades del mercado:

- Pallet Banano: 1,30 x 1,90 Mt.
- Pallet Industrial: 1,20 x 1,20 Mt.

4.9 Maquinaria

La maquinaria que se usará para el movimiento de la carga es una carretilla elevadora frontal de funcionamiento a base de GLP. Con una capacidad de 2000 a 3000 Kg, el equipo necesita un radio de 3,66 metros para poder maniobrar sin problemas en los pasillos.



Ilustración 4.23: Uso de equipo de manipulación.

Fuente: Servicio integral de carretillas y elevadores.

4.10 Unidades pallets

Basado en las predicciones de la demanda, las dimensiones de la bodega y de la unidad de manipulación, se han designado los siguientes espacios para el almacenamiento.

Segmentos	Grupo	Unidades/pallet
Banano	Tapa	1575
	Fondo	980
	Test Liner	14400
Industrial	Caja	1000
Flores	Tapa	1575
	Fondo	400
	Lámina	17500
Pescado	Caja	1825

Tabla 4.19: Unidades Pallet.

Fuente: Creado por los autores.

4.11 Diseño de la bodega

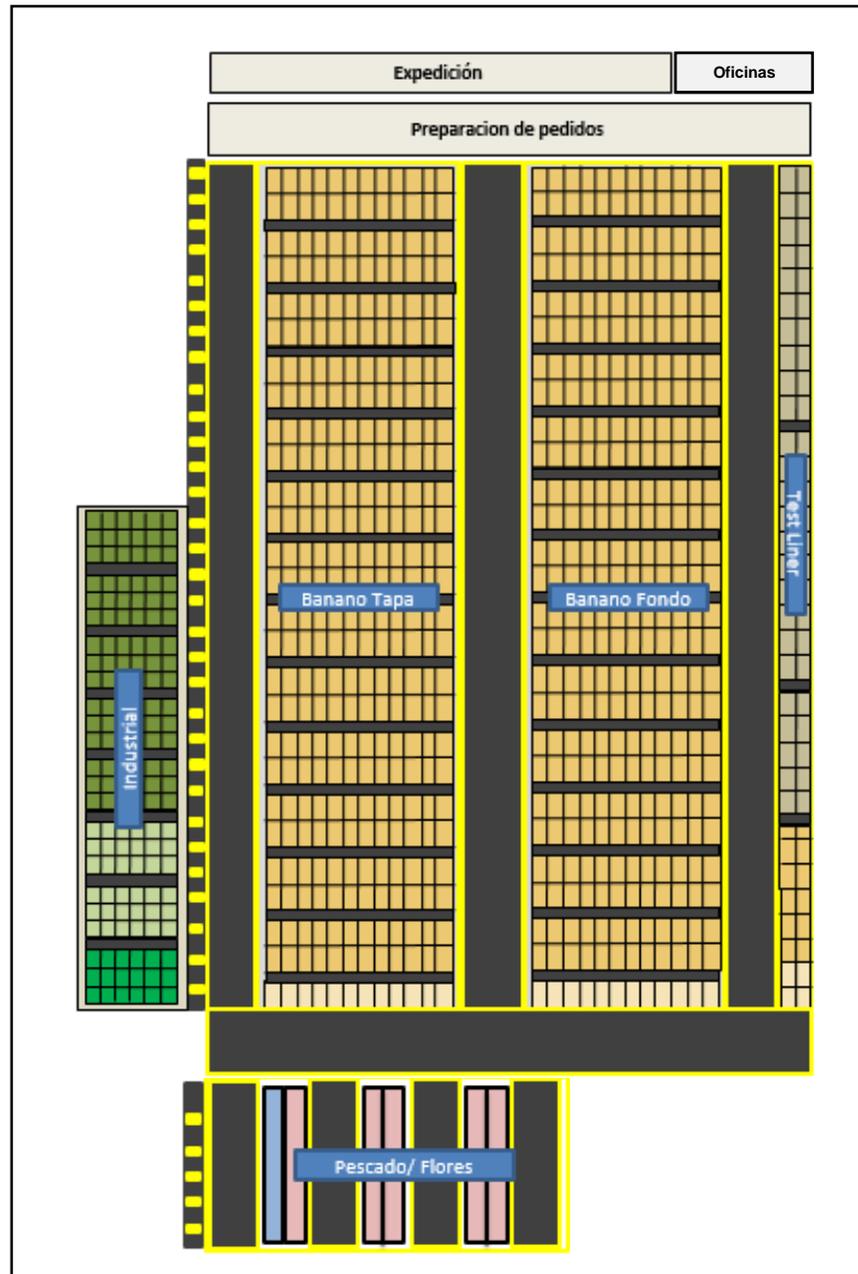


Ilustración 4.24: Distribución del espacio.

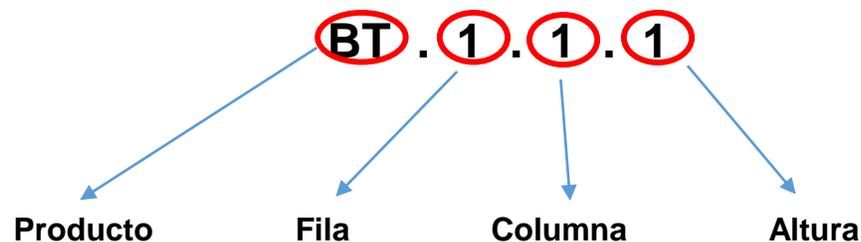
Fuente: Creado por los autores.

Segmentos	Espacio
Banano	2138
Industrial	288
Flores	135
Pescado	27

Tabla 4.20: Distribución del espacio.

Fuente: Creado por los autores.

En el proceso de distribución del espacio se ha considerado la necesidad de establecer un pequeño espacio de una longitud de 80 centímetros entre cada una de los bloques de almacenamiento con el objetivo de permitir el acceso al coordinador de producto terminado, para que pueda realizar las distintas tareas mencionadas en su manual de procedimiento tales como: revisión en la confiabilidad del inventario, medición de indicadores, etc. Las ubicaciones establecidas serán requeridas en el momento de ingresar en el sistema de información con el que trabaja la organización el cual estará dado bajo el siguiente formato:



El almacenamiento se debe cumplir al 100% de los productos categorizados como tipo A, por otro lado, se establecen las áreas que permita el almacenamiento temporal del producto que serán expedidos de forma directa de los segmentos de

banano e industrial, además del lugar destinado a las fracciones de producto, dando como resultado el siguiente diseño:

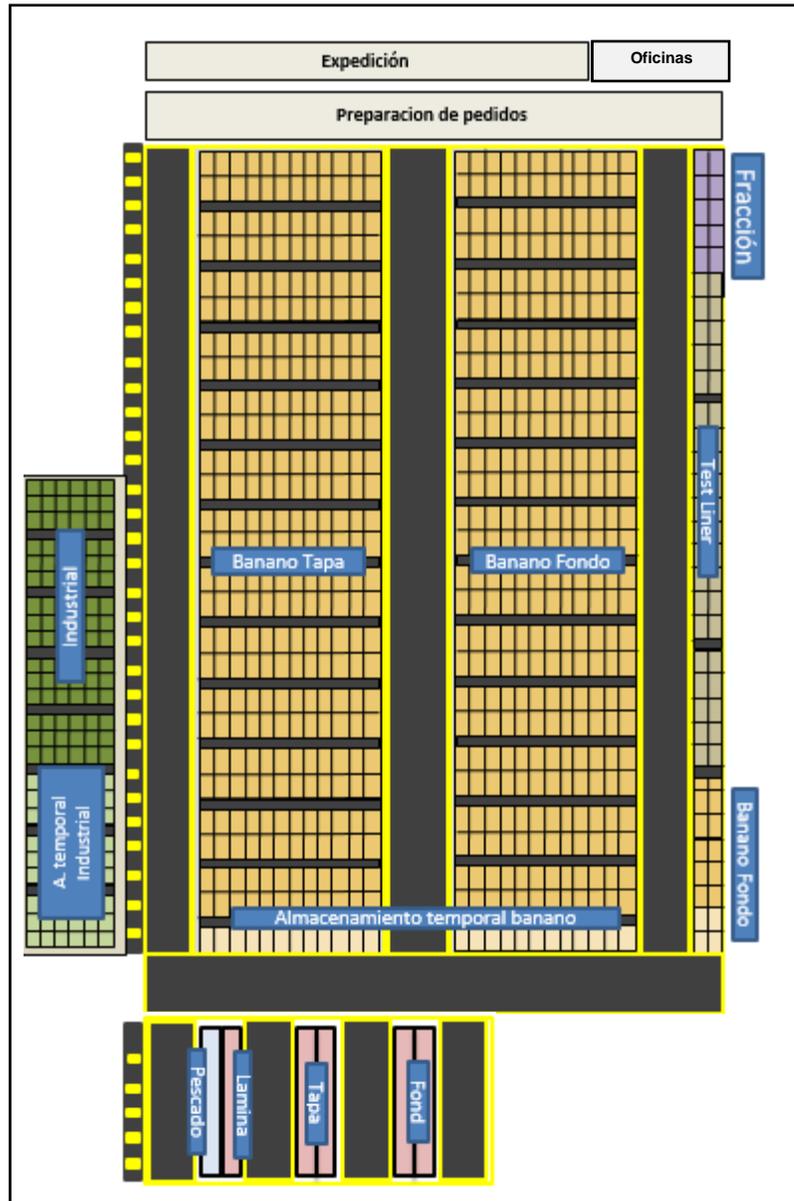


Ilustración 4.25: Distribución de espacio por grupo.

Fuente: Creado por los autores.

Segmentos	Grupos	Ubicaciones
Banano	Tapas	990
	Fondos	1030
	Test Liner	72
	Fracciones	10
	Reservas	36
Industrial	Cajas	180
	Reservas	108
Flores	Tapas	54
	Fondos	54
	Láminas	27
Pescado	Cajas	27

Tabla 4.21: Unidades pallet de los diferentes grupos.

Fuente: Creado por los autores.

4.12 Métodos de almacenamiento

Dado que el almacén no cuenta con estanterías dinámicas (DRIVE-IN) que permiten el manejo completo del FEFO en los segmentos de banano e industrial, se ha diseñado la ubicación de productos al punto que se ajusta a un modelo de almacenamiento LIFO pero la cantidad de productos dentro de esta pila es mínima, con el objetivo de asegurar la calidad del producto, la cual nos dice que los empaques no pueden permanecer dentro del almacén de producto terminado de la organización por más de un año, por lo que comienza a perder condiciones físicas y químicas que demanda los productos que serán empacados, el almacenamiento en las estanterías si cumplen el almacenamiento FEFO.

4.13 Bin Packing

Los espacios que se han determinado para el almacenamiento cubren por completo la demanda de los productos tipos "A" más el espacio para productos en tránsito. La clasificación ABC del segmento industrial involucra de forma directa la importancia comercial y el volumen de ventas, por lo que se presentan productos tipo B y C que pertenecen a una misma línea empresaria de los productos A, por consiguiente, se debe mantener inventario de estos productos.

Función objetivo:

$$\text{Maximizar } z = \sum_j^m \sum_i^n U_i * X_{i,j}$$

Sujeto a:

$$\sum_{i=1}^n d_i * X_{i,j} \leq q_j * Y_j$$

Donde:

n: Número de productos; i=1, 2, 3, ..., n

m: Número de bloques en el almacenamiento; j=1,2,3, ..., m

U_i : Utilidad por ítem almacenado

d_i : Demanda por ítem

q_j : Capacidad de los bloques

$X_{i,j}$: Variable binaria que asigna el producto i al bloque j

Y_j : Variable Binaria de utilización del bloque

Los parámetros que hacen referencia a la demanda, utilidad y capacidad se encuentra en el anexo 4, el modelo da como resultado lo siguiente:

	bloque1	bloque2
35022		1.000
35420		1.000
35421		1.000
35987		1.000
36671	1.000	
38350		1.000
43602		1.000
44955		1.000
44956	1.000	
44958	1.000	
44959	1.000	
44968	1.000	
46852	1.000	
46935	1.000	
48119		1.000
48403		1.000
47941		1.000
48131		1.000
49787		1.000
50077	1.000	
50305	1.000	
50608	1.000	
46673	1.000	

Ítem	bloque 1	bloque 2
35022		4
35420		3
35421		3
35987		2
36671	4	
38350		3
43602		2
44955		2
44956	2	
44958	3	
44959	2	
44968	2	
46852	4	
46935	5	
48119		5
48403		4
47941		4
48131		2
49787		2
50077	3	
50305	3	
50608	3	
46673	5	
Total	36	36

Bloques	espacios
Bloque 1	36
Bloque 2	36
Transito	36
Total	108

Ilustración 4.26: Resumen Bin Packing.

Fuente: Creado por los autores.

4.14 Gestión del almacén

Luego de que se haya definido el patrón de comportamiento de la demanda en pallets por cada uno de los segmentos de mercado y que se haya dado ubicación de forma óptima dentro del almacén, ahora es necesario establecer un sistema de control que permita gestionar el inventario e identificar las distintas eventualidades externas. Para ello se ha establecido los distintos indicadores.

1. Confiabilidad del inventario

- IRA (Inventory record accuracy): Existencia/SKU.

Dependiendo de lo que se esté midiendo, el indicador permite porcentajes de tolerancia sobre todo cuando se trabajan con piezas muy pequeñas, pero dado la naturaleza del producto se tendrá un 0% de tolerancia, teniendo como formula la siguiente:

$$IRA: \frac{\text{Número SKU's correctos}}{\text{Número total de SKU's}} * 100$$

Se considera como SKU's correctos como aquellos que la cantidad física sea igual a la que mantiene el sistema.

- IRA (Inventory record accuracy): Existencia/Pallet.

Este indicador permitirá evaluar el trabajo de producción e identificar robos, ya que mide la cantidad de productos en un pallet, ya que la cantidad es fija por segmento.

$$IRA: \frac{\text{Número de SKU's correctos (Unidades por pallet)}}{\text{Número total de SKU's}} * 100$$

2. Utilización del espacio

$$\text{Uso de espacio: } \frac{\text{Espacios utilizados}}{\text{Total de espacios}} * 100$$

Este indicador se establece para conocer la utilización de cada uno de los segmentos.

Los indicadores mencionados son aquellos que permiten analizar la gestión del inventario dentro del almacén.

3. Desperdicio.

$$\text{Cantidad de productos vencidos : } \frac{\text{número de productos vencidos}}{\text{Unidad de tiempo}}$$

Este indicador permite tener una medición de la cantidad de producto que entra en estado de obsolescencia, por cada revisión periódica que se establezca.

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

INTRODUCCIÓN

En este capítulo se dan los argumentos finales a los que se llegó luego de la ejecución de cada uno de los objetivos planeados en el capítulo uno del proyecto, al igual que las distintas recomendaciones que permitirá que las organizaciones mantengan de forma eficiente el proyecto y el mismo presente resultados positivos a lo largo del tiempo.

5.1 Conclusiones

El planteamiento y la ejecución del proyecto repercuten de forma directa en la disminución de los tiempos de manipulación de la carga y preparación de pedidos, estas mejoras han hecho que el siguiente eslabón secuencial de la cadena de suministros; a lo que se hace referencia al transporte, también se vea optimizado.

La mejora en el transporte se la puede medir a través del número promedio de vehículos despachadas por mes, como se muestra en el siguiente resumen:

	Tipo de flota	Antes	Después	Crecimiento
Número promedio de vehículos despachados / mes	Grande	795	906	14%
	Mediano	123	207	69%
	Pequeño	87	89	3%

Tabla 5.1: Mejoras en la gestión de transporte.

Fuente: Creado por los autores.

	Antes	Después
Número promedio de órdenes despachados / mes	1927	2231

Tabla 5.2: Aumento en el número de órdenes despachadas.

Fuente: Creado por los autores.

Los valores son respaldados por medio de dos factores:

1. No se realizó ningún cambio en la cantidad de trabajadores.
2. Los productos que son trasladados en vehículos medianos van completamente politizado.

5.2 Recomendaciones

- La gestión global del almacén puede mejorarse al momento de que se evalué las actividades claves de los puestos de trabajo, por medio de indicadores. Algunos de ellos pueden ser:

Puesto de trabajo	Indicadores	Fórmula
	Volumen despachado por equipo de trabajo	
Despachador	Porcentaje de despachos inconformes.	$\frac{\text{Ordenes inconformes}}{\text{Total de ordenes}} * 100$
Estibadores	Tiempo promedio de embarcar la orden	$\frac{\text{Ordenes embarcadas}}{\text{Tiempo operativo}} * 100$
Montacarguista	Porcentaje de utilización de montacargas	$\frac{\text{Tiempo de servicio}}{\text{Tiempo operativo}} * 100$
Logística	Tiempo promedio de operación del vehículo	$\frac{\text{Tiempo Operativo}}{\text{Total de vehículos}} * 100$

Tabla 5.3: Indicadores de Gestión logística.

Fuente: Creado por los autores.

- Actualmente se usan códigos de barras para registrar los movimientos de los productos por parte del lector (Hand Held). Para agilizar la operación se propone un cambio a códigos QR, el cual permitirá almacenar con mayor detalle la trazabilidad de los productos, sin contar el direccionamiento de la información hacia el sistema.

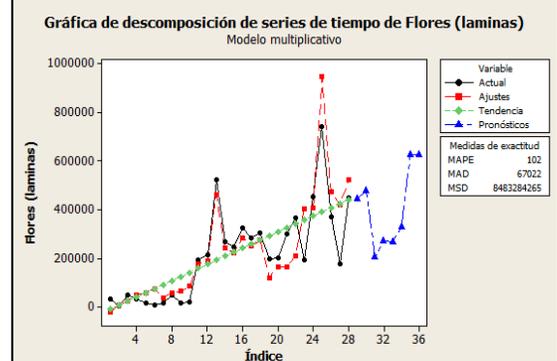
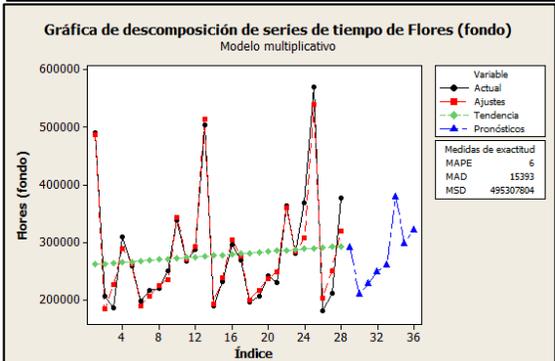
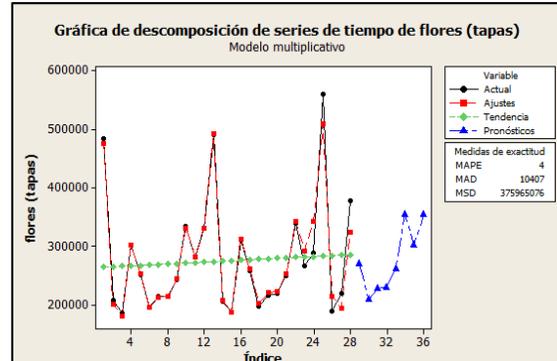
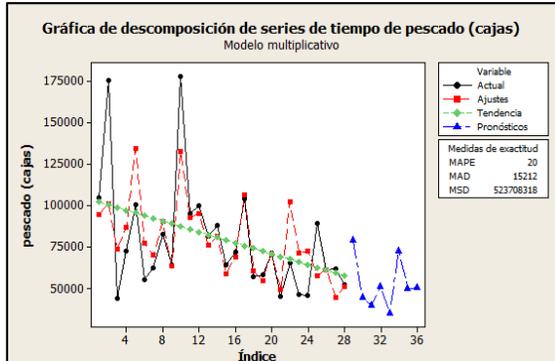
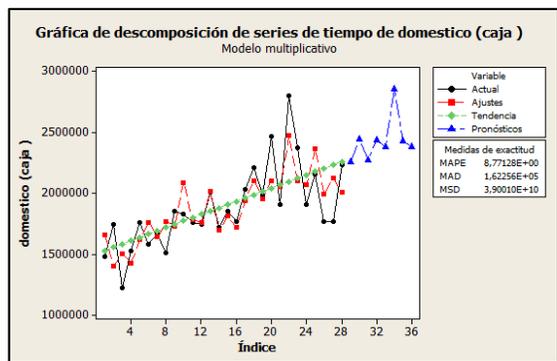
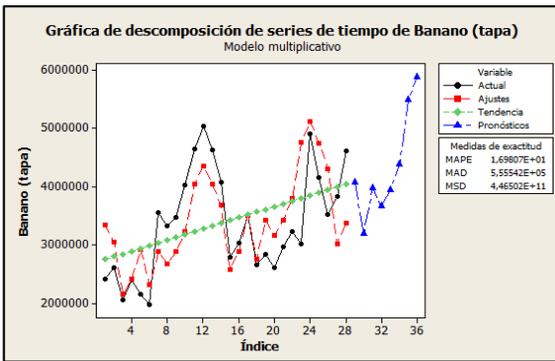
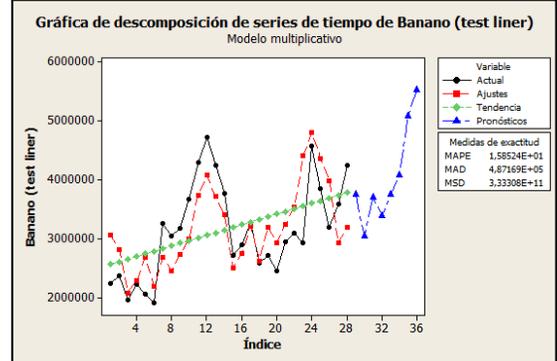
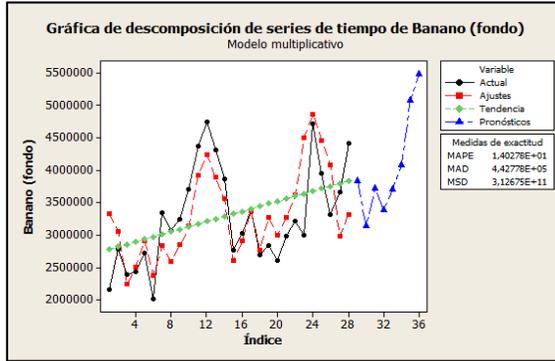
- Dentro de la distribución del almacén se establecieron ubicaciones en las que se colocaron productos fragmentados, es decir cuando el pedido del cliente no es múltiplo de un pallet completo, por ello se recomienda que los diferentes ejecutivos de negocios puedan realizar la gestión correspondiente para que esto se valla mitigando en el tiempo.

Bibliografía

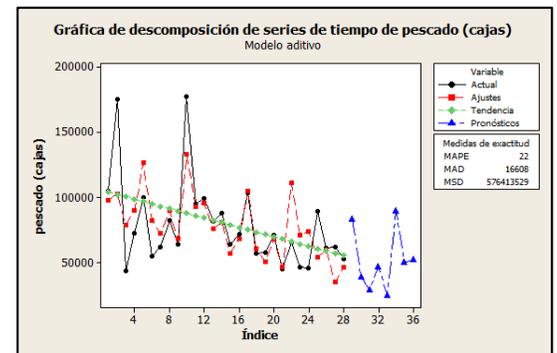
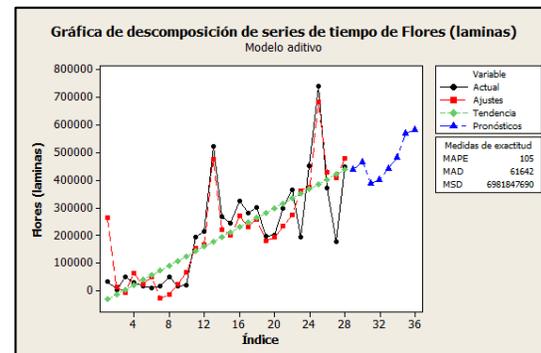
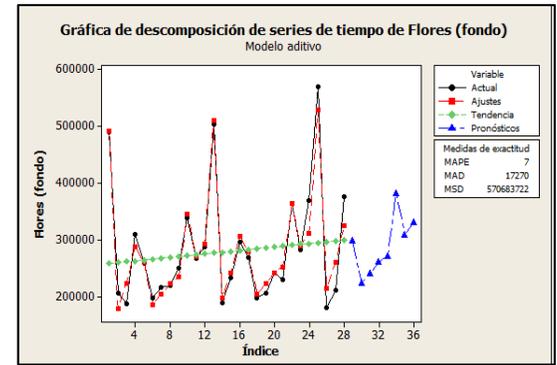
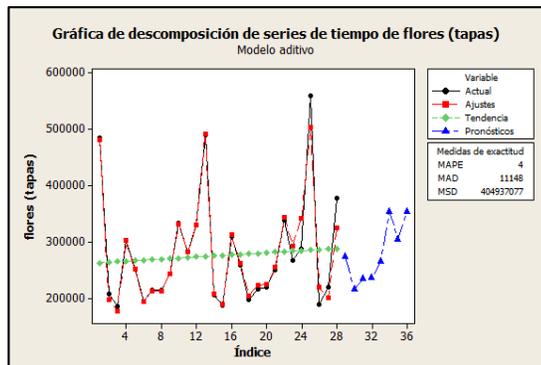
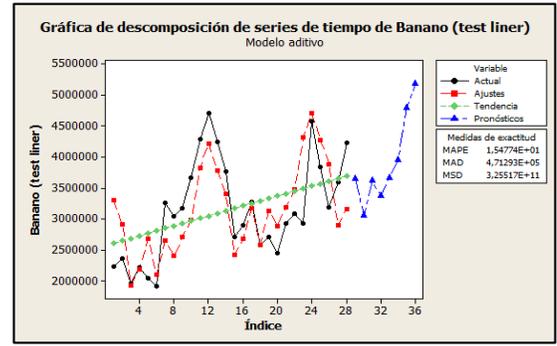
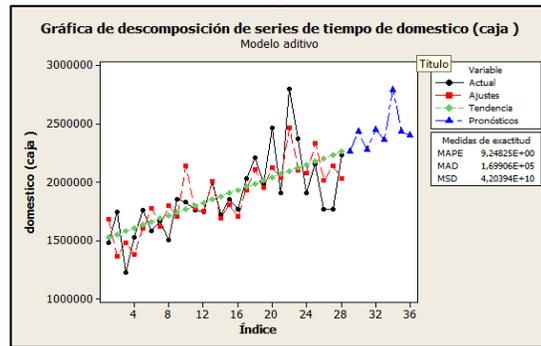
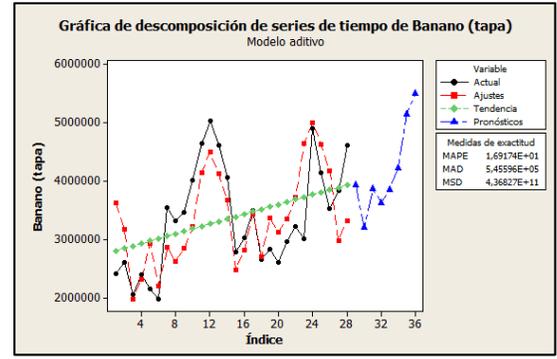
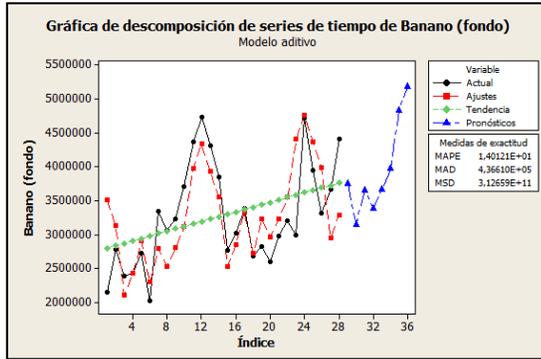
- [1] Abdul Zuluaga, R. A. (Junio de 2014). Indicadores logísticos en la cadena de suministro. Recuperado el 15 de Mayo de 2016, de Universidad de Magdalena:
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5114787>
- [2] GUEVARA, L. J. (Abril de 2015). Design of a model of storage and distribution of equipment and materials in the warehouse of saexploration – Colombia Branch . Recuperado el 15 de Mayo de 2016, de Universidad Militar Nueva Granada, Facultad de ingeniería, Especialización Gerencial en Logística Integral :
<http://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/13722/2/Dise%C3%B1o%20de%20un%20modelo%20de%20almacenamiento%20y%20distribuci%C3%B3n.pdf>
- [3] Ojeyinka, T. O. (8 de septiembre de 2015). Obtenido de Foundation of Computer Science FCS, New York, USA:
<http://www.caeaccess.org/research/volume2/number8/ojeyinka-2015-cae-651851.pdf>
- [4] Salvatierra, L. A. (2013). Diseño de un modelo de soporte a la decisión de asignación de ubicaciones de mercadería en un almacén de agroquímicos. Recuperado el 15 de Mayo de 2016, de Escuela Superior Politécnica del Litoral:
<https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/24814/1/Tesis%20Luis%20Fern%C3%A1ndez%20S-2013.pdf>

- [5] Varas, A. R. (6 de 11 de 2015). Modelo de Predicción de demanda de gas . Recuperado el 15 de Mayo de 2016, de Universidad Complvtensis: <http://eprints.sim.ucm.es/35083/1/TFM%20Alberto%20Ramirez.pdf>

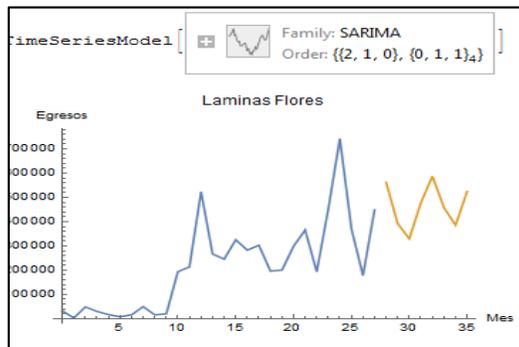
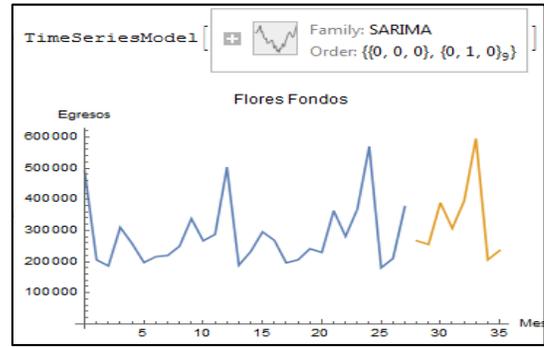
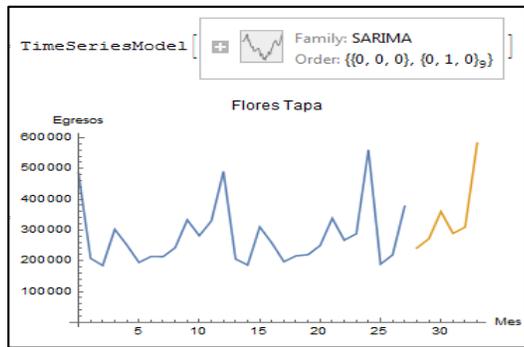
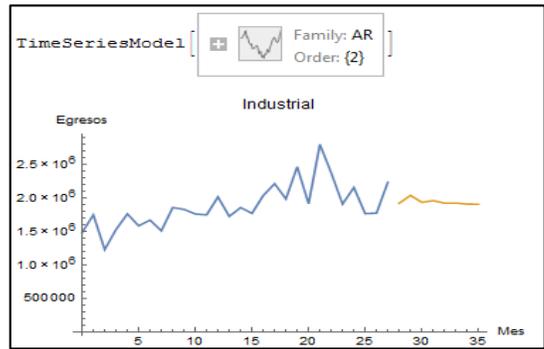
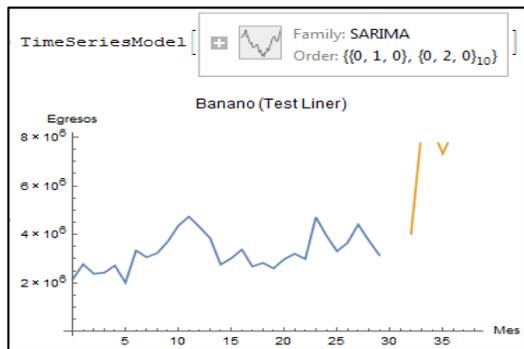
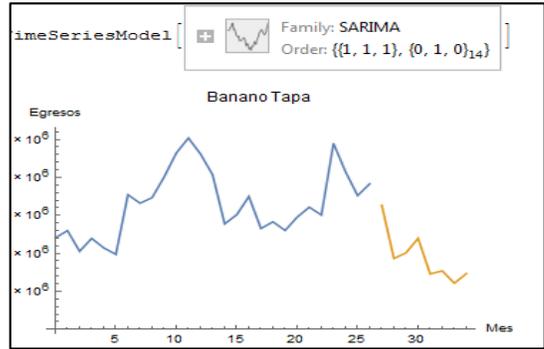
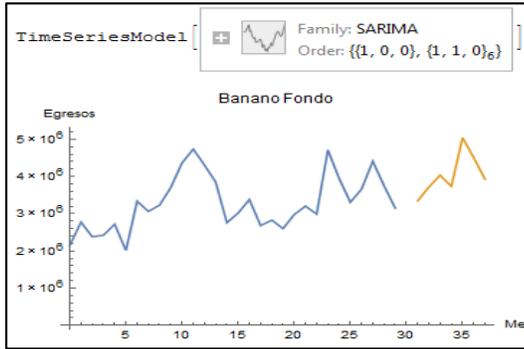
ANEXO A: Método multiplicativo



ANEXO B: Método aditivo



ANEXO C: Modelos autoregresivos integrales de medias móviles



ANEXO D: Parámetros del modelo matemático

Ítem	peso	Utilidad	Ítem	peso	Utilidad
35022	4	1,41	46852	4	0,57
35420	3	1,36	46935	5	0,66
35421	3	0,40	48119	5	1,39
35987	2	0,78	48403	4	1,19
36671	4	1,34	47941	4	1,17
38350	3	1,28	48131	2	1,03
43602	2	1,10	49787	2	1,21
44955	2	0,48	49827	11	0,77
44956	2	1,31	50077	3	1,24
44958	3	0,40	50305	3	1,31
44959	2	1,16	50608	3	0,85
44968	2	1,01	46673	5	0,91

Capacidad por bloques	36
------------------------------	----

ANEXO E: Solución del modelo

	Bloque1	Bloque2
35022		1.000
35420		1.000
35421		1.000
35987		1.000
36671	1.000	
38350		1.000
43602		1.000
44955		1.000
44956	1.000	
44958	1.000	
44959	1.000	
44968	1.000	
46852	1.000	
46935	1.000	
48119		1.000
48403		1.000
47941		1.000
48131		1.000
49787		1.000
50077	1.000	
50305	1.000	
50608	1.000	
46673	1.000	

----	112 VARIABLE w.L
Bloque1	36.000, Bloque2 36.000

----	112 VARIABLE z.L
23.000	funcion objetivo