TESIS
IID998
M356
V.1

UNIVERSIDAD CATOLICA ANDRES BELLO

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN MODELO Y UNA POLÍTICA PARA EL MANEJO DEL INVENTARIO DE LUBRICANTES DE UNA EMPRESA COMERCIALIZADORA DE PRODUCTOS DERIVADOS DEL PETROLEO. CASO: DELTAVEN

Este Jurado; una vez realizado el examen del presente trabajo ha evaluado su contenido con el resultado: 19

JURADO EXAMINADOR

Firma:	Firma:	Firma:
Nombre: Oswald Carvajal CIV 79521	Nombre: Mariela Fermín CI 6.089167	Nombre: José M. Socas.

Universidad Católica Andrés Bello
BIBLIOTECA
Caracas

REALIZADO POR	MARTINEZ IBARRA, DEBORAH C. NOUEL FERNÁNDEZ, CARMEN E.
PROFESOR GUIA	Lic. MARIELA FERMÍN
FECHA	18 DE MAYO DE 1998

A Dios y
A nuestros Padres.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Dios por darnos la fortaleza que ha hecho posible la realización de nuestras metas y anhelos.

Especialmente agradecemos a nuestros padres y hermanos, cuyo apoyo incondicional ha sido vital durante el transcurso de la carrera y la realización de este trabajo.

Es importante hacer resaltar el apoyo brindado por parte del personal de la Gerencia de Operaciones y Logística del Almacén de la Planta de Distribución Yagua y del Almacén Cardón de DELTAVEN, por su paciencia y atención.

Agradecemos también a nuestros amigos, especialmente a Alejandro Martínez y a Nolberto Quintero, y a otras personas que de una u otra forma contribuyeron con la realización de este Trabajo Especial de Grado.

Agradecemos a nuestra tutora Lic. Mariela Fermín por su guía y apoyo en el transcurso de la realización de este trabajo.

Por último, agradecemos a los profesores Francisco Arvelo y Oswald Carvajal por atender amablemente muchas de nuestras dudas.

¡Gracias a todos!

SINOPSIS

SINOPSIS

Este Trabajo Especial de Grado tiene como propósito fundamental diseñar un modelo conceptual y una política de inventario para los aceites lubricantes envasados que se manejan en los almacenes de Yagua y Cardón los cuales son comercializados por la Empresa Deltaven. Estos aceites son producidos por las plantas envasadoras El Palito y Cardón. El modelo y la política de inventario tienen la finalidad de mejorar la calidad de la atención al cliente disminuyendo la escasez de productos. El modelo resuelve problemas típicos del control del inventario como cuándo y cuánto pedir y calcula máximos, mínimos y stock de seguridad, tomando en cuenta la demanda, el factor costo y el inventario físico dentro de los almacenes.

El plan por medio del cual se llevó a cabo el Trabajo Especial de Grado se dividió en las siguientes etapas:

Etapa I. Planificación. En esta fase se determinaron los puntos principales que serían objeto de estudio a lo largo del Trabajo Especial de Grado.

Etapa II. Fundamentación Teórica. Se recabaron todos los conceptos básicos necesarios para el desarrollo del estudio.

Etapa III. Levantamiento de Información. La primera fase de esta etapa fue la realización de entrevistas. También se revisaron otras fuentes informativas, entre ellas se pueden mencionar: manuales, archivos, publicaciones, etc. Es importante destacar que la fuente principal de información del Trabajo Especial de Grado fue el sistema de control de inventario llamado S.I.L. (Sistema Integral de Logística), implantado en Yagua desde Enero y en Cardón desde Abril del año 1997.

Etapa IV. Elaboración de una Base de Datos. Una vez recopilados los datos, se procedió a cargarlos en una base de datos creada en una Hoja de Cálculo Excel.

Etapa V. Análisis de los Datos. Para efectuar el análisis de los datos obtenidos en las etapas anteriores, se realizaron las siguientes acciones: (a)la clasificación de los productos de acuerdo a los niveles de rotación, empleando el sistema de selectividad ABC en cada grupo de productos del mismo tipo de envase (tambores, pailas, envases 24x1 y

empaques); (b) el análisis de la demanda compuesto por tres partes fundamentales: (1) el diagnóstico de los posibles problemas que puedan afectar la satisfacción de la demanda de los productos, (2) el estudio estadístico de la demanda (pruebas de bondad del ajuste) y (3) la selección de la técnica de pronóstico más adecuada para la demanda; (c) análisis estadístico del tiempo de reposición (histogramas de frecuencia y gráficas).

Etapa VI. Elaboración del Modelo matemático y de La Política de Inventario. En base a las características encontradas en las etapas anteriores, se diseñaron dos modelos de inventario, uno para los productos de alta rotación y otro para los de media y baja rotación. Se realizó la validación de cada modelo de la siguiente manera: para los productos de alta rotación se validó comparando los costos reales y los teóricos, observándose un ahorro en los mismos. Para validar el modelo de los productos de media y baja rotación se diseñó un índice llamado "Indice de satisfacción", que se calculó simultáneamente con datos reales y teóricos (proporcionados por el modelo), se compararon ambos resultados observándose también un mejor efecto en el índice calculado con los datos teóricos. Este índice evalúa la satisfacción de la demanda por producto con un nivel adecuado de inventario físico.

Etapa VII. Conclusiones y Recomendaciones. Las conclusiones más importantes del estudio fueron las siguientes: (1) de la gran cantidad de productos que existen en ambos almacenes, sólo un pequeño grupo de productos merece un estricto control de inventario (grupo A o de alta rotación). (2) El estudio estadístico de la demanda de los productos de alta rotación arrojó como resultado un comportamiento caracterizado por una curva normal. A el resto de los productos no se les realizó estudios estadísticos, ya que por su escasa demanda no requieren este tipo de estudio. (3) El tiempo de reposición se tomó como constante para ambos modelos por presentar pocas variabilidades en el estudio. (4) Si se implantaran en el futuro los modelos de inventario, se lograrían mejoras económicas importantes en los almacenes. Entre las recomendaciones se pueden mencionar: (1) mantener actualizados los estudios elaborados en el trabajo. (2) Diseñar un software que se adapte a los requerimientos del modelo.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL

Pág.

INTRODUCCIÓN iv

CAPÍTULO I 1

PRESENTACIÓN DE LA EMPRESA 1

1.1.- Reseña histórica y descripción de la Empresa 1

1.2.- Misión y Visión de Deltaven 3

1.2.1. Misión 3

1.2.2. Visión 3

1.3.- Misión y Visión de los almacenes 3

1.3.1. Misión 3

1.3.2. Visión 4

1.4.- Estructura organizativa 4

1.4.1. Estructura de la Empresa 4

1.4.2. Estructura de la Gerencia de Operaciones y Logística 5

1.4.3. Estructura de los almacenes 5

CAPÍTULO II 6

JUSTIFICACIÓN Y ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN 6

2.1. Objetivos 6

2.1.1. Generales 6

2.1.2. Específicos 6

2.2. Alcance y premisas 7

2.2.1. Alcance 7

2.2.2. Premisas 7

2.3. Limitaciones 8
2.4. Antecedentes de la investigación 8

CAPÍTULO III 10
MARCO METODOLÓGICO 10

CAPÍTULO IV 14
DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL 14
4.1. Descripción general de los almacenes 14
4.2. Sistema de selectividad ABC 14
4.3. Diagnóstico del comportamiento de los parámetros involucrados en el manejo del inventario 19
4.3.1. Demanda 19
4.3.1.1. Identificación de los posibles problemas que puedan afectar la satisfacción de la demanda 19
4.3.1.2. Comportamiento de las curvas de la demanda 29
4.3.2. Tiempo de reposición 30
4.3.3. Espacio disponible en ambos almacenes 30
4.4. Forma de elaborar los pedidos 30
4.5. Relación entre ambos almacenes 32
4.6. Plantas envasadoras 32
4.6.1. Sistema productivo 32
4.6.2. Capacidad 33

CAPÍTULO V 34
ESTUDIOS ESTADÍSTICOS 34
5.1. Introducción 34
5.2. Demanda 34
5.2.1. Histogramas de frecuencia y pruebas de la P-P Normal 34
5.2.2. Pruebas de bondad del ajuste 34

5.3. Tiempo de reposición 37

CAPÍTULO VI 42

PRONÓSTICO DE LA DEMANDA 42

6.1. Introducción 42

6.2. Selección del modelo 42

6.3. Selección de la constante de suavización (α) 44

6.4. Señal de rastreo 45

6.5. Metodología del proceso de pronóstico 46

CAPÍTULO VII 47

MODELO DE INVENTARIO 47

7.1. Selección del modelo 47

7.2. Modelo de inventario para productos de alta rotación 49

7.2.1. Costos asociados con el manejo del inventario 49

7.2.1.1. Costo fijo (K) 49

7.2.1.2. Costo de adquisición (Ca) 50

7.2.1.3. Costo de fabricación (P) 50

7.2.1.4. Costo de almacenamiento (H) 51

7.2.1.5. Costo de escasez (S) 51

7.2.2. Premisas del modelo 52

7.2.3. Desarrollo matemático del modelo 53

7.2.4. Pasos para aplicar el modelo 57

7.2.5. Validación del modelo 58

7.2.6. Dinámica del modelo 60

7.3. Modelo de inventario para productos de media y baja rotación 61

7.3.1. Premisas del modelo 62

7.3.2. Análisis de las variables manejadas en el modelo 62

7.3.3. Dinámica del modelo 64

7.3.4. Presentación del modelo 64

7.3.5. Validación del modelo 64
7.4. Política de inventario 66
7.4.1. Procedimientos 66
7.4.4. Logística resultado de la Política de inventario 68

CAPÍTULO VIII 70
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 70
8.1. Conclusiones 70
8.2. Recomendaciones 72

BIBLIOGRAFÍA 74

ÍNDICE DE TABLAS, GRÁFICAS Y FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS, GRÁFICAS Y FIGURAS

TABLAS

CAPITULO IV

4.1. Resumen de la clasificación ABC 19

Almacén Yagua

4.2. Incidencia de los no despachos por tipo de envase 20

Almacén Cardón

4.3. Incidencia de los no despachos por tipo de envase 20

Almacén Yagua

4.4. Influencia de las causas de no despacho en tambores 22

4.5. Influencia de las causas de no despacho en 24x1 23

4.6. Influencia de las causas de no despacho en pailas 23

4.7. Influencia de las causas de no despacho en empaques 24

Almacén Cardón

4.8. Influencia de las causas de no despacho en tambores 24

4.9. Influencia de las causas de no despacho en 24x1 25

4.10. Influencia de las causas de no despacho en pailas 26

4.11. Influencia de las causas de no despacho en empaques 26

4.12. Porcentajes de escasez en los almacenes de Yagua y de Cardón 27

Almacén Yagua

4.13. Ventas programadas Vs. Ventas no programadas 28

Almacén Cardón

4.14. Ventas programadas Vs. Ventas no programadas 28

4.15. Opción espacio disponible del inventario 32

CAPÍTULO V

Almacén Yagua

5.1. Tiempos de reposición de los productos tipo A 37

5.2. Tiempos de reposición de los productos tipo B 38

5.3. Tiempos de reposición de los productos tipo C 39

Almacén Cardón

5.4. Tiempos de reposición de los productos tipo A 39

5.5. Tiempos de reposición de los productos tipo B 40

5.6. Tiempos de reposición de los productos tipo C 40

CAPÍTULO VI

6.1. Técnicas de pronóstico 43

CAPÍTULO VII

7.1. Costo fijo de cada almacén 50

7.2. Costo de fabricación por envase 51

7.3. Costo de almacenamiento por envase 51

7.4. Costo de escasez por envase 52

7.5. Porcentaje promedio de escasez semanal en el lapso septiembre – octubre 58

7.6. Comparación entre el costo real y el teórico en el almacén Yagua 58

7.7. Comparación entre el costo real y el teórico en el almacén Cardón 59

Envasadora El palito

7.8. Tiempos de reposición de productos de media y baja rotación 62

Envasadora Cardón

7.9. Tiempos de reposición de productos de media y baja rotación 62

GRÁFICAS

CAPÍTULO IV

Almacén Yagua

4.1. Diagrama ABC, envases tambores 15

4.2. Diagrama ABC, envases 24x1 15

4.3. Diagrama ABC, envases pailas 16

4.4. Diagrama ABC, envases empaques 16

Almacén Cardón

4.5. Diagrama ABC, envases tambores 17

4.6. Diagrama ABC, envases 24x1 17

4.7. Diagrama ABC, envases pailas 17

4.8. Diagrama ABC, envases empaques 18

Almacén Yagua

4.9. Incidencia de los no despachos por tipo de envase 20

Almacén Cardón

4.10. Incidencia de los no despachos por tipo de envase 21

Almacén Yagua

4.11. Influencia de las causas de no despachos en tambores 22

4.12. Influencia de las causas de no despachos en 24x1 23

4.13. Influencia de las causas de no despachos en pailas 23

4.14. Influencia de las causas de no despachos en empaques 24

Almacén Cardón

4.15. Influencia de las causas de no despachos en tambores 25

4.16. Influencia de las causas de no despachos en 24x1 25

4.17. Influencia de las causas de no despachos en pailas 26

4.18. Influencia de las causas de no despachos en empaques 26

Almacén Yagua

4.19. Ventas programadas Vs. Ventas no programadas 28

Almacén Cardón

4.20. Ventas programadas Vs. Ventas no programadas 28

CAPÍTULO V

Almacén Yagua

5.1. Tiempos de reposición de los productos tipo A 38

5.2. Tiempos de reposición de los productos tipo B 38

5.3. Tiempos de reposición de los productos tipo C 39

Almacén Cardón

5.4. Tiempos de reposición de los productos tipo A 39

5.5. Tiempos de reposición de los productos tipo B 40

5.6. Tiempos de reposición de los productos tipo C 41

CAPÍTULO VII

7.1. Comparación entre el costo real y el teórico en el almacén Yagua 59

7.2. Comparación entre el costo real y el teórico en el almacén Cardón 59

FIGURAS

CAPÍTULO I

1.1. Estructura de la Empresa 4

1.2. Estructura de la Gerencia de Operaciones y Logística 5

1.3. Estructura de los almacenes 5

CAPÍTULO III

3.1. Marco Metodológico 13

CAPÍTULO VI

6.1. Proceso del pronóstico 46

CAPÍTULO VII

7.1. Recepción, atención y pedidos a Planta de productos envasados 69

INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

DELTAVEN es una Empresa filial de PDVSA que se encarga de la comercialización y distribución de lubricantes y otros derivados del petróleo. Posee varios almacenes, siendo los más importantes el de Yagua y el de Cardón, dichos almacenes se nutren de la Planta Envasadora El Palito y de la Planta Envasadora Cardón, respectivamente.

DELTAVEN es una empresa que se encuentra en proceso de formación y de acoplamiento ya que es el resultado de la unión de tres gerencias de mercadeo interno, con diferentes filosofías empresariales, provenientes de las tres operadoras (Maraven, Corpoven y Lagoven), filiales de PDVSA. Esto trajo como consecuencia la existencia de cierto descontrol en sus operaciones, principalmente en los almacenes; lo que hace necesario este Trabajo Especial de Grado, cuyo fin principal es proponer un modelo y una política de inventario que contribuya a mejorar los niveles de inventario en ambos almacenes y la atención al cliente para disminuir las fallas de operatividad de los productos que ella maneja.

En este trabajo se presentan una serie de estudios que han contribuído a llevar a cabo el diseño del modelo y de la política de inventarios en cuestión. Entre los estudios que se presentan al respecto se mencionan los siguientes:

- Sistema de selectividad ABC, el cual forma parte del diagnóstico de la situación actual.
- Estudios estadísticos de las variables involucradas con el modelo.
- Selección del método de pronóstico.
- Diseño del modelo, mediante el cálculo de parámetros importantes involucrados con el manejo del inventario, entre los que se mencionan, cuánto y cuándo pedir, máximos, mínimos, etc.
- Validación del modelo tomando en cuenta el factor costo y el control del inventario físico dentro de los almacenes.

Al final del trabajo se exponen una serie de recomendaciones y conclusiones en base a los estudios realizados y al modelo y la política propuesta.

CAPÍTULO I

PRESENTACIÓN DE LA EMPRESA

CAPÍTULO I
PRESENTACIÓN DE LA EMPRESA

1.1. Reseña histórica y descripción de la Empresa.

La industria petrolera nacional atraviesa actualmente uno de los momentos más trascendentales de su historia: la apertura petrolera al capital privado. La misma se inició hace aproximadamente cuatro años, con la realización de varias asociaciones estratégicas, convenios operativos e industrialización de hidrocarburos, entre otros. La apertura petrolera venezolana se ha visto consolidada en 1996 con la firma de ocho contratos para la exploración a riesgo y el arranque de una tercera ronda de convenios operativos para la explotación de campos petroleros.

El proceso de apertura petrolera ha generado una intensa movilización que involucra una reorganización de actividades dentro de la organización petrolera nacional. Se ha enfatizado la participación del capital privado en las actividades de la principal industria del país.

En este período de cambio hace su aparición Deltaven, una nueva filial de PDVSA, que arranca su estructura formal a partir de julio de 1996 y tiene a su cargo, desde el 1 de enero de 1997, la gestión de comercialización en el mercado nacional de los hidrocarburos, integrando todas las actividades de carácter comercial que en el mercado interno venían realizando las filiales Corpoven, Lagoven y Maraven; específicamente en las áreas de transporte, distribución, comercialización y expendio de todos los productos derivados de hidrocarburos para el sector nacional. De esta manera las tres filiales podrán concentrar su capacidad gerencial en la parte de exploración, producción y refinación.

Al concentrar todas las actividades de mercadeo interno en una sóla filial, PDVSA busca canalizar mayores esfuerzos hacia la conquista de nuevos mercados con énfasis en la competitividad. Aspectos que permiten la participación de nuevos actores tanto nacionales como internacionales. Esta es una de las razones de ser de Deltaven, además del beneficio por concepto de la racionalización de costos que trae como consecuencia la unión de todas las actividades de comercialización.

En este sentido, Deltaven capta a todo el personal de comercialización y de distribución de las tres filiales, como también la responsabilidad del envasado y mezclado de lubricantes terminados, el negocio de los bunkers -venta de combustible a los barcos de los distintos puertos pesqueros, mercantiles o petroleros de Venezuela- y la venta de combustible de aviación en los aeropuertos del país. "Esta organización está siendo configurada de forma plana y recibe gran apoyo de las tres filiales, en servicio, compras de material y nómina".[1]

En el proceso de preparación que lleva adelante PDVSA para competir con los grandes consorcios internacionales, aspecto importante en la apertura petrolera, se ha visto en la necesidad de promocionar a través de Deltaven la nueva marca PDV, salida recientemente al mercado. La misma incluye entre otros los siguientes productos: gasolinas de motor y aviación, diesel automotor, combustible Jet A-1, fuel oil para plantas eléctricas e industriales, lubricantes y grasas, aditivos para motores de inyección, liga de frenos, asfalto para pavimentación, y bunkers para los barcos mercantes y petroleros. Igualmente, se espera que en un futuro todas las estaciones de servicios de PDVSA, se unifiquen bajo el emblema de PDV, por lo que los nombres de Maraven, Corpoven y Lagoven, desaparecerán de las estaciones de servicio que hasta la fecha han venido operando en todas las regiones del país.

Por todas estas razones, Deltaven suministra y comercializa aproximadamente el noventa por ciento del mercado venezolano de lubricantes, y de acuerdo a ello viene a ser la propietaria de diversos activos tales como estaciones de servicio, plantas de mezclado y envasado de lubricantes, flota de transporte terrestre de la industria, plantas en aeropuertos y puertos, como también tiene a su cargo varias plantas de suministro de combustibles y lubricantes, entre las cuales se encuentran la de Yagua (manejada anteriormente por Corpoven) y Cardón (manejada anteriormente por Maraven y Lagoven).

La planta de suministro de combustibles y lubricantes Yagua se fundó el 2 de octubre de 1.983 [2]. La razón fundamental por la cual se construyó fue para eliminar el congestionamiento de la planta de distribución en la Refinería El Palito y facilitar la

[1] CORPOVOZ. Revista de CORPOVEN. Octubre - Diciembre 1996. Editorial Binev. pp 4.

distribución de productos derivados de hidrocarburos a los lugares de consumo, debido a una ubicación mucho más céntrica de sus instalaciones (noreste de Valencia). "Esta planta ocupa en la actualidad, alrededor de 174 hectáreas e implicó una inversión de Bs.265 millones a lo largo de 39 meses de trabajo, durante los cuales se ocuparon 556 trabajadores y se emplearon 120 mil horas/hombre" [3].

La nueva planta de distribución de la Refinería de Cardón comenzó a operar durante el primer semestre de 1.993, la misma sustituyó a antiguas instalaciones que venían funcionando desde comienzos de la década de los sesenta. Esta nueva planta se construyó con la finalidad de "optimizar el suministro de combustible al estado Falcón y satisfacer la demanda de diferentes productos, hasta el año 2010" [4]. Por otra parte, esta infraestructura permitirá la racionalización de recursos.

1.2.- Misión y Visión de Deltaven.

1.2.1.- Misión.

Integrar las actividades de comercialización al detal de las filiales, constituyéndose en agente para la apertura y desregulación del mercado interno, maximizando los beneficios para la corporación y generando satisfacción a sus clientes.

1.2.2.-Visión.

Empresa líder en la comercialización al detal, apoyada en tecnología de punta, participando en un mercado competitivo, conformada con un personal capacitado y de alto profesionalismo, reconocida por el público por su integridad y sensibilidad hacia los problemas de la colectividad y el medio ambiente.

1.3.- Misión y Visión de los almacenes de lubricantes.

1.3.1.-Misión.

Lograr la satisfacción de la demanda de los clientes en el mercado nacional e internacional de lubricantes, grasas y especialidades.

Hacer de los productos PDV la primera opción de todos los clientes.

---

[2] CORPOVOZ. Revista de CORPOVEN. Abril - Junio 1989. Editorial Arte S.A. pp 16
[3] CORPOVOZ. Revista de CORPOVEN. Abril - Junio 1989. Editorial Arte S.A. pp 18.
[4] TOPICOS. Revista de MARAVEN. Mayo - Junio 1993. Editorial Refolit. pp 36.

Realizar las operaciones siguiendo los principios de competitividad y búsqueda de la excelencia a través del mejoramiento contínuo en los procesos de trabajo, para lograr el despacho de los productos de forma eficiente.

1.3.2.-Visión.

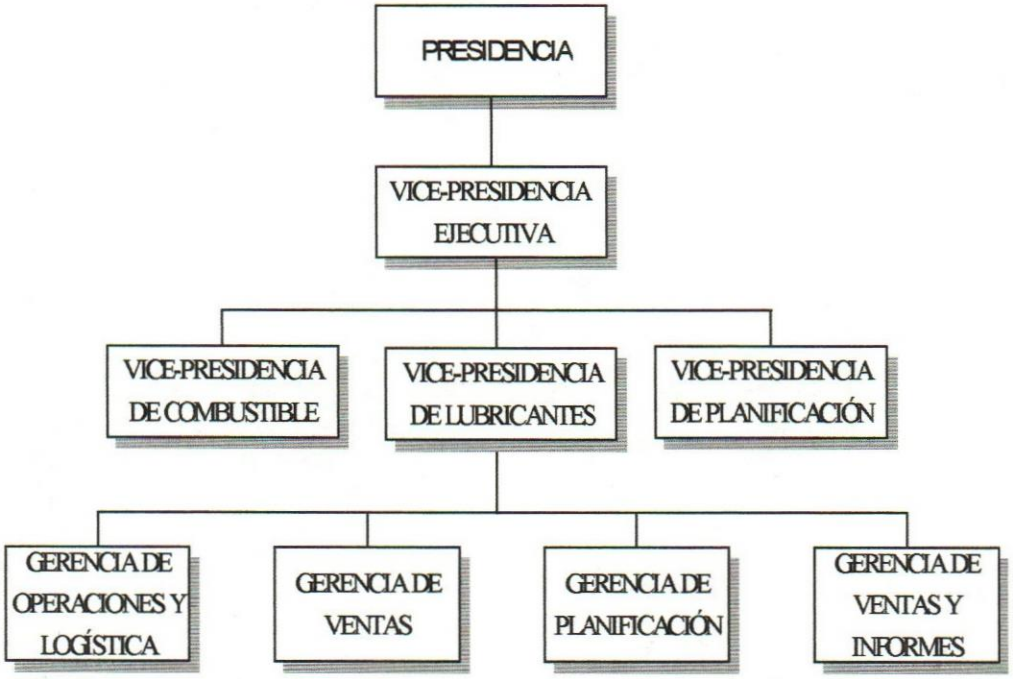
Realizar los despachos de lubricantes envasados y a granel adaptados a las exigencias de la ISO 9.002.- Desarrollo de un sistema de información usuario-suplidor capaz de satisfacer las exigencias de los clientes.

Uso de un sistema de materia en seguridad y mantenimiento, que cumpla con las exigencias de las operaciones, de manera segura y al menor costo.

1.4.-Estructura organizativa.

1.4.1.- Estructura de la Empresa.

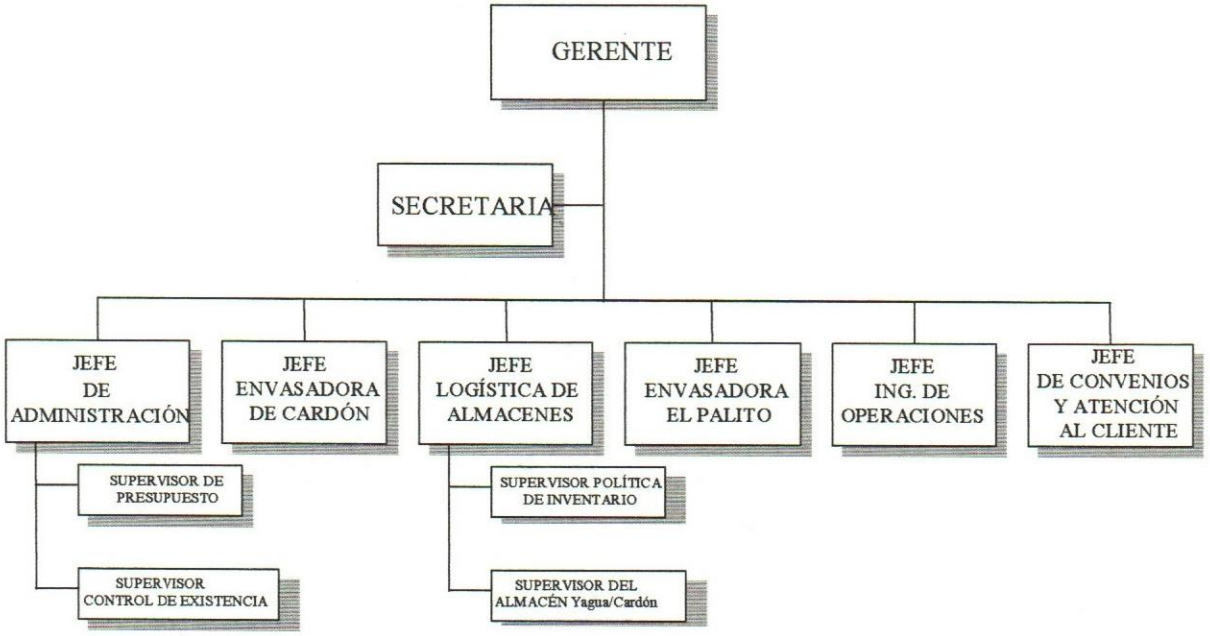
Figura 1.1. Estructura de la Empresa.



Fuente: Manual de Recepción, almacenamiento y despacho (Deltaven). 1997. Pp 2 .

1.4.2.- Estructura de la Gerencia de Operaciones y Logística.

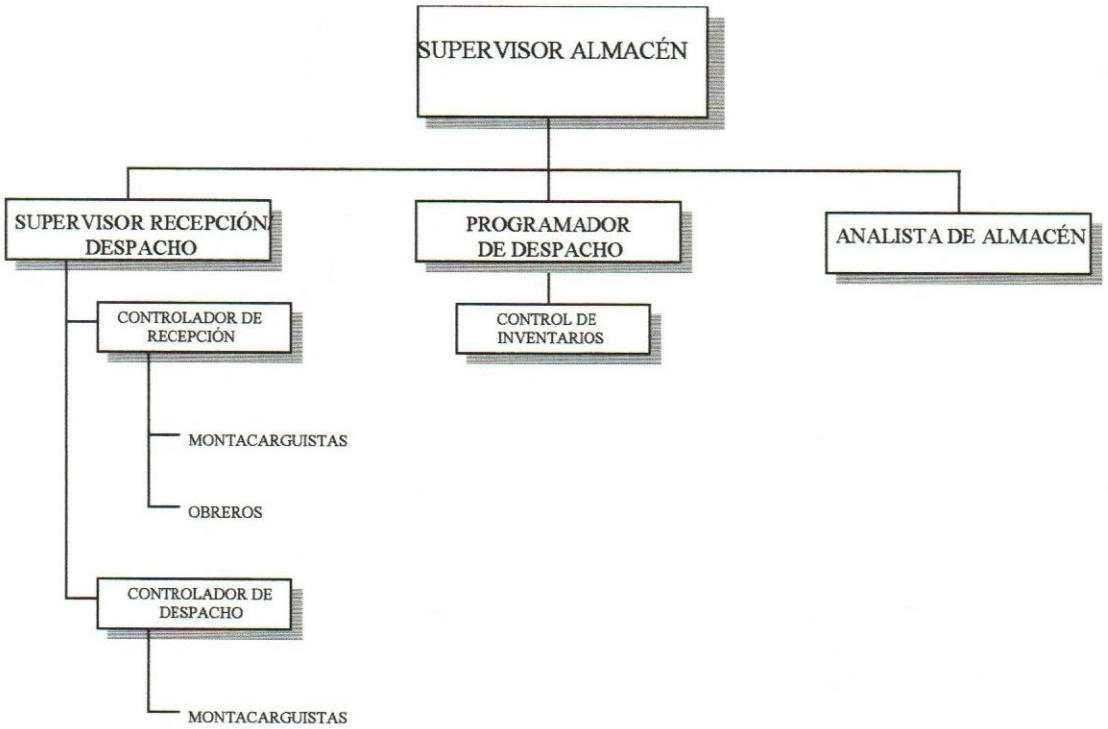
Figura 1.2. Estructura de la Gerencia de Operaciones y Logística.



Fuente: Manual de Recepción, almacenamiento y despacho (Deltaven). 1997. Pp 3.

1.4.3.- Estructura de los almacenes.

Figura 1.3. Estructura de los almacenes.



Fuente: Manual de Recepción, almacenamiento y despacho (Deltaven). 1997. Pp 4.

CAPÍTULO II

JUSTIFICACIÓN Y ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

CAPÍTULO II
JUSTIFICACIÓN Y ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.- Objetivos.

2.1.1.- General.

- Diseñar una política que permita el manejo adecuado del inventario de aceites lubricantes en los almacenes Yagua-Cardón, con la finalidad de mejorar la calidad en la atención al cliente, satisfaciendo la demanda de una manera eficiente.
- Proponer un modelo conceptual de inventario actualizado que contemple las posibles fluctuaciones de la demanda de aceites lubricantes en el mercado nacional y además la política que se diseñará de acuerdo al resultado del estudio.

2.1.2.- Específicos.

Para el diseño de la política de inventario, es necesario tomar en cuenta lo siguiente:

- Efectuar el diagnóstico de la situación actual en el manejo del inventario.
- Realizar estudios estadísticos referentes a los parámetros involucrados con el manejo del inventario como: la demanda de cada lubricante, los tiempos de entrega de las refinerías a los almacenes, entre otros, así como ajustar los mismos a distribuciones estadísticas, haciendo uso de paquetes especializados.
- Realizar un análisis de costos involucrados en el manejo del inventario.
- Proponer una logística de operación en el área de inventario de la Empresa de acuerdo a las características encontradas, además de los procedimientos pertinentes.

Para proponer el diseño conceptual de un modelo de inventario, se deben tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- Investigación de los modelos existentes en la actualidad, para el manejo del inventario, que sirvan como base para la elaboración del modelo.
- Determinar los parámetros que debería contemplar el modelo, así como sus características.
- Analizar las posibles ventajas de la aplicación del modelo para el manejo del inventario.

- Validar el modelo conceptual de inventario, por medio de la realización de un muestreo.
- Implicaciones económicas para la Empresa de lograrse una implantación futura del modelo propuesto.

2.2.- Alcance y premisas.

2.2.1.- Alcance.

- El estudio se centrará exclusivamente en los aceites lubricantes envasados en el Palito y en Cardón que se manejan en los Almacenes de Yagua y de Cardón.
- El estudio abarcará exclusivamente a los productos que se están comercializando a nivel nacional.
- Se propondrá una política de inventario para la cual se tendrá en cuenta lo siguiente:
    - El diagnóstico a efectuar se basará exclusivamente en el levantamiento de información que se realice en los almacenes de Yagua y de Cardón.
    - La política incluirá una serie de procedimientos que contribuyan con un mejor manejo del inventario, asociado con los niveles y las cantidades pedidas de productos.
- En el modelo de inventario que se propondrá se tomará en cuenta lo siguiente:
    - Se realizará la fase conceptual de un modelo de inventario, adaptado a los almacenes objeto de estudio, es decir, se especificarán sus parámetros, sus características generales, desarrollos matemáticos involucrados y las posibles ventajas que generaría su aplicación en el manejo del inventario y además, las implicaciones económicas para la Empresa de lograrse su futura implantación.

2.2.2.-Premisas.

- El control del inventario es un término que toma en cuenta muchos factores que afectan directamente al manejo de las existencias en un almacén, pero en este Trabajo Especial de Grado se va a manejar este término desde el punto de vista de los parámetros que definen los niveles del inventario.
- Se considera que deben existir productos de diferentes niveles de rotación.

- Los niveles de rotación se van a determinar a través de las cantidades vendidas de los productos, es decir los que más se venden son los que tienen mayores niveles de rotación.
- El diagnóstico se realizará en base a la cantidad pedida y despachada por producto.
- Se utilizará el S.I.L. (Sistema Integral de Logística) como la principal fuente de información.
- Se consideran 22 días hábiles en un mes y 5 días hábiles a la semana.

2.3.- Limitaciones.

- El levantamiento de información estará sujeto a las políticas y normas de la Empresa en donde se pretende realizar el estudio.
- El desarrollo del software del modelo de inventario escapa del alcance de este Trabajo Especial de Grado, ya que el modelo conceptual que se pretende elaborar llegará únicamente a la fase matemática, esperando que sirva como base para la realización futura de un software que facilite su aplicación.
- En vista del poco tiempo que tiene de formada la Empresa Deltaven, los datos que fueron la base del estudio son de fecha reciente (Enero – Octubre 97). No se puede obtener registros más antiguos, porque esta Empresa es el fruto de la unión de los tres departamentos de mercadeo interno de las filiales de PDVSA. Cada departamento tenía diferentes políticas y sistemas de control de inventario para el manejo de los lubricantes, por lo que los productos que se comercializan existían con otros nombres, dependiendo de la filial de procedencia.
- El sistema de información entre los almacenes es sumamente obsoleto, por el hecho de que desde un almacén no se puede accesar directamente a la información del otro, sino por medio del correo interno. Dicho medio provoca serios atrasos en el trabajo y muchas veces la información recibida no es la requerida. Este hecho constituyó una gran limitante para la elaboración de este Trabajo Especial de Grado, debido a que el punto central de trabajo estaba ubicado en el Almacén Yagua.

2.4.- Antecedentes de la investigación.

Es importante destacar que existen estudios previos sobre el control de invetarios en donde se encontraron diferentes modelos de inventarios aplicados a diversos escenarios.

Entre los estudios que se revisaron se encuentran principalmente una serie de Trabajos Especiales de Grado, realizados en diferentes épocas. En todos estos trabajos se utilizan diferentes teorías de inventario y de pronóstico que fueron el punto de partida de este estudio.

El primer trabajo especial de grado consultado "Política de inventario para una empresa productora de cigarrillos" tuvo como objetivo la propuesta de una política que sirva para obtener un manejo eficiente de los inventarios de productos terminados en las diferentes sucursales que componen la empresa cigarrera, lográndose de esta manera, unas mejoras en costos y en el control de inventario de esta empresa.

El segundo trabajo especial de grado analizado "Evaluación de políticas de inventario en la Electricidad de Caracas usando simulación dinámica", tuvo como objetivo terminar, completar y validar el modelo de gestión de inventario de La Electricidad de Caracas usando simulación dinámica.

El tercer trabajo especial de grado analizado "Modelos de pronóstico de la demanda de materiales o equipos en una empresa petroquímica" tuvo como objetivo proponer la definición de determinados modelos de pronósticos y determinadas políticas de inventario para diferentes grupos de renglones con ciertas características comunes, siendo el producto final un sistema que facilite a cualquier usuario la selección del modelo de pronóstico y política de inventario más adecuada para las características de un renglón específico.

El cuarto trabajo especial de grado fue "Diseño de un sistema de inventario para aceites lubricantes terminados envasados y materia prima tal como: envases y aditivos", el objetivo principal de este estudio fue crear un modelo de inventario que facilite el manejo de los aceites lubricantes y materia prima en los almacenes de Lagoven.

Se consultaron una serie de publicaciones especializadas en la materia, en donde se obtuvo información actualizada a cerca de los últimos modelos de inventario aplicados en diferentes empresas, entre los que se pueden nombrar un modelo para un sistema de inventario de un producto único en dos almacenes y un modelo para sistemas de inventario de productos múltiples en dos almacenes. Entre esas publicaciones se pueden mencionar diferentes volumenes de la revista "Managment Science".

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

CAPÍTULO III
MARCO METODOLÓGICO

Para la elaboración de este Trabajo Especial de Grado se siguió un plan mediante el cual se busca realizar un modelo matemático y una política cuya finalidad es la de mejorar los niveles de inventario y de satisfacción de los clientes, reduciendo las fallas de los productos. Dicho plan está dividido en las siguientes etapas:

Etapa I. Planificación

En esta fase se determinaron los puntos principales que serían objeto de estudio a lo largo del Proyecto. Esta información fue suministrada por la Gerencia de Operaciones y Logística de la Empresa. Inicialmente se conocieron cuales son los productos que se manejan en los almacenes, cuales son sus surtidores, así como la localización de las instalaciones y luego se procedió a elaborar el esquema general del estudio donde se especificaron aspectos tales como: motivación, objetivos, alcance, etc.

Etapa II. Fundamentación Teórica.

En base a las necesidades planteadas por la Empresa, se procedió a realizar una revisión bibliográfica, en donde se investigaron aquellos conceptos y principios involucrados con el área objeto del estudio.

Etapa III. Levantamiento de Información.

En esta etapa se realizó la recopilación de los datos de una forma metódica y dinámica de acuerdo a los requerimientos del Proyecto. La primera fase de esta etapa fue la realización de entrevistas, para lo cual se elaboró una lista de tópicos relacionados con el manejo de los inventarios, tales como: los sistemas de control de inventario utilizados, en donde se puedan registrar los movimientos de los productos (pedidos, despachos, facturaciones, etc.), así como una visión general de los procesos que se llevan a cabo en los almacenes, tales como: recepción, almacenaje y despacho. Además, se realizaron visitas de campo y la revisión de otras fuentes informativas, entre ellas se pueden mencionar:

-Manuales,

-Archivos,

-Publicaciones, etc.

Es importante destacar que la fuente principal de información del Trabajo Especial de Grado fue el sistema de control de inventario llamado S.I.L. (Sistema Integral de Logística); implantado desde Enero de 1997 en el Almacén Yagua y desde Abril del mismo año en el de Cardón. Este es un sistema en donde se registran todos los movimientos de los productos y se puede accesar a él a través de una serie de reportes, entre los que se pueden mencionar:

-Pedidos vs. Despachos General.

-Pedidos vs. Despachos por Producto.

-Relación de Despachos.

- Existencias en inventario.

-Causas de No Despachos.

- Índice de gestión, etc.

El reporte en el que se basó principalmente el estudio fue el de Pedidos vs. Despachos por Producto (Anexo 1). Se imprimieron estos reportes semanales y mensuales desde Enero hasta Octubre en el caso de Yagua y desde Abril hasta Octubre en Cardón. El contenido de este reporte es la cantidad pedida y despachada por producto semanal o mensual, según sea el caso. Para analizar los problemas en la satisfacción de la demanda se contó con la ayuda del reporte llamado Causas de No Despachos desde Enero hasta Octubre en Yagua y desde Abril hasta Octubre en Cardón (Anexo 2). El contenido de este reporte es la cantidad no despachada por producto y la razón por la cual no se despachó esta cantidad. Para poder utilizar este reporte según las necesidades del estudio, se realizaron unas modificaciones en el diseño del mismo, dichas modificaciones se discutieron con el programador del S.I.L. para lograr su implantación.

Etapa IV. Elaboración de una Base de Datos.

Una vez recopilados los datos, se procedió a cargarlos en una base de datos creada en una Hoja de Cálculo Excel, en donde se especificaron los pedidos y los

despachos por producto semanal y mensual. Luego de cargados estos datos, necesarios para el desarrollo del Proyecto, se utilizaron después para llevar a cabo el estudio.

Etapa V. Análisis de los Datos.

Para efectuar el análisis de los datos obtenidos en las etapas anteriores, se realizaron las siguientes acciones:

- La clasificación de los productos de acuerdo a los niveles de rotación, empleando el sistema de selectividad ABC o de Pareto.

-Análisis de los parámetros que componen el estudio. Este análisis esta compuesto por dos partes fundamentales:

1. La identificación de los posibles problemas que puedan afectar la satisfacción de la demanda de los productos, a través del análisis de la ocurrencia de no despachos y de las ventas no programadas por cada tipo de envase de los productos, empleando el diagrama de causa efecto y gráficos de barra.
2. El comportamiento de la demanda mediante gráficas y tablas.
3. Análisis estadístico de las diferentes variables involucradas con el manejo del inventario.
4. Selección de un método adecuado para pronósticar la demanda.

Etapa VI. Elaboración del Modelo matemático y de La Política de Inventario.

Para realizar el diseño del modelo y de la política de inventario se llevaron a cabo las siguientes acciones:

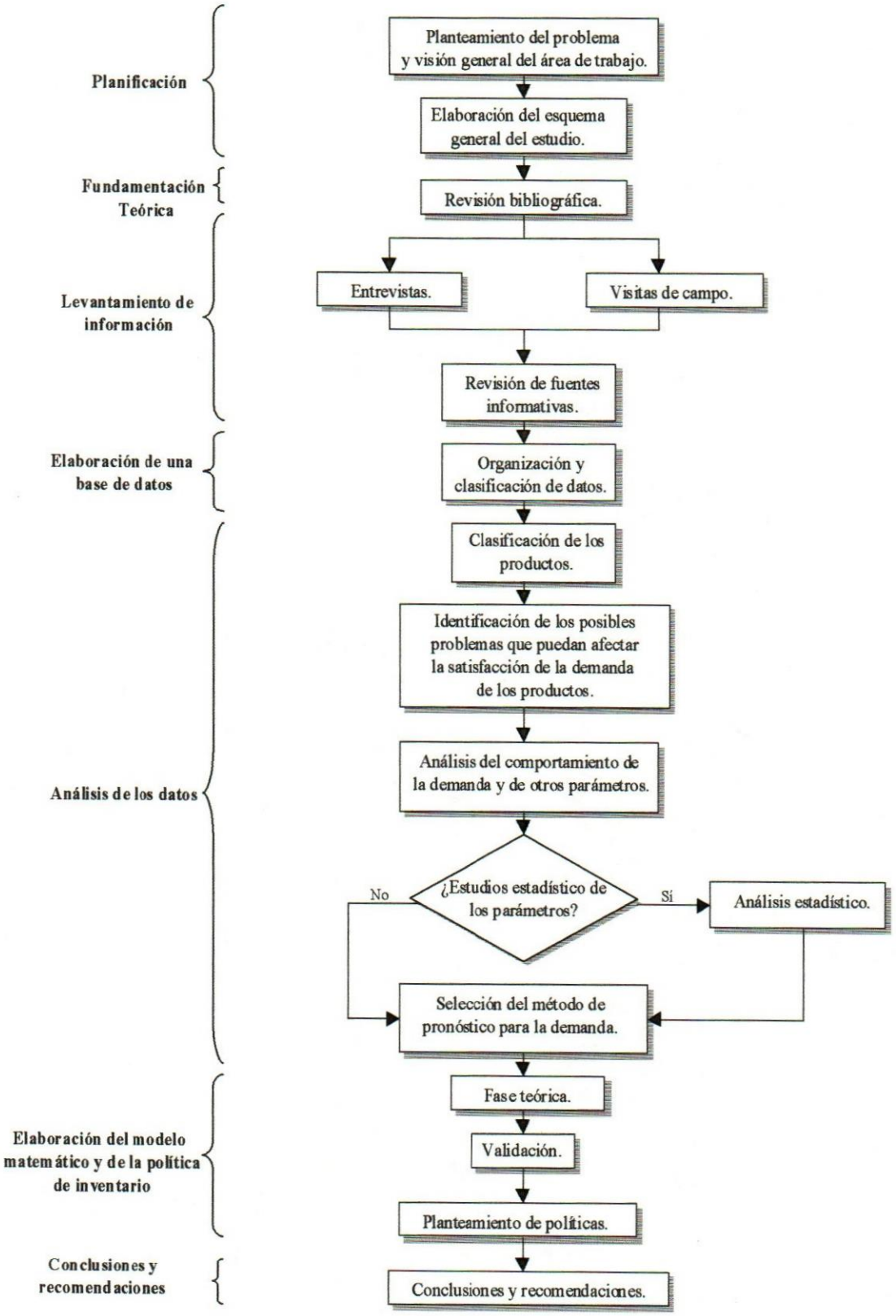
1. Elaboración de la fase teórica del modelo.
2. Validación del modelo.
3. La política de inventario según el nivel de rotación de los productos.

Etapa VII. Conclusiones y Recomendaciones.

En esta etapa y en base a el desarrollo de las etapas anteriores se elaboraron las conclusiones del trabajo realizado y se recomendaron una serie de acciones en busca de una solución viable a los problemas encontrados.

Seguidamente se presenta el marco metodológico en forma de diagrama:

Figura 3.1. Marco metodológico.



CAPÍTULO IV

DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

CAPÍTULO IV
DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

4.1.- Descripción general de los almacenes.

Antes de comenzar a realizar los análisis de algunos de los elementos importantes que forman parte del manejo del inventario de los almacenes, fue conveniente tener una visión general de los productos, con sus respectivas presentaciones (tipos de envases), su codificación, así como las consideraciones para el almacenamiento y manejo de los mismos, y la descripción y capacidad física de los almacenes (Apéndice 2).

También se elaboraron una serie de diagramas de proceso, los cuales muestran, en forma detallada, algunos procedimientos que conforman el proceso de recepción, almacenaje, despacho y otras actividades propias de los almacenes (Apéndice 3).

Seguidamente se explica, en forma detallada, los diferentes análisis que se realizaron.

4.2.- Sistema de selectividad ABC.

Según la información recopilada en los almacenes, el estudio de selectividad de los productos que existe es intuitivo. Por lo que se realizó una clasificación ABC en base a las ventas totales de todos los productos, desde Enero hasta Agosto en el Almacén Yagua y desde Abril hasta Agosto en el de Cardón.

La clasificación se realizó por cada tipo de envase de los productos que se manejan en los almacenes, con la finalidad de saber cuáles son los productos de mayor rotación por envase, es decir, los que más se venden, para concentrar los esfuerzos del estudio en estos productos. Esta forma de agrupar los productos, por tipo de envase, va acorde con los lineamientos de la Empresa.

Metodología empleada para realizar la clasificación ABC por tipo de envase.

1. Se calculó el total de ventas por producto, desde Enero hasta Agosto, en Yagua y desde Abril hasta Agosto en Cardón.
2. Se obtuvo el total de las ventas de todos los productos.
3. Se calculó el porcentaje que representan las ventas de cada producto del total.

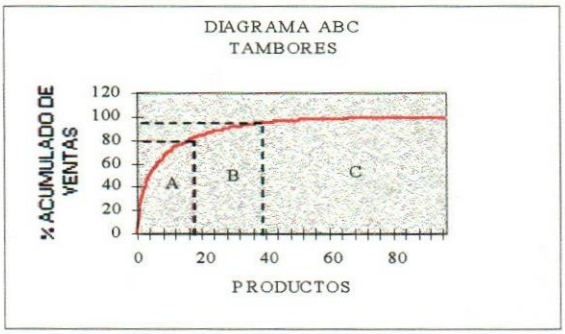
4. Se ordenaron los productos, de acuerdo a su porcentaje de ventas, de mayor a menor.
5. Se obtuvo el porcentaje acumulado de las ventas.
6. Se identificaron los productos pertenecientes a cada grupo, según los principios expuestos en el Apéndice 1, aspecto 1.1.3.
7. Se proceden a graficar los diagramas ABC.

Seguidamente se muestran las gráficas ABC de las clasificaciones realizadas. Las tablas que contienen los cálculos de éstas gráficas se muestran en el Apéndice 4.

Almacén Yagua.

- Envases: Tambores

Gráfica 4.1. Diagrama ABC, Envases tambores.

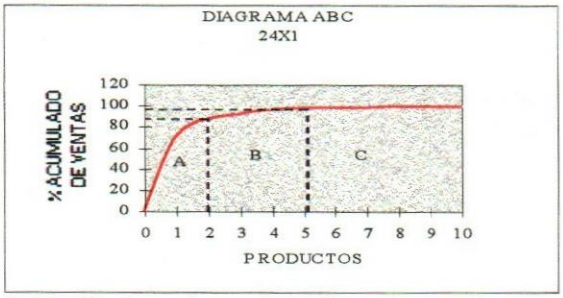


Fuente: Cálculos propios a partir de información proporcionada por la Empresa.

Se puede observar que únicamente 16 tambores de 97, concentran el 80% de las ventas totales, es decir, que sólo este pequeño grupo de productos merece un estricto control de inventarios; 23 productos conforman el grupo B, es decir, el 15% de las ventas y 58 forman parte del grupo C. Dentro de este grupo existen 35 productos que entran en la categoría de especiales, ya que se producen a lo sumo 2 o 3 veces al año (Apéndice 5, sección 5.1).

- Envases: 24 x 1

Gráfica 4.2. Diagrama ABC, envases 24x1.

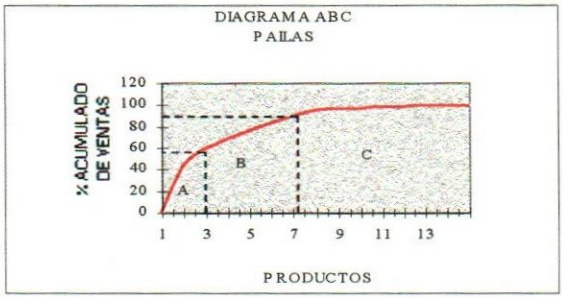


Fuente: Cálculos propios a partir de información proporcionada por la Empresa.

Aproximadamente 2 productos del total concentran el 80% de las ventas, también se cumple que sólo una pequeña parte merece un control estricto de inventarios; 3 productos conforman el grupo B, que equivalen al 15% de las ventas y 9 al grupo C, a su vez dentro de este grupo, 5 productos son especiales (Apéndice 5, sección 5.1).

- Envases: Pailas

Gráfica 4.3. Diagrama ABC, envases pailas.

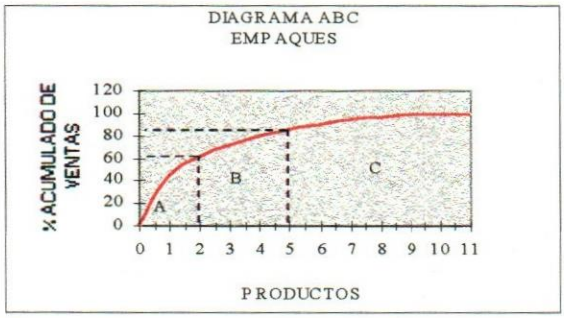


Fuente: Cálculos propios a partir de información proporcionada por la Empresa.

En este caso solamente 3 pailas de 16, concentran aproximadamente el 60% de las ventas; 4 productos pertenecen al grupo B y 9 a el grupo C, dentro de este grupo 1 producto es especial (Apéndice 5, sección 5.1).

- Envases: Empaques.

Gráfica 4.4. Diagrama ABC, envases empaques.



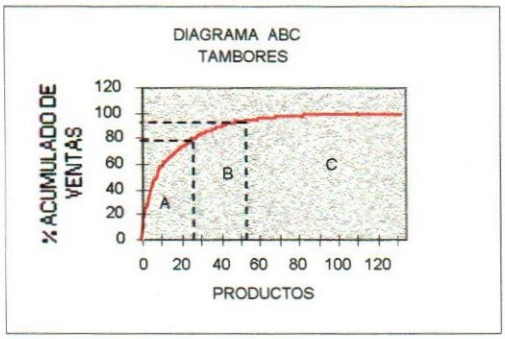
Fuente: Cálculos propios a partir de información proporcionada por la Empresa.

Se puede observar que únicamente 2 empaques de 14, concentran el 60% de las ventas totales, es decir que sólo este pequeño grupo de productos merece un estricto control de inventarios; 3 conforman el grupo B y el grupo C esta formado por 9 productos, dentro de los cuales se encuentran 4 especiales (Apéndice 5, sección 5.1).

Almacén Cardón.

- Envases: Tambores

Gráfica 4.5. Diagrama ABC, envases tambores

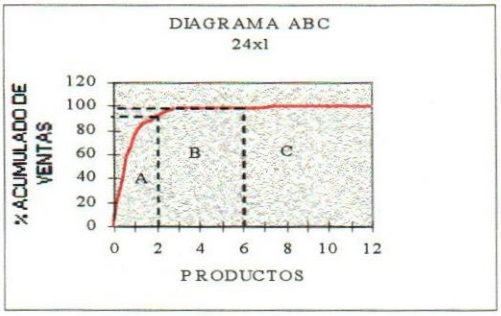


Fuente: Cálculos propios a partir de información proporcionada por la Empresa.

En este caso solamente 23 tambores de 133 concentran aproximadamente el 80% de las ventas; 28 productos conforman el grupo B y 82 el grupo C, dentro de los cuales se encuentran 64 productos especiales (Apéndice 5, sección 5.2).

- Envases: 24x1

Gráfica 4.6. Diagrama ABC, envases 24x1.

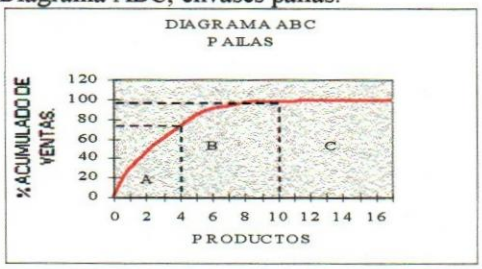


Fuente: Cálculos propios a partir de información proporcionada por la Empresa.

De 12 productos 24x1, aproximadamente 2 concentran el 90% de las ventas, también se cumple que sólo una pequeña parte merece un control estricto de inventarios; 4 conforman el grupo B y 6 el grupo C, dentro de los cuales hay 3 productos especiales (Apéndice 5, sección 5.2).

- Envases: Pailas

Gráfica 4.7. Diagrama ABC, envases pailas.

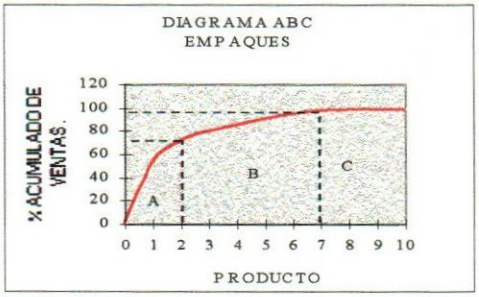


Fuente: Cálculos propios a partir de información proporcionada por la Empresa.

Se puede observar que únicamente 4 pailas de 18, concentran el 75% de las ventas totales, es decir que sólo este pequeño grupo de productos merece un estricto control de inventario; 6 productos conforman el grupo B y 8 el grupo C, dentro del cual se encuentran 6 productos especiales (Apéndice 5, sección 5.2).

- Envases: Empaques.

Gráfica 4.8. Diagrama ABC, envases empaques.



Fuente: Cálculos propios a partir de información proporcionada por la Empresa.

En este caso solamente 2 empaques de 12 concentran aproximadamente el 75% de las ventas; 5 productos conforman el grupo B y 5 el grupo C, dentro de este grupo se encuentra 2 producto especial (Apéndice 5, sección 5.2).

En resumen, de los diagramas presentados anteriormente, se puede notar que en ambos almacenes un pequeño porcentaje de productos forman parte del grupo A o de alta rotación, es decir, son los productos que tienen altas ventas semanales ya que son muy solicitados por los clientes. En el Almacén Yagua únicamente 23 de 141 productos conforman el grupo A, distribuidos de siguiente manera : 16 tambores, 2 (24x1), 3 pailas y 2 empaques. En el Almacén de Cardón se puede notar que de 175 productos, solamente 31 conforman el grupo A, distribuidos de la siguiente manera: 23 tambores, 2 (24x1), 4 pailas y 2 empaques. A estos productos de alta rotación se les debe dirigir el mayor de los esfuerzos para llevar un control estricto del inventario, y no a todos los productos como se venía realizando en la gestión actual de los almacenes.

Dentro del grupo B se encuentran los productos que presentan una rotación media, es decir, sus ventas no son tan altas como la de los productos del grupo A. A este tipo de productos se les debe realizar una revisión no tan estricta, y son mucho más numerosos que los que conforman el grupo A. En el Almacén Yagua el total de productos B es de 33 y en Cardón es de 43.

Una gran cantidad de productos en ambos almacenes conforman el grupo C, estos productos presentan ventas ocasionales por lo que algunos de ellos sólo se han vendido una o dos veces durante el año del presente estudio -llamados productos especiales o de pedido especial- por lo que su control merece un mínimo esfuerzo. En el Almacén Yagua el total de productos C es de 85 y en Cardón es de 101.

Los resultados finales se observan en la siguiente tabla:

Tabla 4.1. Resumen de la clasificación ABC.

ALMACÉN	TIPO DE PRODUCTO	Nro. DE PRODUCTOS ACUMULADOS	% RESPECTO AL TOTAL
YAGUA	A	23	16.31
	B	33	23.40
	C	85	60.29
CARDÓN	A	31	17.71
	B	43	24.57
	C	101	57.72

Fuente: Cálculos propios a partir de información proporcionada por la Empresa.

Una vez más se cumple el concepto que define el sistema de selectividad ABC (Apéndice 1, aspecto 1.1.3), en donde sólo una pequeña cantidad, es la que reporta mayores beneficios (en este caso ventas) de una inmensa mayoría de artículos.

4.3.- Diagnóstico del comportamiento de los parámetros involucrados en el manejo del inventario.

4.3.1.- Demanda.

4.3.1.1.-Identificación de los posibles problemas que puedan afectar la satisfacción de la demanda.

En los reportes "Pedidos vs. Despachos por producto" obtenidos del SIL, en ambos almacenes, se observaron algunas diferencias entre la cantidad de productos pedida y la despachada. Estas fueron las siguientes:

- *Cantidad de productos pedida superior a la despachada.* Esta situación se puede visualizar en las gráficas de incidencia de los no despachos que se encuentran a continuación, en donde se puede hacer una comparación entre la cantidad total pedida y la cantidad total no despachada de productos desde el mes de Enero hasta Agosto, en el caso del almacén Yagua y desde Abril hasta Agosto, en el de Cardón. Estas

gráficas se elaboraron por cada tipo de envase de los aceites lubricantes. Seguidamente se muestran las gráficas y sus tablas:

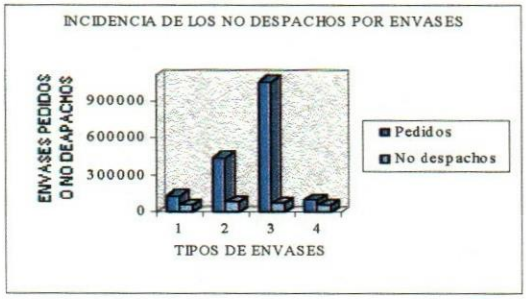
Almacén Yagua

Tabla 4.2. Incidencia de los no despachos por tipo de envase.

	TIPO DE ENV.	PEDIDOS	NO DESP.	DIFERENCIA	% DE NO DESPACHOS
1	Tambor	130834	50585	80249	39%
2	Paila	438398	81058	357340	18%
3	24 x 1	1051822	64531	987291	6%
4	Empaques	93056	52545	40511	56%

Fuente: Cálculos propios a partir de información proporcionada por la Empresa.

Gráfica 4.9. Incidencia de los no despachos por tipo de envase



Fuente: Cálculos propios a partir de información proporcionada por la Empresa.

Se puede notar que la incidencia de no despachos es común y sobresaliente en todos los envases, esto quiere decir, que de una cantidad de pedidos hechos por los clientes hay una fracción sobresaliente de no despachos, situación que da indicios de que existen problemas de control en el inventario e insatisfacción de clientes.

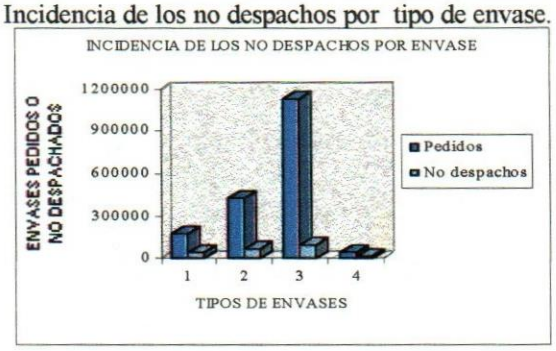
Almacén de Cardón.

Tabla 4.3. Incidencia de los no despachos por tipo de envase.

	TIPO DE ENV.	PEDIDOS	NO DESP.	DIFERENCIA	% DE DESPACHOS
1	Tambor	177204	45158	132046	25%
2	Paila	433140	74454	358686	17%
3	24 x 1	1130386	98931	1031455	9%
4	Empaques	45816	10552	35264	23%

Fuente: Cálculos propios a partir de información proporcionada por la Empresa.

Gráfica 4.10. Incidencia de los no despachos por tipo de envase.



Fuente: Cálculos propios a partir de información proporcionada por la Empresa.

La observación hecha en el Almacén Yagua es válida para el Almacén Cardón, es decir, en este Almacén también se evidencia la existencia de problemas de control de inventario y de insatisfacción de clientes.

En resumen, en estas gráficas se puede notar que, para ambos almacenes, la ocurrencia de no despachos de los aceites lubricantes es común y representativa en todos los envases.

Los no despachos pueden suceder por diversas causas que pueden ser debidas a la Empresa o debidas al cliente, la clasificación es la siguiente:

Imputables a la Empresa. Son todas aquellas causas debidas a la Empresa y se clasifican en:

- Falta de Existencia. Sucede cuando no se despacha porque los productos no se encuentran disponibles en los almacenes.
- Sustitución de Productos. Ocurre cuando los productos requeridos por los clientes son sustituidos por otros, como consecuencia de la falta de existencia de los mismos, en el almacén. La sustitución de productos sucede como resultado de un acuerdo previo entre el almacén y los clientes. Este acuerdo, la mayoría de las veces, es aceptado por los clientes, para no incurrir en pérdidas monetarias ocasionadas por cargar el vehículo por debajo de su capacidad.

Imputables al cliente. Son todas aquellas causas ajenas a la Empresa y debidas exclusivamente a los clientes y se clasifican en:

- Anulados. Son todos aquellos productos que no son despachados por formar parte de pedidos anulados. Los pedidos son anulados cuando el cliente no viene a cargar el día que le corresponde y no tiene ninguna justificación.

- Falta de capacidad del vehículo. Son todos aquellos productos que no son despachados porque el cliente se presenta con una unidad cuya capacidad de tonelaje no es apta para el traslado de los productos (Apéndice 2, aspecto 7).
- Cliente suspende y/o modifica despacho. Son aquellos productos que se dejan de despachar porque los clientes suspendieron el despacho o lo modificaron cambiando el pedido original.

Las causas de no despachos se pueden visualizar mejor en el diagrama de causa-efecto (Apéndice 6) y en las gráficas "influencia de las causas de no despacho", las cuales se elaboraron por cada tipo de envase de los aceites lubricantes. Éstas se presentan a continuación:

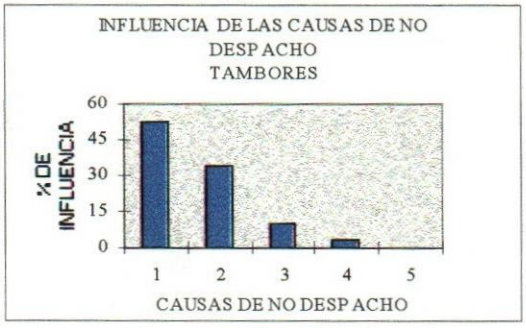
Almacén Yagua.

Tabla 4.4. Influencia de las causas de no despachos en tambores.

ENVASES TIPO TAMBORES	CAUSA	% DE INFLUENCIA
Falta de existencia	1	52,24
Sustitución de productos	2	33,89
Anulados	3	10
Falta de capacidad del vehículo	4	3,5
Cliente suspende y/o modifica	5	0,07

Fuente: Cálculos propios a partir de información proporcionada por la Empresa.

Gráfica 4.11. Influencia de las causas de no despachos en los tambores.



Fuente: Cálculos propios a partir de información proporcionada por la Empresa.

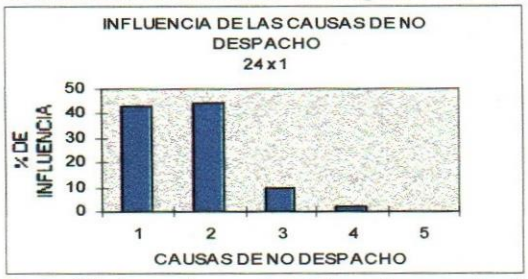
Se puede observar que los no despachos suceden principalmente por causas imputables a la Empresa, representando la falta de existencia y la sustitución de productos un 86,13%.

Tabla 4.5. Influencia de las causas de no despachos en 24x1.

ENVASES TIPO 24X1	CAUSA	% DE INFLUENCIA
Falta de existencia	1	43,33
Sustitución de productos	2	44,54
Anulados	3	10
Falta de capacidad del vehículo	4	2,09
Cliente suspende y/o modifica	5	0,05

Fuente: Cálculos propios a partir de información proporcionada por la Empresa.

Gráfica 4.12. Influencia de las causas de no despachos en 24x1.



Fuente: Cálculos propios a partir de información proporcionada por la Empresa.

Se puede observar que los no despachos suceden principalmente por causas imputables a la Empresa, representando la falta de existencia y la sustitución de productos un 87,87%.

Tabla 4.6. Influencia de las causas de no despachos en pailas.

ENVASES TIPO PAILAS	CAUSA	% DE INFLUENCIA
Falta de existencia	1	46,85
Sustitución de productos	2	37,82
Anulados	3	10,07
Falta de capacidad del vehículo	4	5,26
Cliente suspende y/o modifica	5	0

Fuente: Cálculos propios a partir de información proporcionada por la Empresa.

Gráfica 4.13. Influencia de las causas de no despachos en pailas.

Fuente: Cálculos propios a partir de información proporcionada por la Empresa.

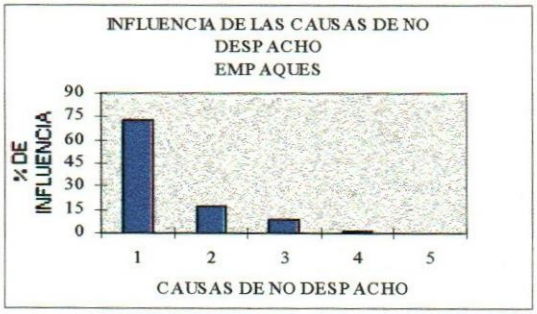
Se puede observar que los no despachos suceden principalmente por causas imputables a la Empresa, representando la falta de existencia y la sustitución de productos un 84,67%.

Tabla 4.7. Influencia de las causas de no despachos en empaques.

ENVASES TIPO EMPAQUE	CAUSA	% DE INFLUENCIA
Falta de existencia	1	73,54
Sustitución de productos	2	17,36
Anulados	3	8,08
Falta de capacidad del vehículo	4	1,02
Cliente suspende y/o modifica	5	0

Fuente: Cálculos propios a partir de información proporcionada por la Empresa.

Gráfica 4.14. Influencia de las causas de no despachos en empaques.



Fuente: Cálculos propios a partir de información proporcionada por la Empresa.

Se puede observar que los no despachos suceden principalmente por causas imputables a la Empresa, representando la falta de existencia y la sustitución de productos un 91,90%.

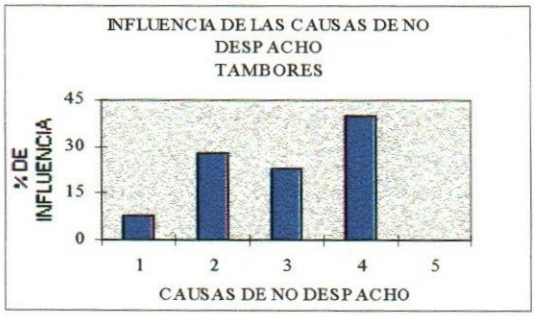
Almacén Cardón.

Tabla 4.8. Influencia de las causas de no despachos en tambores.

ENVASES TIPO TAMBOR	CAUSA	% DE INFLUENCIA
Falta de existencia	1	27,85
Sustitución de productos	2	23,35
Anulados	3	0,21
Falta de capacidad del vehículo	4	8,17
Cliente suspende y/o modifica	5	40,43

Fuente: Cálculos propios a partir de información proporcionada por la Empresa.

Gráfica 4.15. Influencia de las causas de no despachos en tambores.



Fuente: Cálculos propios a partir de información proporcionada por la Empresa.

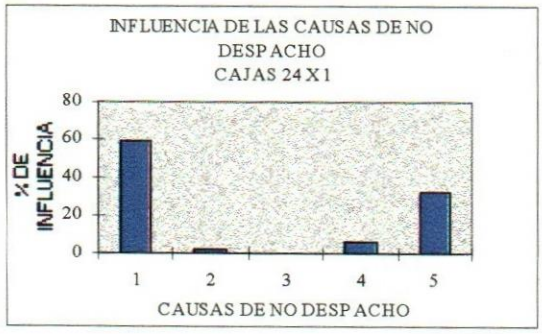
Se puede observar que los no despachos suceden principalmente por causas imputables a la Empresa, representando la falta de existencia y la sustitución de productos un 52,20%. Sin embargo, en este caso hubo una alta incidencia de no despachos debido a la suspención y/o modificación de despachos por parte del cliente en un 40,43%.

Tabla 4.9. Influencia de las causas de no despachos en 24x1.

ENVASES TIPO 24 X 1	CAUSA	% DE INFLUENCIA
Falta de existencia	1	59,16
Sustitución de productos	2	1,69
Anulados	3	0,29
Falta de capacidad del vehículo	4	5,92
Cliente suspende y/o modifica	5	32,94

Fuente: Cálculos propios a partir de información proporcionada por la Empresa.

Gráfica 4.16. Influencia de las causas de no despachos en 24x1.



Fuente: Cálculos propios a partir de información proporcionada por la Empresa.

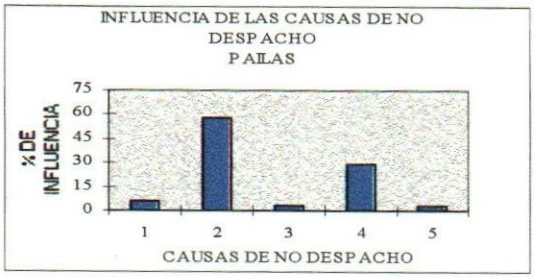
Se puede observar que los no despachos suceden principalmente por causas imputables a la Empresa, representando la falta de existencia y la sustitución de productos un 60,85%. Sin embargo, en este caso hubo una alta incidencia de no despachos, debido a la suspención y/o modificación de despachos por parte del cliente en un 32,94%.

Tabla 4.10. Influencia de las causas de no despachos en pailas.

ENVASES TIPO PAILAS	CAUSA	% DE INFLUENCIA
Falta de existencia	1	58,19
Sustitución de productos	2	3,23
Anulados	3	2,92
Falta de capacidad del vehículo	4	6,47
Cliente suspende y/o modifica	5	29,19

Fuente: Cálculos propios a partir de información proporcionada por la Empresa.

Gráfica 4.17. Influencia de las causas de no despachos en pailas.



Fuente: Cálculos propios a partir de información proporcionada por la Empresa.

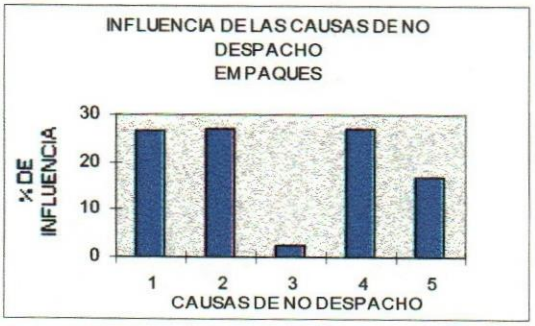
Se puede observar que los no despachos suceden principalmente por causas imputables a la Empresa, representando la falta de existencia y la sustitución de productos un 61,42%. Sin embargo, en este caso hubo una mediana incidencia de no despachos debido a que el cliente suspende y/o modifica despacho en un 29,19%.

Tabla 4.11. Influencia de las causas de no despachos en empaques.

ENVASES TIPO EMPAQUES	CAUSA	% DE INFLUENCIA
Falta de existencia	1	26,80
Sustitución de productos	2	26,93
Anulados	3	2,58
Falta de capacidad del vehículo	4	26,93
Cliente suspende y/o modifica	5	16,75

Fuente: Cálculos propios a partir de información proporcionada por la Empresa.

Gráfica 4.18. Influencia de las causas de no despachos en empaques.



Fuente: Cálculos propios a partir de información proporcionada por la Empresa.

Se puede observar que los no despachos suceden principalmente por causas imputables a la Empresa, representando la falta de existencia y la sustitución de productos un 53,73%. Sin embargo, en este caso hubo una alta incidencia de no despachos debido a que el cliente suspende y/o modifica despacho y por falta de capacidad del vehículo sumando ambas un 43,68%.

En resumen, en estas gráficas se puede observar el porcentaje de influencia que representa cada causa de no despachos. Las causas más influyentes en el no despacho de los productos son la falta de existencia y la sustitución de productos, las cuales son imputables a la Empresa. Igualmente, se puede notar que las imputables al cliente son insignificantes en comparación con las otras causas. Esta situación, se presenta en ambos almacenes. Por lo tanto, se puede afirmar que los porcentajes de no despachos, calculados al principio de esta sección, son aproximadamente el porcentaje de escasez de los productos en ese lapso, según su política de inventario. Los porcentajes de escasez se resumen en el siguiente cuadro:

Tabla 4.12. Promedios de escasez de los almacenes de Yagua y de Cardón

ALMACÉN	TIPO DE ENV.	PORCENTAJE DE ESCASEZ
YAGUA	TAMBOR	39%
	PAILA	28%
	24 X 1	6%
	EMPAQUE	56%
CARDÓN	TAMBOR	25%
	PAILA	17%
	24 X 1	9%
	EMPAQUE	23%

Fuente: Cálculos propios a partir de información proporcionada por la Empresa.

Como se puede notar los porcentajes de escasez, en la mayoría de los casos fueron bastante altos. Según el estudio realizado, los porcentajes de escasez promedio de periodos futuros serán aproximadamente los porcentajes de no despachos.

- *Cantidad de productos pedida inferior a la despachada.* Esta situación se puede visualizar en las gráficas de Ventas programadas vs. Ventas no programadas por tipo de envase. Las ventas no programadas son todas aquellas que se realizan sin un pedido previo y se deben a la sustitución de productos. A continuación se muestran las gráficas por cada almacén:

Almacén Yagua.

Tabla 4.13. Ventas programadas Vs. Ventas no programadas.

	TIPO DE ENV.	VENTAS PROGRAMADAS	VENTAS NO PROGRAMADAS
1	Tambor	109680	26142
2	Paila	360854	98058
3	24X1	766495	210626
4	Empaque	40463	200

Fuente: Cálculos propios a partir de información proporcionada por la Empresa.

Gráfica 4.19. Ventas programadas Vs. Ventas no programadas.

Fuente: Cálculos propios a partir de información proporcionada por la Empresa.

Se puede observar que la incidencia de ventas no programadas es significativa con respecto a las ventas programadas, lo que refleja que la sustitución de productos es común y numerosa en todos los envases.

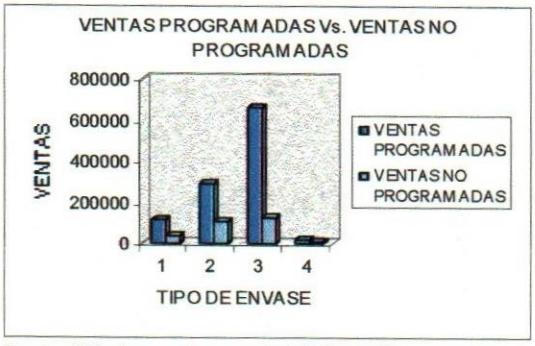
Almacén Cardón.

Tabla 4.14. Ventas programadas Vs. Ventas no programadas.

	TIPO DE ENV.	VENTAS PROGRAMADAS	VENTAS NO PROGRAMADAS
1	Tambor	114591	36421
2	Paila	292025	103883
3	24X1	663907	125120
4	Empaque	20357	11398

Fuente: Cálculos propios a partir de información proporcionada por la Empresa.

Gráfica 4.20. Ventas programadas Vs. Ventas no programadas.



Fuente: Cálculos propios a partir de información proporcionada por la Empresa.

En esta gráfica, también se observa que la incidencia de ventas no programadas es alta, lo que da indicios que la sustitución de productos es frecuente, este hecho refleja un descontrol del inventario de ambos almacenes.

La sustitución de productos provoca en muchas ocasiones, insatisfacción en los clientes, porque se llevan algunos productos que no pidieron. Es por esta razón, que aparece este tipo de irregularidad en el reporte de pedidos vs. despachos por producto en ambos almacenes.

Es importante agregar que debido a las irregularidades mencionadas anteriormente, existe en los almacenes un descontrol en las cantidades de inventario, observándose exceso en algunos productos y escasez en otros.

4.3.1.2-Comportamiento de las curvas de la demanda.

Para elaborar las curvas de la demanda de los productos tipo A se tomaron las observaciones semanales viéndose un comportamiento continuo caracterizado por la presencia de muchas fluctuaciones (picos y valles), motivo por el cual se asegura que la demanda es una variable aleatoria y por ende requiere de estudios estadísticos posteriores. Como se puede observar en el Apéndice 7 sección 7.1, en donde se muestran las gráficas de algunos productos. Es importante agregar que el resto de los estudios que involucran a estos productos se hicieron semanalmente.

Los productos tipo B por presentar una demanda semanal intermitente tienen una curva formada por muchas discontinuidades, ya que poseen varios períodos en los cuales su demanda es muy baja o nula. Este comportamiento se puede observar en el Apéndice 7 sección 7.2 donde se presentan gráficas de la demanda de algunos productos. Por lo irregular de la demanda semanal de estos productos hubo la necesidad de trabajarlos mensualmente. Como son productos que no requieren un control estricto de inventario, no se les va a realizar un estudio estadístico.

La demanda semanal de los productos tipo C es esporádica, porque son requeridos en contadas ocasiones por un grupo determinado de clientes, por lo que sus curvas son muy discontinuas (Apéndice 7, sección 7.3). por lo que también hubo la necesidad de trabajarlos mensualmente. Tampoco necesitan un estudio estadístico.

Algunos de estos productos son solicitados una o dos veces al año. Ésta clase de productos entran en la categoría de los "productos especiales"(Apéndice 5).

4.3.2.- Tiempos de reposición.

Se tuvo acceso a registros de las plantas envasadoras y de los almacenes, donde se pudo observar las fechas de pedidos a planta y de entrada de productos a los almacenes en el periodo comprendido entre junio y agosto. Anteriormente no se llevaban este tipo de registros. Basado en esta información se calcularon los tiempos de reposición para ambos almacenes. Los resultados de este estudio se presentan en el capítulo V.

4.3.3.- Espacio disponible en ambos almacenes.

Almacén Yagua

Capacidad total del almacén techado

539.760 cajas 24 x 1 equivalente a: 64.771 m^2

Capacidad total del almacén descubierto

54.660 tambores equivalente a: 27.417 m^2

Almacén Cardón

Capacidad total del almacén techado

269.604 cajas 24 x 1 equivalente a: 32.352 m^2

Capacidad total del almacén descubierto

47.335 tambores equivalente a: 23.743 m^2

Estos datos se pueden ver en el Apéndice 2, aspecto 6, información extraída del manual de recepción, almacenamiento y despacho.

Según información suministrada por el jefe de Almacén, los productos de alta rotación ocupan aproximadamente un 70%, del espacio disponible tanto del almacén techado, como del descubierto, en ambos almacenes. Dentro de este espacio las grasas y especialidades de alta rotación ocupan un 10%. Los productos de media y baja rotación ocupan un 30%, dentro de este espacio, las grasas y especialidades ocupan un 10%.

4.4.- Forma de elaborar los pedidos.

El plan de pedidos para la envasadora que surte a cada almacén se realiza los primeros cinco días de cada mes para el mes siguiente. Se realiza en base a:

1. Inventarios a final de mes: Se realiza un inventario físico a final de mes. Esto es generado por el SIL o SICAP.
2. Promedio de ventas por producto: Se hace un seguimiento diario de las ventas de cada producto y al final del mes se elabora un promedio simple.
3. Pronóstico de ventas: Esto es realizado mensualmente, por el coordinador de ventas. Se realiza por distrito: metropolitano, centro, sur, occidente y oriente.

Procedimiento.

1. En los primeros cinco días del mes anterior el programador de pedidos, de cada uno de los almacenes, realiza el plan del mes siguiente.
2. Envía el plan a la planta envasadora respectiva.
3. La planta envasadora envía una copia del plan de pedidos a los proveedores para informarles la cantidad de insumos necesarios para el mes próximo y así cumplir con el plan de pedido.
4. El programador de pedidos realiza un seguimiento diario para que se lleve a cabo el plan de pedidos, adicionalmente, una vez por semana, indica las prioridades de producción a planta. Si surge un pedido especial, o si hay que producir más o menos cantidad de algún producto, el programador de pedidos envía la orden de producción a planta.
5. El programador de pedidos recibe una forma procedente de la planta, en donde se observa la producción diaria y la ingresa a un archivo de control de productos envasados a la fecha, verificando el plan de pedidos elaborado un mes antes.
6. Al final de cada mes, el programador de pedidos realiza un reporte en donde se compara el plan de pedidos mensual con las cantidades reales producidas.
7. El programador de pedidos verifica el espacio físico disponible en el almacén para cada producto. Esto se puede observar a través del SIL en la opción espacio disponible del inventario. La cuadrícula se muestra a continuación:

Tabla 4.15. Opción espacio disponible del inventario.

CÓDIGO DEL PRODUCTO	NOMBRE DEL PRODUCTO	CAPACIDAD MÁXIMA	EXISTEN	CAPACIDAD DISPONIBLE	ÁREA

Fuente: Información proporcionada por la Empresa, S.I.L.

Observaciones.

La mayoría de las veces, el plan de pedidos mensual elaborado para la planta en los primeros días del mes anterior, es modificado a lo largo del mes en curso. Esto demuestra que existen fallas en las fuentes en las cuales se apoya el programador de pedidos para realizar dicho plan. Los promedios de ventas mensuales son la fuente más importante por la que el programador de pedidos se rige, dicha fuente no es del todo confiable debido a que las ventas no programadas y pedidos no despachados presentan una alta incidencia, como se pudo observar en secciones anteriores. La demanda, para elaborar este plan de pedidos, no es tomada en cuenta. En el Anexo 4 se pueden observar algunos modelos del plan de pedidos.

4.5.- Relación entre ambos almacenes.

Entre los almacenes se pueden presentar transferencias de productos como resultado de la escasez y de algunos problemas que puedan haber en las plantas envasadoras a la hora de reponer el inventario para el tiempo requerido. La escasez ocurre por un plan de pedidos equivocado y los problemas en las plantas pueden suceder por inconvenientes con los proveedores de insumos o por fallas mecánicas. Estas transferencias ocasionan costos innecesarios, por lo que se tienen que tratar de minimizar. El objetivo principal del estudio es disminuir la escasez, y como consecuencia de esta disminución se puede decir que, probablemente se reducirán las transferencias.

Cada almacén tiene su cartera de clientes, resultado de la ubicación geográfica de cada uno (Apéndice 16).

4.6.- Plantas Envasadoras.

4.6.1.- Sistema productivo.

El sistema productivo es intermitente debido a las siguientes características:

- La producción de las plantas envasadoras depende exclusivamente de los pedidos elaborados por los almacenes respectivos (plan de pedidos). En ciertas ocasiones, cuando los almacenes están saturados de inventarios, las plantas dejan de trabajar.
- En las plantas envasadoras se elaboran una gran variedad de productos.
- Para elaborar un lubricante determinado se tienen que reacondicionar los equipos, es decir, realizar el lavado de los tanques de mezcla y las líneas de envasado involucrados en el proceso. El lavado de los equipos se realiza con básico, que es el componente que tiene mayor proporción dentro de la composición del lubricante.
- En ciertas ocasiones algunas líneas de envasado están sobrecargadas y al mismo tiempo se observa que otras están trabajando muy por debajo de su capacidad o en el peor de los casos se encuentran ociosas.

Todas las características mencionadas anteriormente que definen un sistema productivo intermitente, son determinantes para afirmar que el cálculo de una tasa de producción como tal, complicaría mucho el estudio a nivel estadístico y además no se cuenta con la información necesaria para su elaboración.

4.6.2.- Capacidad.

La capacidad de las plantas envasadoras no será tomada como una limitante para el estudio, debido a que ambas plantas poseen la capacidad suficiente para abastecer la demanda nacional. [1]

[1] Según información suministrada por el jefe de la Envasadora El Palito.

CAPÍTULO V

ESTUDIOS ESTADÍSTICOS

CAPÍTULO V
ESTUDIOS ESTADÍSTICOS

5.1.- Introducción.

Se realizaron una serie de estudios estadísticos de los diferentes parámetros involucrados en el manejo del inventario, basados en el diagnóstico y en la teoría estadística, explicados el capítulo IV y en el apéndice 1, aspecto 3 respectivamente.

5.2.- Demanda.

Dentro de este aspecto se pudieron llevar a cabo diferentes estudios estadísticos del comportamiento de la demanda relacionados con los productos que conforman el grupo A. El análisis ABC, previamente realizado en el capítulo IV, proporcionó una herramienta útil para saber cuáles son los productos que representan mayores ventas y necesitan un control estricto. Es por esta razón que se decidió realizar el estudio estadístico únicamente a este grupo.

5.2.1.- Histogramas de frecuencia y Pruebas de la P-P Normal.

En base al comportamiento probabilístico que presenta la demanda de los productos tipo A, se tiene que definir el tipo de distribución a la que pertenecen. El punto de partida del estudio fue elaborar el histograma de frecuencia de la demanda de cada producto, de ambos almacenes. En estos histogramas se pudo observar, en la mayoría de los casos, un comportamiento semejante a la de una curva Normal. Luego de realizar los histogramas de frecuencias se decidió aplicar la prueba P-P Normal del programa estadístico SPSS para Windows 95, explicada en el Apéndice 1, aspecto 3.2, observándose que los puntos de dispersión de la demanda de los productos se acercan a la línea recta, reflejando que el comportamiento de la demanda es muy parecido al de una curva Normal. Los histogramas y las pruebas P-P Normal se muestran en el apéndice 8.

5.2.2.- Pruebas de bondad del ajuste.

Prueba Ji - Cuadrada

Debido a que se presume que la demanda de los productos tipo A, se distribuye como una curva Normal, se decidió aplicar la prueba Ji-cuadrada de bondad del ajuste (Apéndice 1, aspecto 3.1.2), cuya metodología se presenta a continuación:

1. Se plantean las siguientes hipótesis:

H_0: D_i se ajusta como una normal.

H_1: D_i no se ajusta como una normal.

2. Estimar los parámetros: la media y la varianza de la curva. Es importante agregar que en este estudio, no hubo la necesidad de estimar los parámetros, debido a que se trabajó con la población.
3. Definir los intervalos.
4. Calcular las probabilidades de los intervalos de la variable D_i (demanda).
5. Calcular las frecuencias esperadas para los valores de D_i.

E_i : frecuencia esperada

p_i^0: probabilidad de cada intervalo.

n: es el número total de observaciones.

$$\boxed{E_i = n\ p_i^0; \qquad E_i \geq 5}$$

Nota: si alguna frecuencia esperada resulta ser menor que cinco, se deben sumar otros valores de frecuencias esperadas hasta que resulte mayor o igual a cinco.

6. Comparar las frecuencias esperadas con las frecuencias observadas y calcular la cota de la Ji-cuadrada de la siguiente manera:

$$\Sigma^{r}_{i=i} (O_i - E_i)^2 / E_i \rightarrow X^2_{(r-1-k)}$$

Siendo:

k: número de parámetros estimados, en este caso, como se trabajaron con datos poblacionales, no hubo la necesidad de estimar ningún parámetro, por lo que k = 0.

r: número de valores.

7. Con el valor obtenido en el paso anterior se examina la tabla de la ji-cuadrada y se observa si se acepta o no la hipótesis nula, con un nivel de significación (α) del 5%, de esta forma se tiene un grado de confianza aceptable para el estudio.

En todos los casos analizados, la hipótesis nula fue aceptada, confirmándose que el comportamiento de la curva de la demanda (D_i), de cada uno de estos productos se ajusta a una distribución Normal. En el Apéndice 9, secciones 9.1.1 (Yagua) y 9.1.2 (Cardón) se muestran, detalladamente, los cálculos relativos a cada producto.

Prueba de Kolmogorov - Smirnov

Para confirmar la veracidad de los resultados de las pruebas de bondad de ajuste Ji-Cuadrada, se decidió aplicar la prueba de bondad del ajuste de Kolmogorov-Smirnov (Apéndice 1, aspecto 3.1.3), debido a que la misma, al contrario de la prueba Ji-Cuadrada, no presenta limitaciones en cuanto al tamaño de la muestra. En el estudio en cuestión, no se posee un tamaño suficientemente grande de observaciones lo que hace que los resultados de la prueba Ji-Cuadrada sean poco confiables.

La metodología[1] para aplicar la prueba Kolmogorov - Smirnov es la siguiente:

1. Se ordenan los datos del estudio($x_1,x_2,...,x_N$) de menor a mayor, en el caso de este estudio, se ordenan los límite de clase de los intervalos de menor a mayor.
2. Se calcula la función de distribución relativa muestral $F_N(x)$ de la siguiente manera:

   Para $x < x_1$, $F_N(x) = 0$

   Para $x_k < x < x_{k+1}$, $F_N(x) = k / N$, siendo k el número de observaciones menores o iguales a x (k= 1,2,...,N-1).

   Para $x > x_N$, $F_N(x) = 1$
3. Se calcula $F_0(x)$ para cada dato. $F_0(x_1)$ es la probabilidad de que la variable sea menor o igual que x_1 bajo la hipótesis H_0; es decir si la distribución de la población es $F_0(x)$.

[1] Metodología extraída del libro Introducción al cálculo de probabilidades e inferencia estadística de Rafael López Casuso. Pp 395

4. Se calcula el estadístico $D_N^* = \text{Max} \mid F_N(x) - F_0(x) \mid$, es decir, la desviación máxima en valor absoluto entre la función de distribución muestral y la función de distribución teórica.
5. Se busca la constante c con un nivel de significación (α) de 0.05, según la tabla presentada en el Anexo 5.
6. La región crítica del contraste es de la forma $(N)^{1/2} D_N^* > c$; es un contraste de una cola por la derecha. Si el estadístico $(N)^{1/2} D_N^*$ es mayor que la constante c, se rechaza la hipótesis con un nivel de significación de α.

En el Apéndice 9 secciones 9.2.1 (Yagua) y 9.2.2 (Cardón) se muestran, de una manera detallada, los cálculos relativos a cada producto.

5.3.- Tiempo de reposición.

Se contó con registros por parte de las plantas envasadoras, desde el mes de Junio hasta el mes de agosto, ya que en los meses anteriores no se realizaban este tipo de registros y además se tuvo acceso a registros elaborados por el controlador de recepción (entrada de productos a los almacenes) para ambos almacenes, se analizaron estos dos tipos de registros y se calcularon los tiempos de reposición en ese periodo de tiempo. En el Apéndice 17 se presentan los tiempos de reposición clasificados de acuerdo a los niveles de rotación de los productos.

Seguidamente se muestran los resultados de este estudio:

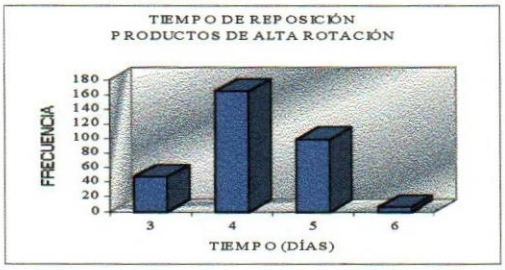
Almacén Yagua

Tabla 5.1. Tiempos de reposición de los productos tipo A.

TIEMPO (DÍAS)	fi
3	47
4	164
5	99
6	7
n° =	317

Fuente: Cálculos propios a partir de información proporcionada por la Empresa.

Gráfica 5.1. Tiempos de reposición de los productos tipo A.



Fuente: Cálculos propios a partir de información proporcionada por la Empresa.

Se puede observar en la gráfica y en la tabla anterior que el tiempo de reposición que tiene un mayor número de observaciones es el que registra cuatro días. El promedio de las observaciones resultó ser de 4.2 días, por lo que se decidió utilizar este tiempo para los productos tipo A en el modelo de inventarios del Almacén Yagua.

Tabla 5.2. Tiempos de reposición de los productos tipo B.

TIEMPO (DÍAS)	fi
4	5
5	14
6	23
7	9
	n° = 51

Fuente: Cálculos propios a partir de información proporcionada por la Empresa.

Gráfica 5.2. Tiempos de reposición de los productos tipo B.

Fuente: Cálculos propios a partir de información proporcionada por la Empresa.

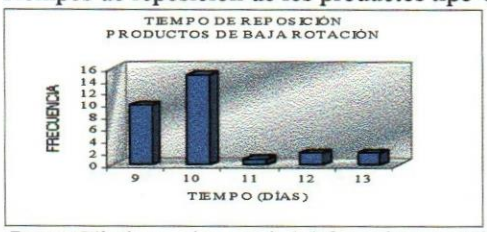
Se puede observar en la gráfica y en la tabla anterior que el tiempo de reposición que tiene un mayor número de observaciones es el que registra seis días. El promedio de las observaciones resultó ser de 5.7 días, por lo que se decidió utilizar este tiempo para los productos tipo B en el modelo de inventarios del Almacén Yagua.

Tabla 5.3. Tiempos de reposición de los productos tipo C.

TIEMPO (DÍAS)	fi
9	10
10	15
11	1
12	2
13	2
	n = 30

Fuente: Cálculos propios a partir de información proporcionada por la Empresa.

Gráfica 5.3. Tiempos de reposición de los productos tipo C.



Fuente: Cálculos propios a partir de información proporcionada por la Empresa.

Se puede observar en la gráfica y en la tabla anterior que el tiempo de reposición que tiene un mayor número de observaciones es el que registra diez días. El promedio de las observaciones resultó ser de 10 días, por lo que se decidió utilizar este tiempo para los productos tipo C en el modelo de inventarios del Almacén Yagua.

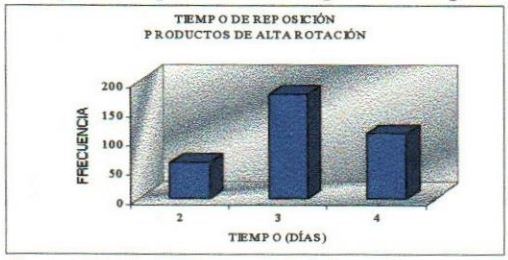
Almacén Cardón

Tabla 5.4. Tiempos de reposición de los productos tipo A.

TIEMPO (DÍAS)	fi
2	59
3	177
4	109
	n =345

Fuente: Cálculos propios a partir de información proporcionada por la Empresa.

Gráfica 5.4. Tiempos de reposición de los productos tipo A.



Fuente: Cálculos propios a partir de información proporcionada por la Empresa.

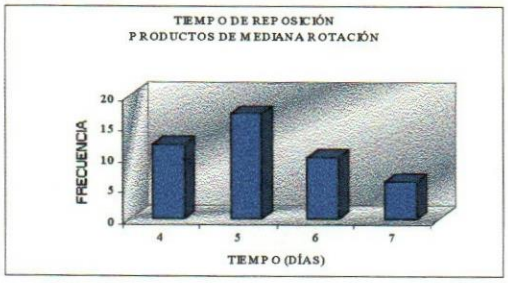
Se puede observar en la gráfica y en la tabla anterior que el tiempo de reposición que tiene un mayor número de observaciones es el que registra tres días. El promedio de las observaciones resultó ser de 3.1 días, por lo que se decidió utilizar este tiempo para los productos tipo A en el modelo de inventarios del Almacén Cardón.

Tabla 5.5. Tiempos de reposición de los productos tipo B.

TIEMPO (DÍAS)	fi
4	12
5	17
6	10
7	6
	n =45

Fuente: Cálculos propios a partir de información proporcionada por la Empresa.

Gráfica 5.5. Tiempos de reposición de los productos tipo B.



Fuente: Cálculos propios a partir de información proporcionada por la Empresa.

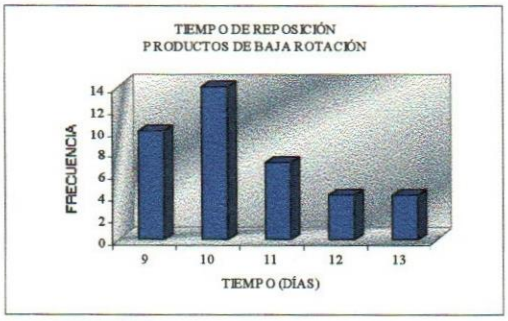
Se puede observar en la gráfica y en la tabla anterior que el tiempo de reposición que tiene un mayor número de observaciones es el que registra cinco días. El promedio de las observaciones resultó ser de 5.2 días, por lo que se decidió utilizar este tiempo para los productos tipo B en el modelo de inventarios del Almacén Cardón.

Tabla 5.6. Tiempos de reposición de los productos tipo C.

TIEMPO (DÍAS)	fi
9	10
10	14
11	7
12	4
13	4
	n = 39

Fuente: Cálculos propios a partir de información proporcionada por la Empresa.

Gráfica 5.6. Tiempos de reposición de los productos tipo C.



Fuente: Cálculos propios a partir de información proporcionada por la Empresa.

Se puede observar en la gráfica y en la tabla anterior que el tiempo de reposición que tiene un mayor número de observaciones es el que registra diez días. El promedio de las observaciones resultó ser de 10.4 días, por lo que se decidió utilizar este tiempo para los productos tipo C en el modelo de inventarios del Almacén Cardón.

CAPÍTULO VI

PRONÓSTICO DE LA DEMANDA

CAPÍTULO VI
PRONÓSTICO DE LA DEMANDA

6.1.- Introducción.

Antes de elaborar el modelo y la política de inventario es necesario que se determine el método de pronóstico más apropiado según el comportamiento de la demanda de cada producto.

Se presentará la metodología para seleccionar el modelo de pronóstico más adecuado según el caso, así como el proceso de actualización en el tiempo, esto con la finalidad de que sea una técnica dinámica.

6.2.- Selección del modelo.

Los datos recopilados de este estudio conforman una serie de tiempo debido a que fueron recolectados semana a semana.

Existen diversas técnicas que permiten obtener el valor más representativo de esta serie, así como predicciones de los diversos valores que la variable pueda asumir en el futuro. Estas técnicas son, básicamente:

- Método de descomposición.
- Modelos de Box y Jenkins.
- Modelos autoregresivos.
- Promedios móviles.
- Suavización exponencial.

Para seleccionar la técnica de pronóstico más adecuada se contó con la ayuda de una tabla en donde se comparan los métodos mencionados anteriormente, ésta se muestra a continuación:

Tabla 6.1. Técnicas de pronóstico.[1]

MÉTODO	HORIZONTE EN EL TIEMPO	COSTO	GRADO DE DIFICULTAD
Método de descomposición	Corto y mediano plazo.	De bajo a medio.	Medio.
Promedio móvil.	A corto plazo.	Bajo.	Bajo.
Suavización Exponencial.	A corto plazo.	Bajo.	Bajo.
Modelos Autoregresivos.	Corto y mediano plazo.	Medio.	Alto.
Técnicas de Box - Jenkins	Corto y mediano plazo.	Alto.	Alto.

Como la demanda de los productos muestra grandes variaciones en el tiempo por el ambiente de un mercado altamente competitivo es recomendable que el pronóstico se realice a corto plazo.

La Empresa necesita un método de pronóstico que sea de fácil aplicación y que se desarrolle rápidamente. También requiere un método cuya implantación no implique altos costos y que se pueda aplicar a una gran variedad de productos sin mayores dificultades.

Por todas las razones expuestas anteriormente, se puede decir que, las técnicas más adecuadas para el caso en estudio son promedios móviles y suavización exponencial, debido a que poseen un horizonte de tiempo a corto plazo, y además tanto sus costos como su grado de dificultad resultan bajos, según la tabla 6.1.

Debido a que los datos que se poseen para realizar el estudio son de un lapso de tiempo corto, no se puede asegurar con certeza cuál es el patrón de comportamiento de la serie, es decir, si su naturaleza es estacional, cíclica o con tendencia, no es posible llegar a algún análisis importante con la data que se dispone. El comportamiento de los datos que se ha observado hasta estos momentos, es inestable, teniéndo muchas variaciones, lo que hace suponer que, en el caso de que la demanda tuviese algún patrón, éste cambiaría a lo largo del tiempo. El análisis anterior hace que en la búsqueda del método más adecuado de pronóstico se rechacen aquellos que trabajen con ciertos tipos de patrones de demanda, como por ejemplo la técnica de promedios móviles y el método de descomposición entre otros.

Para utilizar promedios móviles, se necesita una data histórica representativa que ayude a identificar la presencia de patrones de tendencia en el comportamiento de la

[1] Tabla extraída del libro Pronóstico en los negocios de John Hanke y Arthur Reitsch. Pp 535.

variable, y además tiene una capacidad de respuesta lenta ante cambios bruscos de la demanda, es por estas razones que se descartó el uso de esta técnica en el estudio.

El método de suavización exponencial simple es el que más se aplica al caso en estudio, ya que a diferencia de los promedios móviles, capta con mayor rapidez los cambios bruscos de la demanda. Los otros modelos de suavizado exponencial (como el doble, triple, etc.) no se utilizarán debido a que ellos incorporan patrones de comportamiento de la variable, sin embargo, en un futuro se podrá explorar la aplicación de estos métodos, ya que se dispondrá de una mayor cantidad de datos para evaluar la existencia de patrones de tendencia.

El método de suavización exponencial simple y los otros modelos de suavizado exponencial comparten la ventaja de que requieren pocos datos históricos. Para actualizar el pronóstico de un periodo al siguiente sólo se necesita α, la demanda y el pronóstico del último periodo. "Este modelo es fácil de entender y se puede computarizar para abastecimiento de elementos o para elementos que se encuentran en inventarios. Sus ventajas principales son la sencillez y la eficacia con que funciona, para obtener de una manera económica pronósticos rápidos y fáciles. Por todas estas ventajas el modelo de suavización exponencial es aplicado en la mayoría de las empresas".[2]

6.3.- Selección de la constante de suavización (α)

La constante de suavización α es el factor para ponderar exponencialmente la demanda real y la demanda suavizada de periodos anteriores. El valor real de α determina el grado hasta el cual la observación más reciente puede influir en el valor del pronóstico. Cuando α es cercana a 1, el nuevo pronóstico incluirá un ajuste sustancial de cualquier error ocurrido en el pronóstico anterior. Inversamente, cuando α está cercana a cero, el pronóstico es similar al anterior.

El método utilizado para estimar el valor de α consiste en un procedimiento iterativo que minimiza el error medio cuadrado (EMC). Se calculan los pronósticos para valores de α iguales a 0.01, 0.02,...,1, y para cada uno se calcula la suma de los errores cuadrados del pronóstico y se elige el valor de α que produzca el error más pequeño. Este procedimiento se aplicó a cada producto de ambos almacenes. Estos cálculos se

hicieron con la ayuda del paquete de computación Excel a través de una hoja de cálculo, los resultados se pueden ver en una tabla resumen en el Apéndice 10, secciones 10.1 y 10.2, y también se presentan dos ejemplos por almacén de la aplicación de este procedimiento.

Luego de elegir la constante α se procedió a graficar la demanda real vs. la demanda pronosticada de algunos productos, estas gráficas se presentan en el Apéndice 11.

6.4.- Señal de rastreo.[3]

Debido a que la suavización exponencial supone la continuidad en el futuro de algún patrón histórico, resulta útil desarrollar una medida que se pueda utilizar para determinar cuando se modifica el patrón básico. La medida más común es la señal de rastreo. Esta señal comprende el cálculo de alguna medición del error a través del tiempo y establece límites de forma que cuando el error sobrepase dichos límites, se alerte al pronosticador.

Siempre que el pronóstico se ubique dentro del nivel calculado por la señal de rastreo, no es necesario modificar α. Sin embargo, si el pronóstico se sale del nivel, se trendrá la necesidad de actualizar α.

Una manera simple de saber si el pronóstico se encuentra bajo control es observar el signo de los errores de pronóstico. En un sistema bajo control habrá periodos con errores positivos y periodos con errores negativos, pero la media de los errores debe tender a cero. Basándose en este hecho, Triggs y Leach propusieron un sistema de control basado en el cálculo de una señal de rastreo, calculado según: TSt = Serrort / SMADt.

Este valor oscilará entre -1 y 1, con -1 significa que el pronóstico es sistemáticamente inferior al valor real y +1 que el pronóstico es sistemáticamente superior al valor real. Triggs y Leach proponen tablas para determinar los valores

[2] Administración de la producción y las operaciones de Adam Everett y Ronald Ebert. Pp 105.
[3] Información extraida del libro: Gestión de inventario en mantenimiento de Angel Díaz Matalobos. Pp 57.

aceptables de la señal de rastreo, que en términos generales debe encontrarse en el intervalo 0 ± 0.4.

Los términos utilizados en este método de rastreo se explican a continuación:

- MAD ó Mean Absolute Deviation: es el valor absoluto de la diferencia entre el valor real y el valor pronósticado.
- SMAD: es el valor suavizado del MAD, según la siguiente ecuación:

  $SMAD_{t+1} = \alpha\ (MAD_t) + (1 - \alpha)\ SMAD_t$
- SError: es el valor suavizado del error o la diferencia entre el valor real y el valor pronósticado, mediante la siguiente ecuación:

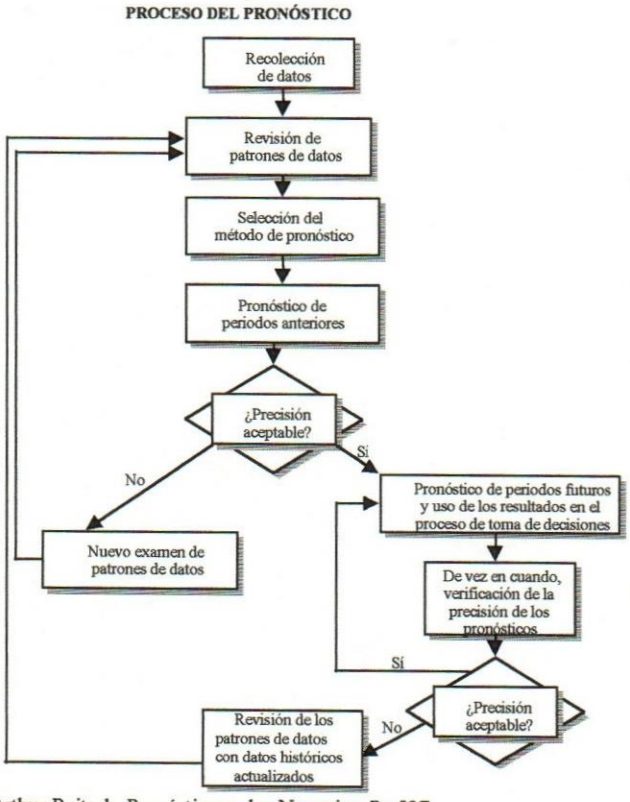
  $SError_{t+1} = \alpha\ (Error_t) + (1 - \alpha)\ SError_t$

La señal de rastreo está incluida dentro del modelo de inventario que se explicará más adelante.

6.5.- Metodología del pronóstico.

En general la metodología del proceso de pronóstico se puede observar en el siguiente diagrama de flujo:

Figura 6.1. Proceso del pronósico.



Fuente: Hanke, John, y Arthur Reitsch. Pronóstico en los Negocios. Pp 537

CAPÍTULO VII

MODELO DE INVENTARIO

CAPÍTULO VII
MODELO DE INVENTARIO

7.1.- Selección del modelo.

Un aspecto importante que se tomó en cuenta para seleccionar el modelo adecuado de inventario es el tipo de Empresa en la que se está elaborando el estudio. La Empresa en donde se desarrolló el Trabajo Especial de Grado es básicamente de Manufactura con altos volúmenes de ventas, con una alta variedad de productos, entre los cuales existen diferentes niveles de rotación o de ventas.

Cada grupo de productos definido por la clasificación ABC, tiene diferentes comportamientos en el mercado, lo que amerita que se deba seleccionar uno o varios modelos de inventarios aplicados según sea el caso y adaptados a las características de cada grupo de productos.

Debido a todas las características mencionadas anteriormente, se decidió seleccionar un modelo para los productos A o de alta rotación y otro para los productos B y C con menores volúmenes de ventas.

Para seleccionar el modelo de inventario para los productos se tomó en cuenta en primer lugar, los requerimientos de la Empresa. La Empresa necesita un modelo práctico, sencillo y cuya futura implantación no implique elevados costos.

Los modelos de inventario para los productos, se pueden enfocar bajo dos puntos de vista. El primero es analizar el sistema, básicamente desde el punto de vista de la planta envasadora, considerando un sistema de producción e inventario, en el cual se programa un plan de corridas de producción, dándole lógicamente más importancia a las consideraciones dentro de la planta envasadora. El segundo punto de vista para enfrentar el problema es tomando en cuenta el almacén, en el cual se considera prioritario los factores que influyen en los sistemas de control de existencias de productos.

La determinación final fue la de considerar el segundo enfoque como el más indicado para tratar el problema. Pero tomándose en cuenta la producción de la planta dentro de la evaluación de los costos.

Los productos que maneja esta Empresa tienen una demanda bastante inestable e irregular, como se discutió en el capítulo IV, por lo tanto al asignarles corridas de producción dentro de un plan programado, conllevaría a los siguientes problemas:

1. En épocas de pocas ventas se produciría acumulación de existencias, con el consecuente aumento de costos de mantenimiento de inventario y originando problemas de capacidad de almacenamiento.
2. Originaría insatisfacción de demanda en épocas de ventas altas, o en el caso de pronósticos por debajo del nivel real de ventas.
3. Debido a la inestabilidad de la demanda de los productos, se tiene la necesidad de cambiar los programas de producción previamente planificados, trayendo como consecuencia una desorganización en la planta y lógicamente una elevación de costos operacionales, siendo necesario lanzar corridas ocasionales con la finalidad de satisfacer la demanda.
4. El cálculo de una tasa de producción, o bien definirla como una distribución de probabilidad conocida complicaría mucho el estudio, debido a la inestabilidad de la demanda y a las características propias del sistema productivo de las plantas envasadoras, explicadas en el capítulo IV.

Por todas las razones expuestas se puede asegurar que el aplicar un modelo de producción e inventario, no conlleva a una buena solución del problema planteado, por lo que se decidió trabajar con un sistema que no considere directamene el problema de la planificación de la producción.

Para los productos A ó de alta rotación se decidió aplicar un sistema de cantidad económica de pedido con demanda incierta y un modelo (r,q) con una política de revisión continua, incluyendo el cálculo de los niveles de inventarios (máximos y mínimos de inventario) y tomando en cuenta limitaciones de espacio. Las razones por las cuales se eligió este modelo son principalmente su buena adaptación a los requerimientos de la Empresa, flexibilidad, sencillez y sus bajos costos de llegarse a una futura implantación.

Para los productos B y C con menores volúmenes de venta se decidió aplicar un modelo de revisión periódica basado en el pronóstico mensual de la demanda de esos productos, ya que estos productos por ser de poca demanda no necesitan una atención

constante. Todo el control debe estar concentrado en los productos A. El comportamiento de la demanda semanal de estos productos no se puede aproximar a ninguna distribución de probabilidad conocida y la información de la demanda mensual resulta escasa para la realización de un estudio estadístico. Por estas razones, el modelo que se desarrolla está basado esencialmente en el pronóstico de la demanda y fue diseñado exclusivamente para cubrir las necesidades que se tengan en el manejo de este tipo de productos. En este modelo también se calculan los niveles de inventarios (máximos y mínimos).

7.2.- Modelo de inventario para productos de alta rotación.

El objetivo principal del diseño de este modelo es proporcionar cantidades óptimas de pedido que logren niveles de existencia adecuados, minimicen los costos involucrados en el inventario y a su vez aumenten los niveles de satisfacción de los clientes, reduciendo las fallas de productos.

El modelo contempla una cuadrícula por producto en una hoja de cálculo Excel, en donde se calculan todos los parámetros que se explicarán a continuación.

7.2.1.- Costos asociados con el manejo del inventario.[1]

Seguidamente se analizarán una serie de costos asociados con el inventario. Esta información fue suministrada por el departamento de administración.

7.2.1.1.- Costo fijo (K).

Costo fijo = Costo de preparación del pedido + Costo administrativo.

Costo de preparación del pedido = Costo de la operación de mezclado del lubricante + Costo de la operación de lavado de tanques de mezclado y líneas de envasado.

Costo de la operación de mezclado = Bs.60.000

Costo de lavado de tanques de mezclado y líneas de envasado:

Se utilizan aproximadamente 600 lts. de básico para lavar el tanque de mezclado y la línea de envasado del lubricante y el costo de 1 lt. de básico es de Bs.71

Entonces el Costo de la operación del lavado es aproximadamente de Bs.42.600

Finalmente el Costo de preparación del pedido es aproximadamente de Bs.102.600

El costo administrativo comprende los gastos de papeleo y comunicación para efectuar un pedido y también el transporte de los productos de las plantas envasadoras a los almacenes respectivos. Como la distancia entre Yagua y El Palito es mayor que entre la envasadora Cardón y el Almacén, el costo del transporte tiene más peso en Yagua que en Cardón. Según cifra proporcionada por el departamento de administración, el costo administrativo representa aproximadamente el 4% (Bs. 4.104) del costo de preparación del pedido en Yagua, y el 2% (Bs. 2.052) en Cardón (éstos bajos porcentajes se deben a que Deltaven tiene su propia flota de camiones y se surte ella misma de su propio combustible). En resumen, el costo fijo se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 7.1. Coto fijo de cada almacén.

ALMACÉN	COSTO FIJO (Bs./Pedido)
Yagua	106.704
Cardón	104.652

Fuente: Cálculos propios a partir de información proporcionada por el departamento de Administración.

7.2.1.2.- Costo de adquisición (Ca).

Es el costo variable del pedido de una unidad que comprende el costo variable de mano de obra, costo variable indirecto y costo de materia prima relacionado con la compra o producción de una unidad. El costo de adquisición en los almacenes es cero, debido a que las plantas envasadoras pertencen a la misma Empresa, es por esta razón, que no se puede hablar de productos comprados por los almacenes ni mucho menos de descuentos por volumen, ya que son transacciones internas propias de la Compañía.

7.2.1.3.- Costo de fabricación (P).

El costo de producción o fabricación afecta directamente a las plantas envasadoras y viene dado de acuerdo al tipo de envase que se fabrique, éste es un costo promedio, ya que es lógico pensar que varíe dependiendo del tipo de lubricante que se produzca. En la tabla siguiente se pueden observar los costos de fabricación por envase:

[1] Esta información fue suministrada por el departamento de administración de la Gerencia de Operaciones y Logística de Deltaven, datos de costos alterados para mantener confidencialidad.

Tabla 7.2. Costo de fabricación por envase.

TIPO DE ENVASE	COSTO (Bs/unidad)
TAMBOR	55.060
PAILA	5.030
CAJAS 24x1	6.010
EMPAQUE	5.009

Fuente: Cálculos propios a partir de información proporcionada por el departamento de Administración.

El costo de producción sólo se utilizará para calcular el costo de almacenamiento, como se explicará seguidamente. Este costo no se incluirá en el modelo de inventario, debido a que el modelo seleccionado no es de producción.

7.2.1.4.- Costo de almacenamiento (H).

Como se explica en el Apéndice 2, aspecto 1, los lubricantes se almacenan bajo techo y a la intemperie de acuerdo al tipo de envase. Los lubricantes que se almacenan bajo techo tiene un costo de almacenamiento anual de aproximadamente 14% del costo de producción o de fabricación, el cual es superior al costo de los lubricantes que se almacenan a la intemperie, que es de un 12% anual del costo de producción o de fabricación. Es importante mencionar que este costo viene dado por envase en la siguiente tabla:

Tabla 7.3. Costo de almacenamiento por envase.

TIPO DE ENVASE	COSTO (Bs./unidad*año)	COSTO (Bs./unidad*semana)
*TAMBOR	6.608	138
PAILA	705	15
CAJAS 24x1	842	18
EMPAQUE	702	15

*Los tambores de lubricantes se almacenan a la intemperie

Fuente: Cálculos propios a partir de información proporcionada por el departamento de Administración.

7.2.1.5.- Costo de escasez (S).

Son los que ocaciona la demanda, cuando las existencias se agotan, es decir, son los costos de ventas perdidas o de productos no surtidos. Para los almacenes objeto del estudio, se tomará un costo de escasez dado por la pérdida del margen de utilidad de las ventas no realizadas, ya que los costos ocasionados por pérdidas de la confianza de clientes son muy intangibles y por ende es muy difícil su medición. Para facilitar los

cálculos del costo de escasez, se trabaja con márgenes de utilidad promedio de acuerdo al tipo de envase. Estos resultados se pueden observar en la siguiente tabla:

Tabla 7.4. Costo de escasez por envase.

TIPO DE ENVASE	COSTO (Bs./unidad)
TAMBOR	40.470
PAILA	3.696
CAJAS 24x1	4.417
EMPAQUE	3.680

Fuente: Cálculos propios a partir de información proporcionada por el departamento de Administración.

7.2.2.- Premisas del modelo.

- Es un modelo de revisión continua del inventario.
- La cantidad de pedido se deja completa y en una sóla entrega.
- La demanda es aleatoria en cualquier periodo con distribución normal, según se desmostró en el capítulo V, es continua y representa la demanda semanal con esperanza E(D), varianza Var(D) y desviación estándar $\sigma(D) = (Var(D))^{1/2}$.
- La demanda durante el tiempo de entrega X es una variable aleatoria que también es continua y se distribuye normalmente, según propiedad de la función Normal, que se explica en el Apéndice 1, aspecto 3.2.
- Debido a la naturaleza aleatoria y no estacionaria de la demanda, la media y la desviación estándar son variantes en el tiempo.
- L que es el tiempo de reposición es diferente de cero y se conoce con certeza.
- Se asume un nivel de servicio de un 95%.
- R que es el punto de reposición es distinto de cero.
- Los costos son constantes.
- El espacio de almacenamiento es limitado, por lo que el modelo de inventario es de múltiples productos.
- Se supone que cada uno de los almacenes, en cuanto a la política de inventario, se pueden manejar independientemente uno de otro, y no es necesario desarrollar un modelo de inventario que tome en cuenta los dos almcenes. Este supuesto se debe a que sólo eventualmente ocurren transferencias entre los almacenes, por lo tanto, es lógico suponer que la política de inventario que se aplique en un almacén va a ser igual a la del otro almacén.

- Se consideran 5 días hábiles a la semana.

7.2.3.- Desarrollo matemático del modelo.

Nomenclatura.

K: Costo fijo por pedido.

H: Costo de almacenamiento por envase por semana.

S: Costo de escasez.

C_T: Costo total.

L: Tiempo de entrega para cada orden.

Q: Cantidad a pedir.

D: Variable aleatoria que se supone continua que representa la demanda semanal con promedio E(D), varianza Var(D) y desviación estándar σ (D).

X: Variable aleatoria, que representa la demanda durante el tiempo de entrega con promedio E(X), varianza Var(X) y desviación estándar σ (X).

I(t): Nivel neto de inventario en el tiempo t.

R: Nivel de inventario al cual se coloca el pedido (punto de reorden).

A: Área total disponible.

a_i :Área ocupada por el producto i.

I_0: Inventario físico inicial.

N: Número de veces que se repite L dentro de la unidad de tiempo de la demanda.

Deducción del modelo[2].

*Cálculo de Q**

El primer paso es deducir el costo total, el cual viene dado por:

C_T = Costo semanal esperado fijo + Costo semanal esperado de almacenamiento + Costo semanal esperado de escasez.

Costo semanal esperado fijo =(costo de orden/pedido) (pedidos/semanal).

[2] Investigación de operaciones, aplicaciones y algoritmos de Wayne L. Winston. Pp.906 a la 909.

Costo semanal esperado fijo = $K\,[E(D) / Q]$ (1)

Costo semanal esperado de almacenamiento = (Costo unitario de almacenamiento semanal) (valor esperado del nivel de inventario disponible en el tiempo t ó $E[I(t)]$).

$E[I(t)] = \frac{1}{2}\{E[I(t_0)] + E[I(t_f)]\}$

$E[I(t)] = \frac{1}{2}\{[R - E(X) + Q] + [R - E(X)]\}$

$E[I(t)] = \frac{1}{2}[2R - 2E(X) + Q]$

$E[I(t)] = R - E(X) + Q/2$

Costo semanal de almacenamiento = $H\,[R - E(X) + Q/2]$ (2)

Costo semanal esperado de escasez = $S\,[E(D)]\,0.05$ (3); considerando un 95% de nivel de servicio semanal, es decir que hay un 5% de escasez semanal.

$C_T(Q) = K\,[E(D)/Q] + H\,[R - E(X) + Q/2] + S\,[E(D)]\,0.05$ (4), para un producto y

$C_T(Q_i) = \Sigma_{i=1}^{n}\,[K_i\,(E(D_i)/Q_i) + H_i\,[R_i - E(X_i) + Q_i/2] + S_i\,(E(D_i))\,0.05]$ (5), para todos los productos de cada Almacén.

Minimizar $C_T(Q_i) = \Sigma_{i=1}^{n}\,[K_i\,(E(D_i)/Q_i) + H_i\,[R_i - E(X_i) + Q_i/2] + S_i\,(E(D_i))\,0.05]$

Sujeto a: $\Sigma_{i=1}^{n}\,a_i Q_i \leq A$

$Q_i > 0, \forall_i$.

Primero se debe suponer que la restricción es inactiva y se procede a minimizar el $C_T(Q_i)$ para obtener el Q_i * de la siguiente manera:

$C_T (Q_i)' = - K_i [E (D_i) / Q_i^2] + H_i / 2 = 0$ (es la primera derivada)

Despejando Qi tenemos:

$$\boxed{Q_i^* = (2 K_i E (D_i) / H_i)^{1/2} \quad (6)}$$

Si la restricción resulta activa se procede a aplicar el método de multiplicadores de Lagrange, el cual se explica en Apéndice 1, aspecto 4. Se debe encontrar los valores óptimos de Q que satisfagan la restricción de almacenamiento. Esto se logra formulando la función de Lagrange:

$L (Q_i ; \lambda) = \Sigma_{i=1}^n [K_i (E (D_i) / Q_i + H_i [R_i - E (X_i) + Q_i / 2] + S_i (E (D_i)) 0.05] - \lambda (\Sigma_{i=1}^n a_i Q_i - A)$

Donde λ (< 0) es el multiplicador de Lagrange.

Para obtener los valores óptimos de Q_i y λ se igualan a cero las primeras derivadas parciales respectivas. Resultando:

$\partial L / \partial Q_i = - K_i [E (D_i) / Q_i^2] + H_i / 2 - \lambda a_i = 0$

$\partial L / \partial \lambda_i = -\Sigma_{i=1}^n a_i Q_i + A = 0$

La segunda ecuación indica que Q_i debe satisfacer la restricción de almacenamiento en el sentido de igualdad.

De la primera ecuación resulta:

$Q_i^* = (2 K_i E (D_i) / H_i - 2 (\lambda^*) a_i)^{1/2}$

El valor de λ^* puede encontrarse por ensayo y error sistemáticos ya que por definición $\lambda < 0$ en el caso anterior de minimización, entonces ensayando los valores negativos sucesivos de λ, el valor de λ^* deberá resultar en valores simultáneos de Q_i^* que satisfagan la restricción dada en el sentido de igualdad. Por consiguiente, la determinación de λ^* automáticamente proporciona Q_i^*.

Cálculo del punto de reorden (R)[3]

El nivel de servicio (tipo 1), concepto que se explica en el Apéndice 1, aspecto 1.1.5, que se utilizará es de un 95%, y surgió como resultado de un acuerdo con la Empresa, según sus exigencias.

Como X (= D / N) es una variable que se distribuye normalmente, según propiedades de la curva Normal y se supone que las demandas son independientes en distintos tiempos, entonces se puede decir:

$E(X) = E(D) / N$

$\sigma(X) = \sigma(D) / (N)^{1/2}$

N = n°de días hábiles en una semana / L $\Rightarrow$ N = 5días / L

$P(X \geq R) = 0.05$ (ó 95% de nivel de servicio)

Tipificando a X como $Z \sim N(0,1)$ se obtiene:

$P(Z \geq (R - E(X)) / \sigma(X)) = 0.05$

La abscisa de la Normal estándar al 95% es de 1.65 (según tabla de la Normal tipificada), por lo tanto:

$(R - E(X)) / \sigma(X) = 1.65 \quad \Rightarrow \quad \boxed{R = 1.65\ \sigma(X) + E(X) \quad (7)}$

Cálculo de los niveles de inventario[4]

- *Mínimo de inventarios*

$\boxed{Min = E(X) \quad (8)}$; ya que E(X) es la demanda esperada durante el tiempo de entrega.

[3] Investigación de operaciones, aplicaciones y algoritmos de Wayne L. Winston. Pp 916.
[4] Investigación de operaciones, aplicaciones y algoritmos de Wayne L. Winston. Pp 909.

Stock de Seguridad

$$\text{Stock-S} = R - E(X) \quad (9)$$

- *Máximo de inventarios*

$$\text{Max} = E(D) + R \quad (10)$$

7.2.4.- Pasos para aplicar el Modelo.

Inicializando el modelo:

La media utilizada en la primera semana se alimenta con el valor pronosticado de la demanda de ese periodo.

1. Antes de calcular la cantidad óptima a pedir es conveniente revisar el inventario físico, para evitar un exceso en el mismo. Sólo se debe pedir si se cumple que:

$E(D) + R > I_0$.

2. En el caso de que exista la necesidad de pedir se procede a calcular esta cantidad con la ecuación (6).
3. Después de calcular el Q_i* de todos los productos, se procede a verificar si la restricción de espacio es activa.
4. Si la restricción de espacio es inactiva la cantidad a pedir es Q_i*.
5. Si la restricción es activa se debe aplicar multiplicadores de Lagrange, en donde se procede a iterar con diferentes valores de λ hasta obtener valores simultáneos de Q_i* que satisfagan la restricción dada en el sentido de igualdad, luego de obtener el Q_i* por medio de este método, la cantidad a pedir es este Q_i*.
6. Calcular el punto de reorden (R) según la fórmula (7).
7. Calcular los Niveles de Inventario según las fórmulas (8), (9) y (10).
8. Luego de calcular el Q_i* y R de todos los productos, se debe obtener el costo total con la expresión (5).

Para las siguientes semanas:

Se aplican los pasos anteriores en cada periodo y la media que se utiliza se va alimentado con la demanda real anterior y la demanda pronosticada siguiente.

7.2.5.- Validación del modelo.

La validación se realizó con la población de los productos de alta rotación.

Para realizar la validación del modelo de inventario de los productos de alta rotación se compararó el costo total teórico arrojado por la política propuesta con el costo total real resultado de la gestión actual de la Empresa. Para realizar la validación, se tomó un lapso comprendido entre los meses de septiembre y octubre.

Para calcular los costos reales se utilizaron las siguientes ecuaciones:

Costo fijo= K (Demanda real / Q real)

Costo de almacenamiento= H (Inventario promedio)

Costo de escasez= S (% promedio de escasez semanal) (Demanda real)

El porcentaje promedio de escasez semanal para cada tipo de envase se obtuvo a partir del nivel de servicio real calculado durante los dos meses objeto de la validación. El nivel de servicio es el cociente entre las ventas y la demanda de acuerdo al tipo de envase.

El porcentaje promedio de escasez semanal se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 7.5. % Promedio de escasez semanal en el lapso septiembre - octubre.

TIPO DE ENVASE	% PROMEDIO DE ESCASEZ (YAGUA)	% PROMEDIO DE ESCASEZ (CARDÓN)
TAMBOR	6.31	11.04
PAILA	14.83	6.64
24 x 1	15.18	21.02
EMPAQUE	10.04	26.85

Fuente: Cálculos propios a partir de información proporcionada por la Empresa.

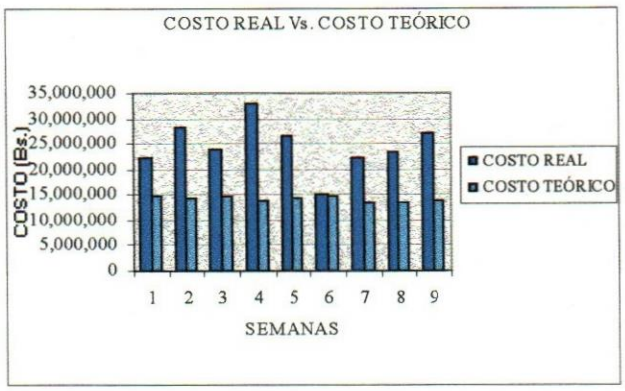
En los siguientes cuadros y gráficos se puede observar la comparación entre el costo total teórico y el costo total real por semana en ambos almacenes:

Tabla 7.6. Comparación entre el costo real y el teórico en el Almacén Yagua.

SEMANA	COSTO REAL (Bs.)	COSTO TEÓRICO (Bs.)	DIFERENCIA (Bs.)
36	22,452,649.84	14,626,785.25	7,825,864.60
37	28,158,901.53	14,200,464.53	13,958,437.00
38	23,857,252.21	14,685,345.40	9,171,906.81
39	32,959,014.83	14,089,329.01	18,869,685.82
40	26,792,025.08	14,219,415.39	12,572,609.69
41	15,096,550.87	14,620,137.12	476,413.75
42	22,124,670.97	13,549,320.60	8,575,350.37
43	23,316,486.98	13,656,932.62	9,659,554.36
44	26,936,526.21	13,768,667.10	13,167,859.11

Fuente: Cálculos propios a partir de información proporcionada por el departamento de administración.

Gráfica 7.1. Comparación entre el costo real y el teórico en el Almacén Yagua.



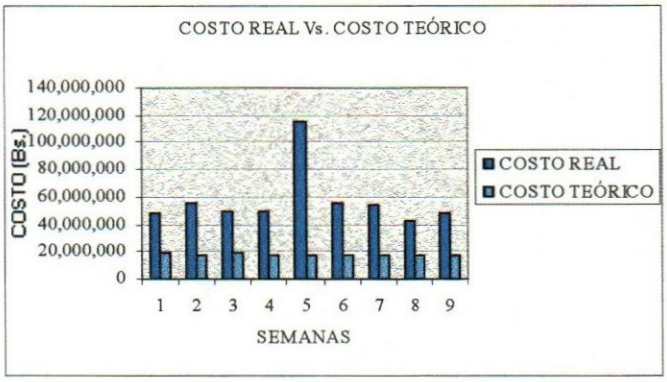
Fuente: Cálculos propios a partir de información proporcionada por el departamento de administración.

Tabla 7.7. Comparación entre el costo real y el teórico en el Almacén Cardón.

SEMANA	COSTO REAL (Bs.)	COSTO TEÓRICO (Bs.)	DIFERENCIA (Bs.)
22	48,805,244.99	18,352,186.17	30,453,058.83
23	54,868,038.07	18,009,660.52	36,858,377.55
24	48,982,469.23	18,270,349.85	30,712,119.38
25	49,990,918.02	17,686,818.65	32,304,099.37
26	115,690,111.14	17,772,975.26	97,917,135.88
27	54,767,935.77	17,818,926.38	36,949,009.39
28	53,562,014.92	17,484,846.78	36,077,168.14
29	42,467,770.18	17,807,860.06	24,659,910.13
30	48,705,654.28	17,799,798.62	30,905,855.66

Fuente: Cálculos propios a partir de información proporcionada por el departamento de administración.

Gráfica 7.2. Comparación entre el costo real y el teórico en el Almacén Cardón.



Fuente: Cálculos propios a partir de información proporcionada por el departamento de administración.

En los cuadros anteriores se observa que los costos reales son mayores a los costos teóricos arrojados por la política propuesta. Se puede ver también que en el almacén Cardón la diferencia entre los costos reales y teóricos es mayor que en Yagua, hecho que se debe a que en este almacén los porcentajes promedios de escasez durante el

lapso de tiempo de la validación fueron superiores a los de Yagua (ver tabla 7.5). De esta forma queda validado el modelo de inventario de los productos de alta rotación.

Si se observan los costos reales en las corridas del modelo (Apéndice 13), se puede notar el peso que hace el costo de escasez dentro del costo total real, lo que representa grandes pérdidas para la Empresa en la actualidad. En épocas pasadas, cuando no existía competencia, estos costos no implicaban pérdidas ya que los pedidos de los clientes eran diferidos hasta que la Empresa pudiese satisfacerlos. Debido a la competencia creciente la Empresa se ve en la necesidad de buscar soluciones que le ayuden a mejorar sus niveles de servicio, siendo una de ellas la política que se propone en este Trabajo Especial de Grado.

Otra forma de validar el modelo propuesto de inventario, es graficar el movimiento del inventario teórico y compararlo con el movimiento del inventario real durante el periodo de validación. Se puede observar en un grupo de productos (Apéndice 12) que en varias ocasiones hubo escasez de inventario real o un comportamieto muy irregular del mismo, mientras que el inventario teórico arrojado por el modelo, presenta un movimiento más estable y en ningún momento llega a ocurrir escasez.

Al realizar la corrida del modelo de los productos de alta rotación, se verificó que la restricción de espacio resultó inactiva en todos los casos (Apéndice 15, sección 15.1).

De lograrse una futura implantación del modelo en la Empresa traería un ahorro considerable en costos, y además no implicaría cambios en el personal, ni una infraestructura especializada; únicamente un entrenamiento sencillo del personal para que exista un buen desempeño del modelo.

7.2.6.- Dinámica del modelo.

Es un modelo que se va a ir retroalimentando con la demanda real a medida que transcurra el tiempo, de esta manera los parámetros de la distribución de la demanda van a ir cambiando, ajustándose a las tendencias futuras de la misma. Con la señal de rastreo, el pronóstico se va a ir adaptando a los cambios de la demanda, debido a que funciona como alarma para indicar cuando se debe ajustar la constante de suavización. Cuando se observa que la señal de rastreo se sale sistemáticamente del intervalo

preestablecido presentado en el capítulo VI, indica que se tiene que calcular otro valor de α que minimice el error cuadrático medio.

Las cuadrículas del modelo aplicadas a cada producto se pueden ver en el Apéndice 13.

7.3.- Modelo de inventario para productos de media y baja rotación.

El modelo propuesto tiene como función principal calcular los máximos y mínimos de inventario y las cantidades a pedir mensuales de los productos de media y baja rotación que se manejan en los almacenes de Yagua y de Cardón.

El modelo plantea dos cuadrículas por cada tipo de envase, considerando 22 días hábiles al mes, siendo la primera para la obtención de la señal de rastreo y la segunda para el cálculo de los parámetros restantes del modelo, entre los cuales se pueden nombrar los siguientes:

- El inventario inicial del mes.
- La demanda pronosticada del mes objeto del estudio.
- Tiempo de reposición por producto (TR).
- Factor K, que es la relación entre el tiempo de reposición y 22 días hábiles.
- El mínimo de inventario, el cual se calcula como la demanda pronosticada del mes próximo por el factor K.
- El porcentaje de contingencia, proporcionado por la Empresa.
- El Stock de seguridad, que se calcula como el mínimo de inventario por el porcentaje de contingencia.
- Días de reserva, el cual se obtiene por medio de la relación entre el Stock de seguridad y la demanda mensual pronosticada entre 22 días hábiles.
- La cantidad a producir, que es la demanda pronosticada del mes más el stock de seguridad más el mínimo de inventario menos el inventario al inicio del periodo.
- El máximo que equivale a la suma del stock de seguridad más el mínimo más la demanda pronosticada del mes.

Es importante acotar que la cuadrícula esta ordenada de acuerdo a la rotación de los productos, desde el mayor hasta el menor nivel de rotación.

7.3.1.- Premisas del modelo.

- Es un modelo de revisión periódica del inventario.
- La cantidad de pedido se deja completa y en una sóla entrega.
- La demanda para cada periodo es constante, pero es variante de periodo a periodo.
- El tiempo de reposición es diferente de cero y se conoce con certeza.
- Se asume un porcentaje de contingencia de un 30%, proporcionado por la Empresa.
- El espacio de almacenamiento es limitado.
- Se supone que cada uno de los almacenes, en cuanto a la política de inventario, se puede manejar independientemente uno de otro, y no es necesario desarrollar un modelo de inventario que tome en cuenta los dos almcenes.
- Se consideran 22 días hábiles al mes.

7.3.2.- Análisis de las variables manejadas en el modelo.

Tiempo de reposición.

Según el estudio realizado en los almacenes, que se presentó en el capítulo V, el tiempo de reposición de los productos de media y baja rotación es el siguiente:

Envasadora El Palito

Tabla 7.8. Tiempos de reposición de los productos de media y baja rotación.

TIPO DE PRODUCTOS	TIEMPO DE REPOSICIÓN
MEDIA ROTACIÓN	5.7
BAJA ROTACIÓN	10

Fuente: Cálculos propios a partir de información proporcionada por la Empresa.

Envasadora Cardón

Tabla 7.9. Tiempos de reposición de los productos de media y baja rotación.

TIPO DE PRODUCTOS	TIEMPO DE REPOSICIÓN
MEDIA ROTACIÓN	5.2
BAJA ROTACIÓN	10.4

Fuente: Cálculos propios a partir de información proporcionada por la Empresa.

Es importante agregar que el tiempo de reposición puede cambiar de acuerdo a futuras modificaciones en las capacidades físicas de las plantas.

El factor K.

El factor K es una relación que se emplea para obtener la demanda durante el tiempo de reposición, la cual corresponde al mínimo de inventario. Los valores de K se encuentran comprendidos entre 0 y 1.

El factor K viene dado por la relación entre el tiempo de reposición y 22 días hábiles, lo que indica que K va a depender de las operaciones de la planta y de la rotación de los productos.

El valor de K es la proporción que representa el mínimo dentro de la demanda pronosticada del mes y va a depender de la rapidez bajo la cual la planta repone el inventario del almacén respectivo.

Valores de K cercanos a cero indican que la planta repone con una mayor rapidez el inventario respectivo. Generalmente los productos de altos niveles de rotación presentan un menor valor de K.

Mínimo del inventario.

El mínimo de inventario es el resultado de la multiplicación de la demanda pronosticada del mes por el factor K.

Porcentaje de contingencia.

El porcentaje de contingencia fue proporcionado por la Gerencia de Operaciones y Logística de ambos almacenes, y depende básicamente de la política de la Empresa. Mientras más conservadora sea la Empresa, el valor del porcentaje de contingencia será mayor.

El porcentaje de contingencia para los productos de media y baja rotación tiene un valor del 30%, en ambos almacenes.

Stock de Seguridad.

El Stock de seguridad es el resultado de la multiplicación del porcentaje de contingencia por el mínimo de inventario.

Días de Reserva.

Se calcula mediante la relación entre el Stock de seguridad y la demanda diaria pronosticada.

Cantidad a pedir(Q).

Es el volumen que habrá de pedirse en cualquier período mensual y se calcula de acuerdo a la siguiente fórmula:

Q = Demanda pronosticada + Stock de seguridad + Mínimo de inventario- El inventario inicial del mes.

Si el inventario inicial del mes es mayor a la demanda pronosticada más el Stock de seguridad más el mínimo de inventario, la cantidad a pedir será de cero unidades, con el objeto de no tener un exceso de inventario.

Máximo del inventario.

El máximo de inventario es la suma del Stock de seguridad, el mínimo de inventario y la demanda pronosticada del mes.

7.3.3.- Dinámica del modelo.

Con la señal de rastreo, el pronóstico se va a ir adaptando a los cambios de la demanda, ya que funciona como alarma que indica cuando ajustar la constante de suavización y además el modelo se va a ir retroalimentando con la demanda real mensual a medida que transcurra el tiempo, de esta manera se van actualizando los parámetros del mismo, ajustándose a las tendencias futuras del mercado.

7.3.4.- Presentación del modelo.

Se realizó la corrida del modelo para los meses de septiembre y octubre, con la ayuda de una hoja de cálculo Excel, estas tablas se pueden observar en el Apéndice 14.

Observaciones Generales del Modelo.

Se puede observar que en muchas ocasiones las cantidades a producir son muy pequeñas y en algunas oportunidades son nulas, esto se debe, a que existe un exceso de inventario físico en la mayoría de los productos. El propósito fundamental del modelo es reducir este inventario excedente y llevarlo a niveles adecuados, trayendo como consecuencia una disminución en costos y un aumento en la satisfacción de los clientes a través de la reducción de las fallas de productos.

7.3.5.-Validación del modelo.

Para efectuar la validación del modelo se diseñó un índice denominado "índice de satisfacción (Is)" por producto, el cual involucra los siguientes parámetros:

- Cantidad a pedir (Q).
- Inventario inicial del período estudiado(I_0).

- Demanda real del período(D).
- Stock de Seguridad. (S-seg).
- Mínimo de inventario (Min).

La fórmula es la siguiente:

$$Is = (Q+Io)/[D+S - (S\text{-}seg + Min)]$$

La validación del modelo consiste en comparar el Índice de Satisfacción (Is_2), calculado con la cantidad a pedir real (Qr) , con el Índice de satisfacción (Is_1), calculado con la cantidad a pedir teórica (Qt), en el primer mes de la corrida. En el segundo mes también se comparan ambos índices, tomándo en cuenta el inventario inicial real y el teórico, para el cálculo de los mismos.

Un Índice de Satisfacción (Is) comprendido entre 0,95 y 1,5 es considerado bastante bueno ya que implica un alto porcentaje de satisfacción al cliente con un nivel de inventarios adecuado, un Is inferior a 0,95 implica que existe insatisfacción del cliente por falla del producto y un Is superior a 1,5 significa que no hay fallas del producto pero existe un exceso de inventarios.

El criterio para seleccionar el intervalo de valores en que debería estar comprendido el índice de satisfacción está basado en políticas de la Empresa y fue resultado de un acuerdo con la Gerencia de Operaciones y Logística.

El índice tiene que calcularse al final del período debido a que se necesita tener su demanda real y el pedido real.

En la mayoría de las veces, el Índice de Satisfacción, calculado con la cantidad teórica a pedir, proporcionada por el modelo, (Is_1) resultó más aceptable que el Índice de Satisfacción que se obtuvo con la cantidad real a pedir (Is_2).

En muchas ocasiones, el Índice de satisfacción, en ambos casos (con el Qt y con el Qr),resultó superior a 1,5, lo que refleja un exceso de inventario en los almacenes en los actuales momentos. Las tablas que muestran la validación se muestran en el Apéndice 14.

Como se puede notar, la validación del modelo no toma en cuenta los costos involucrados con el inventario, esto se debe a que la función del modelo no es la

optimización de variables que contribuyan a obtener un mínimo costo como en los productos A, sino disminuir los excesos y las fallas de inventario proporcionando niveles adecuados del mismo.

Al realizar la corrida del modelo de los productos de media y baja rotación, se verificó que la restricción de espacio resultó inactiva en todos los casos (Apéndice 15, sección 15.2).

Estos productos concentran únicamente el 20% de las ventas y representan la mayor variedad de productos del almacén, es por esta razón, que no requieren un gran esfuerzo en el control de sus existencias, como los productos tipo A. Por ese motivo fue necesario el diseño de un modelo práctico y de fácil aplicación.

7.4.- Política de inventario.

7.4.1.- Procedimientos.

Alta rotación o Productos A

1. Los productos de clasificación A o de alta rotación necesitan una revisión continua del inventario, y de acuerdo a esto se deben tomar las desiciones pertinentes según sea el caso.
2. Una vez que el inventario alcance el punto de reorden (R), se debe pedir una cantidad (Q*) de inventario, con la finalidad de mantener adecuados niveles de inventario y satisfacer la demanda del mercado para el período siguiente.
3. Al calcular las cantidades a pedir de cada producto, se debe revisar el espacio disponible en cada almacén.
4. El modelo de inventario propuesto, proporciona los niveles de inventario (R, máximos, mínimos, s-stock, etc) semanalmente, porque el estudio de la demanda es semanal.
5. El modelo toma en cuenta un tiempo de reposición constante, por lo que se debe revisar constantemente los valores de éste, porque un cambio en las instalaciones de la planta u otros factores provocaría una modificación de su valor, afectando de esta manera el desempeño del modelo.
6. El modelo de inventario involucra un método de pronóstico de la demanda denominado suavización exponencial, el cual está provisto de una señal de rastreo

que se debe revisar continuamente. Si se detecta que la señal de rastreo se sale sistemáticamente del intervalo preestablecido, se debe proceder a buscar una nueva constante de suavización (α) que garantice un buen pronóstico.

7. El mínimo de inventario está fijado para cubrir la demanda durante el tiempo de reposición, el mismo se debe revisar para mantenerlo en los niveles adecuados evitando en lo posible caer en escasez, disminuyendo los costos implicados.
8. Se fijó un máximo de inventario, para evitar excesos de existencias que contribuyan a aumentar los costos de almacenamiento.
9. Con la finalidad de enfrentar adecuadamente una posible eventualidad se fijó el stock de seguridad, el cual se debe mantener continuamente.
10. Se fijó un nivel se servicio de un 95%, es decir se permite cierta escasez. Este valor es el resultado de un acuerdo con la Empresa, por ende puede ser modificado en un futuro.

Media y baja rotación o productos B y C

1. Los productos tipo B y C requieren un control de inventario menos estricto que el de los productos A, por ende su revisión es periódica
2. El periodo de revisión establecido es de un mes, esta condición es resultado de un acuerdo con la Empresa.
3. La demanda de los productos B es relativamente lenta es por esta razón que se debe pedir con menos frecuencia que los productos tipo A, para mantener las existencias dentro de los niveles proporcionados por el modelo.
4. Dentro del grupo C se encuentran algunos productos que entran en la categoría de productos especiales. A este tipo de producto no se le aplica el modelo de inventario, porque no es recomendable que el almacén tenga una existencia permanente de los mismos, por lo tanto, se pedirán única y exclusivamente cuando sean demandados. Los productos especiales se muestran en el Apéndice 5.
5. El modelo de inventario se basa en el pronóstico de la demanda. La técnica utilizada fue la de suavización exponencial, que implica una señal de rastreo que se debe revizar con frecuencia para verificar la validez del pronóstico.

6. Al comenzar el mes se tiene que comparar el nivel del inventario disponible en el almacén (Inventario al final del mes) con el máximo de inventario. En el caso de que el inventario a final de mes sea superior al máximo no se debe pedir.
7. El tiempo de reposición tomado en cuenta por el modelo es constante, lo que implica que se debe revisar su valor en caso de suceder algún cambio en las instalciones de las plantas que pudieran afectarlo.
8. El porcentaje de contingencia utilizado es de 30%, con la finalidad de calcular un stock de seguridad que cubra cualquier eventualidad en la entrega del pedido. Este porcentaje esta sujeto a cambios de la política interna de la Empresa.
9. El máximo de inventario se fija con la finalidad de evitar un exceso de existencias en cada almacén.
10. El mínimo de inventario está fijado para cubrir la demanda durante el tiempo de entrega disminuyendo la posibilidad de caer en escasez.
11. Al finalizar cada periodo mensual se debe revisar el Índice de satisfacción (Is), para verificar el funcionamiento del modelo.

7.4.2..- Logística resultado de la política de inventario.

Para llevar a cabo la política propuesta, se hace necesaria la intervención de varios empleados que ejecuten una serie de tareas en cada almacén. Seguidamente se presenta un diagrama de proceso que ilustra todas las actividades y los responsables de ejecutar cada una de ellas. Todas estas actividades conforman la política de inventario objeto del estudio del Trabajo Especial de Grado.

RECEPCIÓN, ATENCIÓN Y PEDIDOS A PLANTA DE PRODUCTOS ENVASADOS

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	PROGRAMADOR DE DESPACHO	ANALISTA	PROGRAMADOR DE PEDIDOS	ATENCIÓN AL CLIENTE	CONTRALOR DE DESPACHO	VENTAS
1.- Recibe vía fax los pedidos de lubricantes hasta las 9:30 AM						
2.- Coloca el sello de recepción contentivo de la fecha del día.						
3.- Revisa los datos del pedido: código, nombre del cliente, distrito, fecha de elaboración, sello y firma del distribuidor y del distrito, lugar de despacho, múltiplos y carga mínima.						
4.- Envía los pedidos recibidos en el día al analista.						
5.- Introduce los pedidos recibidos en el día en el Sistema de Inventarios que alimenta al modelo propuesto.						
6.- En base a la información introducida al sistema por el analista, el programador de pedidos analiza los renglones solicitados en cada pedido en relación con el inventario de productos, revisando los niveles de inventario proporcionados por el modelo y tomará la decisión de elaborar un plan de pedidos.						
7.- Elabora el programa de despacho a cinco días hábiles, discriminando los pedidos con faltantes o con errores en los datos, efectuando observaciones según sea el caso.						
8.- Envía el programa de despacho y demás observaciones al contralor de despacho y al departamento de atención al cliente.						
9.- Analiza el programa de despacho y demás observaciones y en caso de presentar fallas de existencia los envía al programador de pedidos.						
10.- Analiza los faltantes consultando el modelo y elabora un programa de pedidos a planta.						
11.- Comunica a atención al cliente la fecha de reposición.						
12.- Comunica los faltantes y la fecha de reposición a los distritos de venta.						
13.- Se comunica con los clientes y les da las nuevas fechas de despacho.						
14.- Procede a la ejecución del programa de despacho.						
15.- Una vez ejecutado el programa de despacho, lo firma y hace las observaciones a cerca del despacho.						
16.- Saca una copia del programa ejecutado para su archivo y envía el original al programador de despacho junto con aquellos pedidos que no fueron despachados en el día.						
17.- Recibe el programa de despacho ejecutado y notifica a atención al cliente los pedidos que no fueron despachados por causas imputables al cliente.						
18.- Tramita las justificaciones con ventas.						
19.- Trata directamente con los clientes las justificaciones y envía el resultado a atención al cliente.						
20.- Envía las justificaciones al programador de despacho.						
21.- Revisa las causas o justificaciones para determinar cuales van a ser reprogramados o anulados.						
22.- Envía al analista de almacén el programa de despacho con los pedidos a ser anulados.						
23.- Anula los pedidos y libera las existencias comprometidas en el sistema de inventarios.						
24.- Emite reportes con la relación de los pedidos despachados y anulados.						
25.- Archiva relación junto con el programa de despacho.						

CAPÍTULO VIII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CAPÍTULO VIII
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1.- Conclusiones.

Las conclusiones finales del Trabajo Especial de Grado son las siguientes:

El análisis ABC efectuado en el diagnóstico permitió detectar que únicamente un pequeño porcentaje de productos que se manejan en ambos almacenes representan el 80% de las ventas, es decir, que sólo un pequeño grupo merece un estricto control de inventario.

Durante el lapso de tiempo que se tomó para realizar el diagnóstico en ambos almacenes quedó demostrado que las causas por las cuales se dejaron de despachar productos se debieron principalmente a la Empresa. La presencia de ventas no programadas reflejó que hubo sustitución de productos con regularidad, como consecuencia de la escasez de los mismos. Otro de los grandes problemas observados en los almacenes es un descontrol en los niveles de inventario. En ciertos productos existía exceso y en otros escasez. Estos hechos evidenciaron la presencia de un problema grave de control de inventario en la Empresa.

Otro grave problema detectado en el diagnóstico es que los programas de pedidos que fueron elaborados en los almacenes al inicio de cada periodo, se modificaron totalmente en el transcurso de los mismos. Esto se debe a la falta de confiabilidad de la fuente principal en la que se apoya el programador de pedidos (promedios de ventas), para elaborar dicho programa, ya que las ventas no reflejan la realidad de la demanda en el mercado, por la escasez y la sustitución de productos.

Debido a las características de las curvas de demanda de los productos tipo A, encontradas en el diagnóstico, se hizo necesario aplicarles estudios estadísticos. Los estudios estadísticos demostraron que la demanda de estos productos presenta una distribución normal, hecho que influyó, de forma determinante, en el diseño del modelo de inventario. El resto de los productos (B y C), debido al desplazamiento lento de sus demandas y al menor control que necesistan, no hubo que realizarles estudios estadísticos. Otra variable estudiada fue el tiempo de reposición de todos los productos.

Este tiempo mostró pocas variabilidades, razón por la que se tomaron constantes a la hora de diseñar el modelo.

El pronóstico de la demanda fue un aspecto importante para el desarrollo del modelo de inventario. Para elegir la técnica de pronóstico se tomó en cuenta principalmente su manera de adaptarse a una serie cronológica con las características encontradas en el estudio, además de la sencillez y los bajos costos que implicarían su aplicación. El modelo seleccionado fue el de suavización exponencial.

En base a las características encontradas en el estudio, se dicidió diseñar un modelo de inventario para los productos de alta rotación y otro adaptado a los productos de media y baja rotación. El modelo de los productos de alta rotación controla minuciosamente los niveles de inventario, ya que es de revisión continua y además proporciona parámetros como Q*, R, máximos y mínimos, entre otros, semanalmente. El modelo de los productos de media y baja rotación proporciona la cantidad a pedir y los niveles de inventario en un periodo mensual como consecuencia de un control de inventario menos estricto. Estos modelos representan la base para la toma de desiciones del programador de pedidos y lo ayudaría a ser más preciso en la elaboración de los programas.

Al llevar a cabo la validación del modelo de los productos de alta rotación se pudo observar que existe una diferencia importante entre los costos reales de inventario y los costos teóricos arrojados por el modelo. La política de inventario, consecuencia del modelo, muestra ventajas económicas sobre la gestión actual de la Empresa representadas por un ahorro en costos. También se comparó graficamente el movimiento del inventario real con respecto al teórico, notándose que con la gestión actual ocurren grandes variabilidades reflejadas en la presencia de periodos de escasez y exceso de existencias, mientras que en el inventario teórico estas fallas se hacen mucho menos frecuentes.

El modelo de inventario para los productos de media y baja rotación se validó comparando los índices de satisfacción calculados con la cantidad teórica a pedir y la real, respectivamente. En la mayoría de las veces, resultó mejor el índice calculado con la cantidad teórica a pedir, debido a que se disminuyó la escasez de productos en ciertos renglones y el exceso de inventario en otros.

Dentro del buen funcionamiento de los modelos de inventario, el pronóstico cumple un papel importante. El desempeño satisfactorio del modelo durante el periodo de validación demostró que la técnica de pronóstico seleccionada fue la más acertada.

Es importante señalar que ambos modelos de inventario son dinámicos, debido a que se van alimentando de la demanda real a medida que transcurre el tiempo y además la señal de rastreo del pronóstico incluida en los mismos permite actualizarlos. De esta manera, los modelos se van adaptando a las fluctuaciones de la demanda futura.

Se espera que el presente trabajo contribuya a mejorar los problemas en el control de inventarios de los aceites lubricantes de los Almacenes de Yagua y Cardón y que represente las bases de futuros estudios que permitan seguir mejorando cada día, con el fin último de minimizar las fallas y aumentar al satisfacción de la demanda de los clientes.

8.2.- Recomendaciones.

Se recomienda implantar el modelo prupuesto de modo que no quede sólo en teoría. En caso de implantarlo seguir las siguientes recomendaciones:

Mantener actualizada la base de datos, realizada en este Trabajo Especial de Grado, ya que ésta es una herramienta sumamente importante para el buen funcionamiento del modelo de inventario propuesto.

Como el comportamiento de la demanda de los productos es muy variable en el tiempo es conveniente revisar periódicamente el método de pronóstico utilizado en el modelo, para así poder garantizar un pronóstico confiable.

Como el modelo de los productos de alta rotación funciona con costos de inventario, se recomienda actualizarlos cada cierto tiempo.

Si se producen mejoras técnicas tanto en el almacén como en las plantas envasadoras, que contribuyan a realizar algún proceso de manera más rápida, es recomendable revisar los tiempos de reposición de los productos para actualizar el modelo de inventario.

Se recomienda conectar el modelo de inventario con el sistema de control de inventario utilizado por la Empresa, con la finalidad de que se vaya alimentando automátimente de la información que necesita para su funcionamiento, como

demanadas, inventarios, etc. Además es recomendable diseñar un software que logre que el modelo sea amigable al usuario y moldeable a requerimientos futuros.

Para que se tenga un buen desempeño del modelo de inventario, se recomienda crear un buen sistema de información entre ambos almacenes, de modo que en cada almacén se pueda accesar a la información del otro.

Para que el plan de pedidos elaborado con la ayuda de los modelos propuestos pueda ser cumplido, las plantas envasadoras deben tener un control adecuado de existencias de insumos. Por esta razón, se recomienda que las plantas envasadoras elaboren estudios relacionados con el inventario de materia prima que garanticen la satisfacción de la demanda de los almacenes.

Aunque son sumamente sencillos los modelos propuestos, se sugiere adiestrar al personal que va a estar involucrado directa o indirectamente al uso de los mismos.

Se recomienda mantener actualizados los estudios realizados en este Trabajo Especial de Grado, debido a que las variables analizadas son muy influenciables por el contexto económico, político y social venezolano. Con la apertura petrolera, aumenta la competencia, lo que implica cambios significativos en el mercado nacional de aceites lubricantes, trayendo como consecuencia fluctuaciones inesperadas en el comportamiento de los factores estudiados.

La Empresa, en donde se realizó el Trabajo Especial de Grado, tiene que anticiparse a los acontecimientos futuros del mercado nacional de lubricantes, de allí que se recomienda una constante actualización de sus procesos para ir a la par con las exigencias de un medio cada vez más competitivo.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

Libros

Adam, Everett E., y Ronald J. Ebert. Administración de la Producción y Las Operaciones. 4ta. Edición. México.: Editorial Prentice-Hall Hispanoamericana, 1991.

Castillo N., Jesús A. "Política de Inventarios para una Empresa productora de cigarrillos. Caso: Bigott". Tesis Universidad Católica Andrés Bello. 1990.

Degroot, Morris H. Probabilidad y Estadística. 2da. Edición. E.U.A.: Editorial Addison-Wesley Iberoamericana, S.A., 1988.

Díaz Matalobos, Angel. Gestión de Inventario en Mantenimiento. 2da. Edición. Caracas, D.F.: Ediciones I.E.S.A., 1994.

Ferreira, Victor. "Diseño de un Sistema de Inventario para aceites lubricantes terminados envasados y materia prima tal como: envases y aditivos". Tesis Universidad Católica Andrés Bello. 1978.

Freites J., Zahira, y Irene Valdes G. "Modelos de Pronóstico de la demanda de materiales o equipos en una Empresa Petroquímica". Tesis Universidad Metropolitana. 1988.

García Cantú, Alfonso. Enfoques Prácticos para la Planeación y Control de Inventarios. México, D. F.: Editorial Trillas, 1978.

Hanke, John, y Arthur G. Reitsch. Pronóstico en los Negocios. 5ta. Edición. México, D.F.: Editarial Prentice-Hall Hispanoamericana, S.A., 1996.

López Casuso, Rafael. Introducción al Cálculo de Probabilidades e Inferencia Estadística. 2da. Edición. Caracas. Ediciones U.C.A.B., 1984.

Miller, David M., y J. W. Schmidt. Ingeniería Industrial e Investigación de Operaciones. 1ra. Edición. México, D.F.: Editorial Limusa, 1992.

Namakforoosh, Mohammad N. Investigación de Operaciones. 1ra. Edición. México,: Editorial Limusa. S.A., 1994.

Narasimhan, Sim, Dennis W. McLeavey, y Peter Billington. Planeación de la producción y Control de Inventarios. 2da. Edición. México.: Editorial Prentice-Hall Hispanoamericana, S.A., 1996.

Ovalles G., Oscar. "Evaluación de Políticas de Inventario en La Electricidad de Caracas usando Simulación Dinámica". Tesis Universidad Simón Bolívar. 1990.

Ruiz, Cruz A. "Manual de Recepción, Almacenamiento y Despacho". Deltaven S.A. 1997.

Taha, Hamdy A. Investigación de Operaciones. 5ta. Edición. México, D.F.: Editorial Alfaomega, 1992.

Walpole, Ronald E., y Raymond H. Myers. Probabilidad y Estadística. 4ta. Edición. México.: Editorial McGraw-Hill, 1992.

Winston, Wyne L Investigación de Operaciones, aplicaciones y algoritmos. México, D.F.: Grupo Editorial Iberoamericana, 1991.

Artículos

Corpoven. "Corpovoz". Caracas: Editorial Binev. Octubre - Diciembre de 1996.

Corpoven. "Corpovoz". Caracas: Editorial Binev. Abril - Junio de 1989.