TESIS
IZD2
M4
v.1

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

"Determinación de los niveles de inventario de todo el producto terminado a lo largo de la cadena de distribución de una empresa fabricante de bebidas no alcohólicas"

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO
presentado ante la
UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
como parte de los requisitos para optar al título de
INGENIERO INDUSTRIAL

REALIZADO POR José A. Melián F.

PROFESOR GUIA Henrique Azpúrua

FECHA Mayo 2004

AGRADECIMIENTOS:

A mis padres por darme la oportunidad de formarme como profesional integral.

A cada uno de los miembros de mi familia por apoyarme cuando le he necesitado.

Al Ing. Henrique Azpúrua por aceptar colaborar con este trabajo.

Al Ing. Gustavo Hernadez por darme la oportunidad de ingresar a la familia de PEPSICOLA VENEZUELA C.A.

A la Ing. Leanny Pizzolante por darme su apoyo y colaboración en cada momento que se lo solicité.

Al Ing. Félix Guinand por acompañarme y guiarme a lo largo de la realización de este trabajo.

A todo el equipo de logística, que colaboró en todo momento según yo lo necesitaba prestándome una atención íntegra.

A todos mis amigos, que me acompañaron a lo largo de mi carrera y que hicieron que todo este camino generara un agradable aprendizaje.

Un especial agradecimiento a Agustín Figueira, que con su ayuda y su colaboración incondicional ayudó a que este trabajo fuera posible.

Jose

ÍNDICE DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN 1
I. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA 3
I.1 Planteamiento del problema: 3
I.2 Objetivo general: 3
I.3 Objetivos específicos: 3
I.4 Alcance y limitaciones: 4
II. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA 6
II.1 Organización 6
II.1.1 Valores de EMPRESAS POLAR 9
II.1.2 Misión de EMPRESAS POLAR para el 2005 10
II.1.3 Visión de EMPRESAS POLAR para el 2005 10
II.2 UEN de Refrescos y Bebidas Funcionales 11
II.2.1 Visión de la UEN Refrescos para el 2005 11
II.2.2 Dirección Nacional de Logística y Abastecimiento de la UEN de Refrescos y Bebidas Funcionales 12
III. METODOLOGÍA EMPLEADA: 15
III.1Preparación del proyecto: 16
III.2 Recolección de datos: 17
III.3 Transformación de los datos: 17
III.4 Análisis 18
III.5 Conclusiones y Recomendaciones: 19
IV. FUNDAMENTOS TEÓRICOS 20
IV.1 Clasificación ABC 20
IV.2 Pronósticos: 21
IV.2: Características de los pronósticos 21
IV.3 Inventario 22
IV.3.1Tipos de inventario 22

IV.3.2 Costos asociados con inventario: 23
IV:3..3 Inventario de seguridad: 28
IV.4 Tipos generales de sistemas de inventario 29
IV.4.1 Modelos de cantidad fija 29
IV.4.2 Modelos de período de tiempo fijo 29
IV.5 La distribución normal 30
IV. 6 Sistema de despacho 31
IV.7 Sistema de producción 32
IV.9 Simulación 32
IV.9.2 Resultados que se pueden obtener con la Simulación 33
IV.10 Generación de números aleatorios Normalmente distribuidos 34
V. SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA 36
V.1 Situación actual de la Clasificación ABC: 36
V.2 Situación actual de los pronósticos 37
V.3 Situación Actual de Despachos: 39
V.4 Situación actual de la política de inventario 42
V.5 Proceso de venta de bebidas en la agencia 43
V.6.1Atención de camiones de Autoventa y Preventa 44
VI. CÁLCULO DE LAS VARIABLES DEL MODELO 46
VI.1 Selección del modelo que mejor se adecue a la Empresa 46
VI.2 Cálculo de la clasificación ABC 47
VI.3 Cálculo del inventario mínimo. 49
VI.4 Cálculo del nivel objetivo 51
VI.5 Cobertura Máxima 52
VII. SIMULACIÓN 54
VII.1 Descripción del modelo de simulación. 54
VII.2 Análisis de los resultados del modelo de simulación 57
VII.2.1 Análisis de costos y secos según el modelo de simulación 60
VII.2.2 Análisis de los resultados según la clasificación ABC 65

VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 68
VIII.1 Conclusiones 68
VIII.2 Recomendaciones 69
IX. BIBLIOGRAFÍA 70

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tabla Metodológica..... 15
Tabla 2. Factor K según el nivel de servicio deseado..... 28
Tabla 3. Resultados del DRP Vs. "deployment"..... 43
Tabla 4. Resultados de cada uno de los escenarios de la simulación..... 60
Tabla 5. Ocasiones en que el inventario llego a ser cero..... 63
Tabla 6. Porcentaje de ahorro según cada estrato de la clasificación ABC.... 64
Tabla 7. Aumento de secos para cada estrato de la clasificación ABC..... 66

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfica 1. Agrupación de las ventas según la clasificación ABC.....48
Gráfica 2. Agrupación de los SKU según la clasificación ABC..... 49
Gráfica 3. Comparación de la cobertura inicial diaria con el nivel objetivo.....55
Grafica 4. Cambios en los niveles de inventario a lo largo del período.....56
Grafica 5. Cambios en los niveles de inventario a lo largo del período.....57
Grafica 6. Cambios en los niveles de inventario a lo largo del período.....58
Gráfica 7. Costos de oportunidad anuales ocasionados por inventario.....61
Gráfica 8. Comparación de secos generados.....62
Gráfica 9. Ahorro generado según cada estrato de la clasificación ABC..... 65
Gráfica 10. Aumento de secos para cada estrato de la clasificación ABC.....66

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 4. Organigrama Actual de EMPRESAS POLAR..... 7
Figura 5. Organigrama de las direcciones de la UEN de Refrescos y Bebidas Funcionales..... 11
Figura 6. Organigrama de la Dirección Nacional de Logística y Abastecimiento 13
Figura 4. Algoritmo para la decisión de cuando y cuanto pedir.....41
Figura 5. Curva existencia vs. Tiempo.....47

SINOPSIS

La finalidad de este trabajo, es determinar nuevos niveles de inventario para una agencia de una empresa fabricante de bebidas no alcohólicas, y comprobar si estos niveles calculados funcionan y fueron determinados correctamente.

La influencia de estos nuevos niveles calculados fue comparada con los actualmente existentes y aplicados en la empresa mediante una simulación, que representa el sistema que decide cuando y cuanto pedir de producto terminado a la planta o centro de distribución, según la existencia de inventario en la agencia, así como también del inventario en tránsito y el pronóstico.

Como resultado se analizó el costo de oportunidad por la paralización del capital de ambas políticas, así como también la cantidad de secos o "stockouts" que cada una de ellas generan a lo largo del período de estudio.

Al final del trabajo se concluyó sobre la decisión de aceptar el modelo planteado, considerando la cantidad de ventas perdidas que se está dispuesto a aceptar y el ahorro generado por la disminución en los niveles del inventario. También se concluyó sobre la situación de los productos clasificados como ABC, beneficios y fallas de la política calculada.

Además se hicieron observaciones sobre fallas observadas en la empresa a lo largo de la realización de este trabajo especial de grado, y sobre posibles mejoras del proyecto.

INTRODUCCIÓN

PEPSI-COLA VENEZUELA es una empresa recientemente asociada a EMPRESAS POLAR. Esta asociación generó grandes cambios para la empresa. Hubo necesidad de cambio de galpones, plantas, redistribución de la producción, entre otras cosas; por lo que no se habían, o todavía no se han considerado o ejecutado, todos los proyectos de mejora necesarios para poner la empresa al día en lo referente a técnicas y mejoras industriales. Las manejadas actualmente, no tienen bases justificadas, o simplemente son muy recientes como para estar perfectamente organizadas o ejecutadas.

Actualmente existen varios proyectos en ejecución con el fin de mejorar la condición de la compañía y tratar cada día de elevar, de la mejor manera posible, la calidad de todos y cada uno de los procesos de la empresa.

El presente trabajo especial de grado pretende colaborar con la situación antes descrita, y concretamente trata de recalcular nuevos niveles de inventarios para cada SKU[1] en la agencia de Barquisimeto, para ser comparados con los actualmente parametrizados y utilizados por el sistema a la hora de elaborar una solicitud de pedido, con la finalidad de disminuir los costos producidos por los excesos en los niveles de inventario en la agencia.

Además de recalcular los niveles actuales, se pretende desarrollar un modelo que se actualice periódicamente para poder determinar, oportunamente y cuando sea necesario tanto la clasificación ABC, como los niveles de inventario adecuados. Todo esto para así tomar en cuenta los cambios en la demanda, las variaciones en los costos de cada producto para la compañía, la inclusión de nuevos productos al mercado, y cualquier otra variable que pueda afectar a los niveles y clasificación calculada.

[1] SKU ("Stock Keeping Unit"): Término inglés utilizado para definir la unidad más detallada de almacenamiento. Es una identificación usualmente alfanumérica de un producto en particular que se utiliza para clasificarla fácilmente dentro del inventario.

La Optimización de Inventario tiene entre otros dos fines. El primero, minimizar ventas perdidas teniendo siempre en existencia los productos que los clientes buscan. El objetivo es que la oferta anticipe la demanda de tus clientes lo mejor posible. El segundo consiste en minimizar el inventario estancado teniendo en existencia la cantidad de cada artículo que se está seguro que se va a vender. El objetivo es evitar costo de oportunidad por la paralización del capital en mercancía que no se vende.

I. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

I.1 Planteamiento del problema:

La Empresa PEPSI-COLA VENEZUELA C.A, encargada de la producción y distribución de bebidas no alcohólicas, maneja niveles de inventario de producto terminado en la agencia Barquisimeto que traen como consecuencia costos de almacenamiento y costos de oportunidad por la paralización del capital, entre otros. Esta agencia mantiene inventario de aproximadamente 150 SKU. Se desea analizar esta situación y reducir considerablemente los niveles de los mismos, incorporando un modelo que permita revisar periódicamente si estos niveles establecidos se encuentran adecuados a la situación del momento.

I.2 Objetivo general:

Analizar los niveles de inventario actual, y desarrollar un modelo que permita la revisión y mejora periódica de los niveles de inventario para cada SKU en la agencia Barquisimeto de PEPSI-COLA DE VENEZUELA C.A.

I.3 Objetivos específicos:

- Agrupar los SKU existentes en la agencia Barquisimeto según la clasificación ABC.
- Evaluar los factores externos e internos al inventario para analizar que variables lo afectan, y como se pueden mejorar. Analizar la situación actual: tiempos de reposición, como se maneja el inventario, tipo de la demanda y todas las variables que puedan afectar al modelo.

- Determinar los valores de los inventarios de seguridad de cada SKU, asi como su punto de reorden, cantidad económica de pedido, inventario objetivo e inventario máximo.
- Plantear un modelo que se adecue a la empresa.
- Revisar mediante la simulación la veracidad de los resultados del estudio planteado.
- Comparar el beneficio del modelo planteado con el ya existente.

I.4 Alcance y limitaciones:

Se pretende lograr mediante el establecimiento de políticas de inventarios la optimización de los niveles de "stock"[2] de producto terminado en la agencia Barquisimeto, así como también su revisión periódica para tener un mejor control sobre los mismos.

Las limitaciones encontradas en la realización de este trabajo especial de grado se pueden resumir en:

- Falta de datos de algunas variables pertenecientes al modelo. Existen SKU que no poseen suficiente data histórica propia como para clasificarlos, o considerarlos en el sistema, por ello se usa data histórica de un SKU de demanda y condiciones semejantes para completar la data necesaria.
- Carencia de información importante acerca del cálculo del sistema actual. Sería de mucha ayuda tomar en cuenta, los cálculos y las variables utilizadas para la determinación de los niveles de inventario actuales, lamentablemente no se cuenta con esa información.

[2] Stock: Término en inglés que significa existencias

- Inestabilidad del sistema SAP/R3, que impide continuidad en los datos. Existen momentos en que ocurren bajas en el sistema, lo que ocasiona que no se almacenen los datos necesarios, por lo que se tendrá que asumir algunos datos en algunas instancias del proyecto.

II. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA[3]

II.1 Organización

EMPRESAS POLAR comienza sus operaciones como productor de Cerveza en el año 1939, cuando su fundador Lorenzo Mendoza Fleury comienza la instalación de la primera planta cervecera del país en Caracas.

A lo largo de su historia EMPRESAS POLAR ha ido creciendo para convertirse en una de las compañías más importantes y estables del país. Ha incursionado en mercados que van más allá de las bebidas alcohólicas, como son los alimentos y las bebidas no alcohólicas.

En la Figura 1 se presenta el organigrama de EMPRESAS POLAR. En éste puede apreciarse que, en primer lugar, se encuentra la junta directiva y el comité ejecutivo. Luego se encuentra el director general, a quien reportan las distintas Unidades Estratégicas de Negocios (UEN), Direcciones, Unidades Funcionales de Apoyo (UFA) y Unidades Corporativas (UC). A continuación se explican cada una de estas partes:

Presidencia Ejecutiva: es el vínculo que mantiene a la junta directiva y al comité ejecutivo en contacto con toda la organización, sirviendo como enlace ejecutivo para transmitir las directrices y lineamientos, tanto estratégicos como financieros. Es el área responsable de dar sentido estratégico a las operaciones de los distintos negocios, con visión a largo plazo y generando sinergias. Define políticas y agiliza decisiones en medio de una armonización entre las diferentes unidades.

[3] Tomado del portal de EMPRESAS POLAR

Unidades Estratégicas de Negocio (UEN): focalizan cada negocio para estar en capacidad de dar respuestas rápidas, mejorando el servicio que ofrecen a todos sus clientes. Se establecen responsabilidades y se crea conciencia sobre el éxito de las operaciones. Al mismo tiempo, fija líneas claras de mando y unifica objetivos.

Unidades Funcionales de Apoyo (UFA): son estructuras creadas para proveer servicios a todo lo largo de la organización. La intención es unificar criterios generales, pero dando soluciones a las necesidades específicas de cada área. Además, las UFA generan economías de escala al eliminar redundancias, mejorando la eficiencia del servicio.

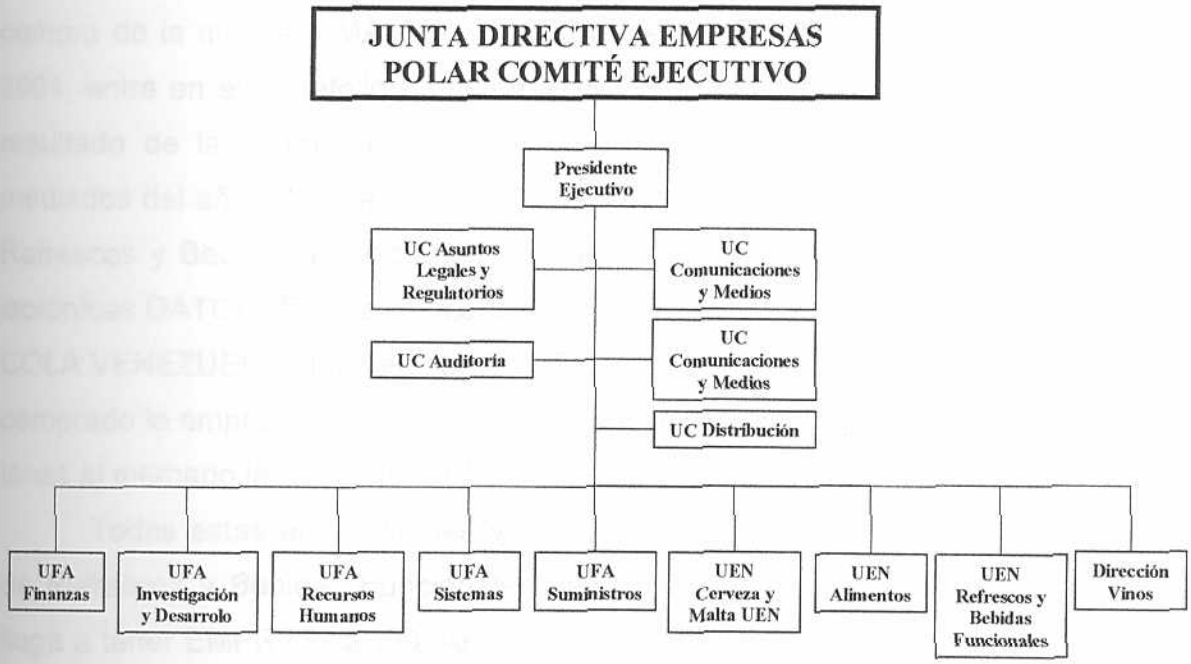


Figura 1. Organigrama Actual de EMPRESAS POLAR

Unidades Corporativas (UC): debido a su grado de especialización en actividades estratégicas para la organización, brindan un servicio similar a la asesoría interna, apoyando al Presidente ejecutivo en el desempeño de sus funciones y estableciendo lineamientos para las demás unidades.

EMPRESAS POLAR entra específicamente en el negocio de los refrescos en el año 1993, a través de la empresa GOLDEN CUP, procesadora de una tradición de 45 años sirviendo al mercado con una extensa gama de productos. En 1996, se da un importante paso al asociarse, a través de SOPRESA, con PEPSI COLA, para producir y comercializar PEPSI-COLA y otras marcas de esa compañía. En este año se crea la Unidad Estratégica de Negocios de Refrescos. A principios del año 2000 se incorpora al portafolio de PEPSI COLA VENEZUELA el agua mineral MINALBA como resultado de la compra de la misma a MAVESA por parte de EMPRESAS POLAR. En el año 2001, entra en el portafolio la marca YUKERY de jugos no refrigerados, como resultado de la compra de MAVESA por parte de EMPRESAS POLAR. A mediados del año 2002, la UEN de Refrescos pasa a convertirse en la UEN de Refrescos y Bebidas Funcionales con la introducción de la marca de bebidas isotónicas GATORADE. La marca GATORADE pasa a ser manejada por PEPSI COLA VENEZUELA, una vez que PEPSICO la licencia para ello luego de haber comprado la empresa QUAKER a nivel mundial. En este mismo año la empresa lanza al mercado la marca EVERVESS de Soda y Aguaquina.

Todas estas adquisiciones y amplificaciones en el portafolio de la UEN de Refrescos y Bebidas Funcionales dan a conocer la gran participación que llega a tener EMPRESAS POLAR en el mercado de bebidas no alcohólicas en Venezuela.

II.1.1 Valores de EMPRESAS POLAR

Como organización se rigen por una serie de valores que ponen en práctica a través del comportamiento, lo que constituye la cultura corporativa. Estos valores reflejan cómo son y las convicciones que defenderán todos los que forman parte de EMPRESAS POLAR. Entre los valores más importantes se destacan los siguientes:

Orientación al Mercado: Satisfacer las necesidades de nuestros consumidores y clientes de manera consistente. Orientación a resultados y eficiencia. Somos consistentes en el cumplimiento de nuestros objetivos, al menor costo posible.

Agilidad y Flexibilidad: "Actuamos oportunamente ante los cambios del entorno, siempre guiados por nuestra visión, misión y valores."

Innovación: "Tenemos una actitud proactiva ante la generación de nuevas tecnologías y nuevos productos. Poseemos la disposición a aprender, gerenciar y difundir el conocimiento."

Trabajo en Equipo: "Fomentamos la integración de equipos con el propósito de alcanzar metas comunes."

Reconocimiento Continuo al Logro y la Excelencia: "Fomentamos y reconocemos constantemente entre nuestros trabajadores la excelencia y la orientación al logro."

Oportunidades de Empleo sin Distinción: "Proveemos oportunidades de empleo en igualdad de condiciones."

Integridad y Civismo: "Exhibimos una actitud consistente, ética, honesta, responsable, equitativa y proactiva hacia nuestro trabajo y hacia la sociedad en la cual nos desenvolvemos."

Relaciones de Mutuo Beneficio con las Partes Interesadas: "Buscamos el beneficio común en nuestras relaciones con las partes interesadas del negocio."

II.1.2 Misión de EMPRESAS POLAR para el 2005

Satisfacer las necesidades de consumidores, clientes, compañías vendedores, concesionarios, distribuidores, accionistas, trabajadores y suplidores, a través de nuestros productos y de la gestión de nuestros negocios, garantizando los más altos estándares de calidad, eficiencia y competitividad, con la mejor relación precio / valor, alta rentabilidad y crecimiento sostenido, contribuyendo con el mejoramiento de la calidad de vida de la comunidad y el desarrollo del país.

II.1.3 Visión de EMPRESAS POLAR para el 2005

"Seremos una corporación líder en alimentos y bebidas, tanto en Venezuela como en los mercados de América Latina, donde participaremos mediante adquisiciones y alianzas estratégicas que aseguren la generación de valor para nuestros accionistas. Estaremos orientados al mercado con una presencia predominante en el punto de venta y un complejo portafolio de productos y marcas de reconocida calidad. Promoveremos la generación y difusión del conocimiento en las áreas comercial, tecnología y gerencial. Seleccionaremos y capacitaremos a nuestro personal con el fin de alcanzar los perfiles requeridos, lograremos su pleno compromiso con los valores de EMPRESAS POLAR y le ofreceremos las mejores oportunidades de desarrollo."

II.2 UEN de Refrescos y Bebidas Funcionales

La UEN de Refrescos y Bebidas Funcionales es una de las tres unidades estratégicas que maneja EMPRESAS POLAR. Está encargada de las bebidas no alcohólicas que forman parte del portafolio de la compañía.

La estructura organizacional u organigrama de las direcciones de la UEN de Refrescos y Bebidas Funcionales se presenta en la Figura 2.

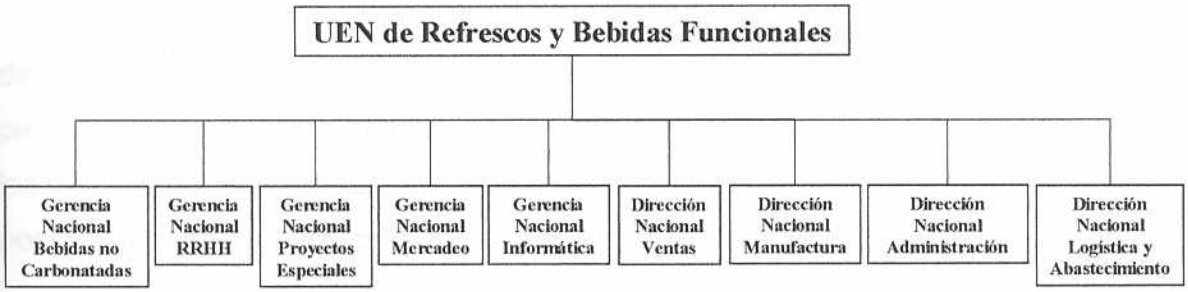


Figura 2. Organigrama de las direcciones de la UEN de Refrescos y Bebidas Funcionales

II.2.1 Visión de la UEN Refrescos para el 2005

"Seremos líderes en el mercado de bebidas no alcohólicas en Venezuela. Desarrollaremos un portafolio de marcas líderes, así como sistemas comerciales y de información que nos permitan llegar consistentemente a la totalidad de los puntos de venta y colocar todos nuestros productos, siendo reconocidos como la empresa que brinda mejor servicio a sus clientes. Contaremos con una organización orientada al mercado, que promueva la

generación y difusión del conocimiento en las áreas comercial, tecnológica y gerencial. Seremos la compañía más eficiente de la industria en el aspecto de costos de producción y distribución en Venezuela. Seleccionaremos y capacitaremos a nuestro personal con el fin de alcanzar los perfiles requeridos, lograremos su pleno compromiso con los valores de EMPRESAS POLAR y le ofreceremos las mejores oportunidades de desarrollo." [1]

II.2.2 Dirección Nacional de Logística y Abastecimiento de la UEN de Refrescos y Bebidas Funcionales

La Dirección Nacional de Logística y Abastecimiento está en el negocio de administrar inventarios de empaques, materias primas y producto terminado para soportar al Departamento de Ventas con los productos demandados, en las cantidades apropiadas, en el lugar y momento requeridos y al mejor costo posible para la Organización.

Esta Dirección se encarga del manejo y optimización de toda la cadena de valor de los productos de la UEN de Refrescos y Bebidas Funcionales. Esto incluye la compra de materia prima, planificación de la producción, distribución de producto terminado de las plantas a las agencias, logística de las agencias, almacenamiento de producto, control de inventarios, entrega del producto al cliente, mantenimiento de la flota de camiones. La estructura organizacional u organigrama de la Dirección Nacional de Logística y Abastecimiento se presenta en la Figura 3, en ésta se puede apreciar la distribución de las actividades en cada uno de los cargos.

Figura 3. Organigrama de la Dirección Nacional de Logística y Abastecimiento

Básicamente las actividades de la Dirección Nacional de Logística y Abastecimiento se desarrollan de la manera siguiente. A partir de los pronósticos semanales de ventas de cada agencia, se planifica la producción de cada uno de los "SKU" en cada una de las plantas, y a su vez, se planifican los requerimientos de materiales para cada producto, tanto para los productos retornables (botellas de vidrio retornables, paletas, bombonas de gas, casilleros, etc.) como para los no retornables (botellas de plástico, tapas, etiquetas, materia prima, etc.). Una vez que se realiza la producción de los productos planificados, éstos se distribuyen a cada una de las agencias (dentro de las cuales se encuentran los almacenes de producto terminado) que se encuentran distribuidas en todo el país. Éstas almacenan el producto de manera organizada y respetando los espacios preestablecidos para cada

presentación, para luego cargarlo a los camiones encargados de distribuir o vender los productos a cada uno de los clientes.

III. METODOLOGÍA EMPLEADA:

A continuación se presenta una tabla síntesis con la metodología empleada:

Objetivos	Tareas	Productos
Agrupar los SKU según la clasificación ABC	Consulta bibliográfica. Asesoría profesional. Estudio de la situación actual.	Cálculo de la clasificación ABC para los SKU de la agencia Barquisimeto
	Recolección de la data necesaria	
	Manejo de la data recolectada	
Evaluar las variables que afectan al modelo de inventario. Analizar la situación actual, y determinar nuevos niveles de inventario para la agencia	Consulta bibliográfica. Asesoría profesional. Estudio de la situación actual.	Cálculo de nuevos niveles de inventario objetivo y mínimo para los SKU de la agencia Barquisimeto
	Definición del modelo a seguir	
	Recolección de la data necesaria	
	Manejo de la data recolectada	
Revisar mediante la simulación el comportamiento de los datos obtenidos	Definición teórica del modelo de simulación. Estudio del comportamiento actual del sistema.	Análisis del comportamiento de los niveles calculados contra los actualmente existentes en la empresa, siguiendo los resultados de la simulación
	Recolección de la data necesaria	
	Realización del modelo en lenguaje computacional	
	Validación del modelo de simulación	
Comparación del beneficio del modelo calculado con el actual	Recolección de la data necesaria	Análisis económico de las diferencias entre la política actual y la calculada
	Manejo de la data recolectada	

Tabla 1. Tabla Metodológica

III.1Preparación del proyecto:

Como primera parte del proyecto existió una fase de estructuración, la cual consistió en la obtención de información bibliográfica, aparte de asesoría calificada acerca de los distintos modelos de inventario y clasificación existentes. También se consultaron presentaciones de proyectos que habían sido aplicados en otras empresas, o antiguamente en esta. A través de todo esto se logró conocer la situación en la que cada uno debía ser aplicado, para que podían ser utilizados, en que consistían, además de las variables que involucraban cada uno de ellos, entre otras. Todo esto sirvió para poder conocer más del tema, y poder discutir con más propiedad sobre lo que se quería fuera el proyecto, así como también el enfoque que la empresa le quería dar al mismo.

Además de esto se hizo un estudio de la situación actual de la empresa, tanto en la parte de despachos, como pronóstico y producción, que eran todas las áreas en donde se involucraban las posibles variables del trabajo, para así poder conocer bien cuales eran los modelos de clasificación y la política de inventarios factibles para ser aplicadas en la empresa.

Tomando esto en cuenta se decidió el modelo de clasificación que mejor se adaptaba a los requerimientos de la compañía, y luego se tranformó, para convertirlo en un modelo que verdaderamente funcionara para la empresa, que iba a ser una excelente herramienta tanto para considerar disminuciones en los costos, como para establecer una política de inventarios, que incluya inventario de seguridad, niveles de servicios, puntos de reorden e inventarios máximos, entre otras.

III.2 Recolección de datos:

Al culminar la fase de documentación del proyecto, se procedió a conseguir la data necesaria para poder desarrollar el modelo. Se buscó en los distintos departamentos de la UEN de Refrescos y Bebidas Funcionales, y se consiguió los datos referentes a ventas, despachos, costos y ganancias, de cada producto con historia de 12 meses, que es lo que se acordó en la primera fase del proyecto. Eventualmente surgían necesidades de otra estructura en los datos, y también de su periódica actualización, ya que iban surgiendo nuevas ideas y formas de desarrollar el trabajo planteado. Por lo general estos datos se obtenían del sistema SAP/R3, y de SIGMA, que son los sistemas que utiliza la compañía, y para este trabajo, las principales fuentes de información.

III.3 Transformación de los datos:

Esta fue la fase más compleja del proyecto, ya que la cantidad de datos era sumamente extensa, y los programas convencionales como Excel no podían manejar esta cantidad de información en algunas partes del proyecto, sin embargo, a la hora de hacer los cálculos pertinentes para realización del modelo de clasificación, no existía otra opción, por lo que se tuvo que investigar profundamente sobre las ventajas que ofrecía Excel.

Para solucionar el problema sobre la cantidad de datos, se decidió utilizar otro software llamado Access, que contiene una cantidad inimaginable de espacio para el almacenamiento y manejo de datos, pero este también tiene sus limitaciones, ya que es un programa que se basa en el manejo de datos, y no profundiza el cálculo, es por esto que se utilizó el programa Access para operar las inmensas listas obtenidas de los sistemas antes mencionados SAP/R3 y SIGMA, y luego eran manejadas en Excel y utilizadas según los

cálculos lo requerían. Es importante destacar que estas dos herramientas son de gran ayuda a la hora de manejar, y hacer cálculos con datos.

A parte de estas dos herramientas se utilizó el módulo de Visual Basic en Excel, para programar macros, que fueron de gran utilidad para hacer las simulaciones de los sistemas de despachos, así como también la actualización de datos y cálculos.

III.4 Análisis

Se compararon los resultados de los niveles objetivos, mínimos, y las clasificaciones ABC de cada SKU en la agencia, con el fin de confirmar cuales resultarían ser los productos de alta, media, y baja rotación, lo cual nos ayudaría a establecer la política de inventarios.

Una vez obtenidos nuestros niveles de inventarios se utilizaron en un simulador que pretendía escenificar lo que hubiese sucedido en el mes de enero en la agencia Barquisimeto, si se hubiese implantado la política calculada.

Además de hacer la simulación utilizando la política calculada, se hizo también con la política actual, con el fin de tener una comparación más directa entre las dos. Cabe destacar que también el sistema eventualmente tiene fallas, por lo que no se puede confiar a plenitud, en los valores de niveles de inventario que registran las listas grabadas en el sistema.

Luego de simular cada uno se obtuvieron valores, tanto de niveles promedio de inventario en piso, como del total de secos, con el fin de hacer una comparación entre los distintos escenarios planteados.

Al final se comparó el costo de oportunidad de la paralización del capital (inventario), números de "stokcout" en el sistema de la política actual con la propuesta, ambos resultados obtenidos por simulación.

III.5 Conclusiones y Recomendaciones:

En este caso se evaluaron los resultados obtenidos, y se concluyó sobre el efecto de los nuevos niveles calculados, además se analizó el modelo actual y se recomendaron cambios en las variables que influían en los excesos de los niveles de inventario, como pronósticos, lotes mínimos de pedido, parametrización del sistema, entre otras cosas.

IV. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

IV.1 Clasificación ABC[4]

Pareto fue un economista italiano quien, hacia 1897, afirmó que el 20 por ciento de las personas, posee el 80 por ciento de las riquezas. Este principio puede aplicarse a muchas cosas, y conforma un estilo de gerencia.

Muchas empresas deben elaborar políticas de existencias para miles de artículos. En este caso una empresa no puede dedicar mucha atención para determinar una política "óptima" de inventarios para cada artículo. La Clasificación ABC, ayuda a que una empresa identifique un pequeño porcentaje de sus artículos que alcancen un alto porcentaje de valor de dinero en las ventas o costos de producción y almacenamiento, a lo largo de un año. Estos artículos son denominados tipo "A". Como la mayor parte de la inversión de la empresa en inventarios es para estos artículos, la concentración de esfuerzos en la creación de políticas efectivas de control de existencias para estos artículos deberá generar ahorros importantes para la empresa.

Estudios repetidos han demostrado que en la mayor parte de las empresas, del 5 al 20% de todos los artículos almacenados representan del 55 al 65% de las ventas de los costos de producción y almacenamiento; estos son los artículos tipo "A". También se ha encontrado que del 20 a 30% de los artículos representan del 20 al 40% de las ventas, o costos de almacenamiento y producción; estos son los artículos Tipo "B". Por último, a menudo se encuentra que del 50 a l 75% de todos los artículos producen sólo del 5 al 25% de las ventas, o de los costos de producción y almacenamiento; a estos se les denominan tipo "C".

[4] DIAZ MATALOBOS, " Gerencia de inventarios "

Aquí, los porcentajes son indicativos, ya que varían según el tipo de sistema. Lo que es realmente importante, es el concepto de que el mayor esfuerzo en la realización de la gestión debe ser hecho sobre una cantidad pequeña de materiales, que son los "A" y sobre un porcentaje importante de artículos, que son los "C"; es aceptable realizar una gestión menos rigurosa y, por tanto, más económica.

IV.2 Pronósticos:

Pronosticar es emitir un enunciado sobre lo que es probable que ocurra en el futuro, basándose en análisis de datos históricos y en consideraciones de juicio.

El propósito de hacer un pronóstico es obtener conocimiento sobre eventos inciertos que son importantes en la toma de decisiones presentes.

Las técnicas de pronósticos disminuyen la incertidumbre sobre el futuro, permitiendo estructurar planes y acciones congruentes con los objetivos de la organización y permiten también tomar acciones correctivas apropiadas y a tiempo cuando ocurren situaciones fuera de lo pronosticado.

IV.2: Características de los pronósticos

- Todas las situaciones en que se requiere un pronóstico, el *futuro* y el *tiempo* están directamente involucrados. Así, debe pronosticarse para un punto específico en el tiempo y el cambio de ese punto generalmente altera el pronóstico.
- Otro elemento siempre presente en situaciones de pronósticos es la *incertidumbre*. Si el administrador tuviera certeza sobre las circunstancias que existirán en un tiempo dado, la preparación de un pronóstico seria trivial.

- El tercer elemento, presente en grado variable en todas las situaciones descritas, es la *confianza* de la persona que hace el pronóstico sobre la información contenida en *datos históricos*.

IV.3 Inventario[5]

El inventario incluye todos aquellos bienes y materiales que se utilizan en los proceso de fabricación y distribución. Las materias primas, las partes componentes, los subensambles y los productos terminados, son parte de los inventarios, así como también, los distintos abastecimientos requeridos a la hora de la distribución y producción.

IV.3.1Tipos de inventario

- **Inventario Físico:** Es el inventario real. Es contar, pesar o medir y anotar todas y cada una de las diferentes clases de bienes (mercancías),que se hallen en existencia en la fecha del inventario, y evaluar cada una de dichas partidas. Se realiza como una lista detallada y valorada de las existencias.
- **Inventario Mixto:** Inventario de una clase de mercancías cuyas partidas no se identifican o no pueden identificarse con un lote en particular.
- **Inventario de Productos Terminados:** Todas las mercancías que un fabricante ha producido para vender a sus clientes.
- **Inventario en Transito:** Se utilizan con el fin de sostener las operaciones para abastecer los conductos que ligan a la compañía con sus proveedores y sus clientes, respectivamente. Existen porque el material debe de moverse de un lugar a otro. Mientras el inventario se

[5] DIAZ MATALOBOS, " Gerencia de inventarios "
FOGARTY, BLAKSTONE, HOFFMANN. "Administración de la producción e inventarios"
BUFFA, Elwood S. "Administración y dirección técnica de la producción".

- El de preparación del pedido.
- Puesta a punto de las máquinas que ha de procesarlos.
- El de pérdida de materiales en la fabricación de las primeras unidades del lote.
- Y en todo aquello otros costos de producción debidos al comienzo de la fabricación de un lote de productos.

La suma de todo esto es el costo de lanzamiento del pedido del lote (CL), que dependerá de varias formas del tamaño Q del lote (número de unidades que lo forma).

La valoración del costo del lanzamiento de pedidos debe hacerse en términos de costos directos, o sea, valor real de los costos en que se incurren y no debe hacerse a partir de datos de costos estándar de la empresa. Los costos estándar de la empresa es un recurso de la contabilidad que no valora las consecuencias económicas de lanzar un número de pedidos diferente en al año.

Deben considerarse costos de lanzamiento solo aquellos costos que estén afectados por el número de pedidos que se realicen. Por ejemplo, los sueldos del personal administrativo no deben considerarse costos de lanzamiento de pedidos ya que se incurren en ellos independientemente del número de pedidos que se lancen, es decir, solo deben intervenir los llamados costos incrementales por el lanzamiento de pedidos.

Los costos incrementales son costos que varían con el número de pedidos que se lancen.

Al decidir almacenar ciertos productos constituyendo unos inventarios, se realizan gastos en instalaciones y en personal. Estos gastos son imputables a la decisión de que exista el almacén pero no a la política de gestión del inventario de cada producto en almacén.

Una vez se ha incurrido en estos gastos, o sea, las instalaciones existen y el personal ya se ha contratado, estos gastos fijos no se ven afectados por el tamaño Q de los lotes que se reciben en almacén. De nuevo, los costos que nos interesan son los costos incrementales, que varían con el número de unidades de cada producto que se mantenga en el almacén (su nivel de inventario).

Por tanto, con la denominación de costos de mantenimiento del inventario nos referimos a los costos debidos al nivel de inventario de cada producto en almacén.

Los conceptos de costos afectados por el nivel de inventario son los siguientes:

- **Capital invertido en inventario:** los productos almacenados tienen un valor económico, lo que supone una inversión. El volumen de esta inversión depende del nivel de inventario.
- **El costo variable de almacenamiento:** es el componente de los costos de almacenamiento que depende del nivel de inventario. En general, tendrá dos partidas (un costo fijo y otro variable). Por ejemplo, cuando se necesita alquilar espacio para almacenaje.
- **El riesgo de obsolescencia:** el mantener productos almacenados para satisfacer futuras demandas trae consigo el riesgo de que el mercado cambie y los productos dejen de ser demandados. Por ejemplo, los productos sujetos a modas efímeras.
- **El riesgo de deterioro**: los productos almacenados pueden deteriorarse debido al clima, manejo inadecuado, etc. lo que perjudicará al precio de venta de los productos.
- **Seguro e impuestos**: también son costos que varían con el nivel de inventario (seguros contra incendios).

De todos los costos, el más importante es el *capital invertido en inventario*. La inmovilización temporal de capital tiene un costo cuya valoración se puede hacer de varias formas:

- Atendiendo al valor de costo de los productos almacenados.
- Atendiendo al valor de venta de los productos almacenados.
- Atendiendo a la tasa de interés del mercado financiero al que tiene acceso la empresa.
- Atendiendo a la tasa de rentabilidad que la empresa obtiene de sus inversiones.

Sea cual sea la forma de valoración elegida tiene importantes consecuencias sobre la política empleada en la gestión de inventario.

Los riesgos de obsolescencia y deterioro no suelen ser iguales para los diferentes productos almacenados. En consecuencia, los costos de mantenimiento de los inventarios serán distintos, lo cual aumenta enormemente la complejidad de la gestión de dichos inventarios.

La mayoría de los autores se inclinan por elegir un costo de mantenimiento de inventario igual para todos los productos almacenados, si ello es posible; y también se inclinan por ser una valoración del costo del capital inmovilizado basado en la tasa de rentabilidad que la empresa obtiene en el volumen global de sus inversiones.

El inventario de un producto se vacía cuando satisface las demandas que se presenta. Hablemos de ruptura del inventario cuando su nivel desciende a cero, más estrictamente cuando se le presentan demandas de una magnitud que no puede ser atendido por el inventario. El riesgo de rotura del inventario es intrínseco al carácter aleatorio de la demanda.

La gestión de inventario debe ocuparse de este problema, controlando el número e importancia de las rupturas mediante la política que se decida.

Pues bien, para ello se introduce un concepto de inventario cuya finalidad es regular las roturas. Al nivel general del inventario dedicado a satisfacer la demanda que se presenta según el valor medio estimado con la previsión se le añade un inventario de seguridad.

¿Cuál debe ser la magnitud del inventario de seguridad?

La decisión tiene que basarse en el conocimiento y valoración de los costos asociados a él y también de los costos causados de la ruptura del inventario, además del nivel de servicio, que es, la probabilidad de que exista una falta en el inventario, que se quiera ofrecer al cliente.

Existen dos comportamientos de la demanda cuando ésta no es satisfecha:

1. Que la demanda se pierde porque el cliente se va a otra empresa.
2. Que la demanda espera a que el nivel del inventario se reponga.

Para distinguirlo hablaremos de situaciones de roturas de inventario cuando la demanda se pierde y de situaciones de carencia de inventario cuando la demanda espera.

Es muy difícil valorar los costos que producen estas situaciones. En situaciones de rotura es fácil conocer el valor de la venta perdida pero también hay que considerar las consecuencias de la falta de servicios a los clientes que repercutirá en el prestigio de la empresa y en sus ventas futuras. También en situaciones de carencia son pertinentes estas consideraciones.

IV:3..3 Inventario de seguridad:

Este tiene la finalidad de actuar como inventario de reserva para que absorba los posibles aumentos de la demanda real sobre la demanda media prevista, en aquellos periodos de tiempo en los que el inventario no puede dar respuesta inmediata; además de errores en los tiempos de reposición del producto, así como también fallas en el tiempo de producción.

Este inventario viene afectado por varias variables, entre las que se encuentran, la variabilidad de la demanda, el tiempo de reposición, el nivel de servicio deseado, que representa la probabilidad de que una orden sea satisfecha.

Este nivel de servicio para una distribución normal con media = 0 y desviación estandart =1:

Nivel de servicio	Factor K
50%	0
84,13%	1
97,72%	2
99.00%	2,33
99.50%	2.58
99.98%	3

Tabla 2. Factor K según el nivel de servicio deseado

IV.4 Tipos generales de sistemas de inventario[6]

IV.4.1 Modelos de cantidad fija (también llamados cantidad económica del pedido EOQ y modelo Q)

Es una de las técnicas más antiguas y conocidas. Es un modelo que es impulsado por situaciones, por un evento; es decir, inicia el pedido cuando se presenta el evento de alcanzar un nivel específico para el nuevo pedido (punto de reorden), éste evento puede ocurrir en cualquier momento, dependiendo de la demanda de los artículos considerados. Es un sistema perpetuo, que requiere actualizarse cada vez que se haga una adición o sustracción de producto al inventario, para asegurar que el punto de reorden se ha alcanzado o no.

IV.4.2 Modelos de período de tiempo fijo (también llamado sistema periódico, sistema de revisión periódica, sistema de intervalo fijo de pedidos y modelo P)

Las características de muchos artículos no los hacen propicios para una revisión constante inherente a un sistema estadístico de punto de reorden. Un sistema de revisión periódica en su forma básica, incluye la determinación de la cantidad de un artículo en un intervalo de tiempo específico y fijo, y colocar una orden por una cantidad que, cuando se agregue a la cantidad disponible, llegue a un nivel objetivo predeterminado. El conteo tiene lugar sólo durante el período de revisión.

[6] Presentación " Tema. 5 Inventarios". Azunda Longo.

IV.5 La distribución normal

La más conocida y ampliamente utilizada distribución de probabilidades es la distribución normal y su popularidad se debe por lo menos a dos razones que presentan sus propiedades generales. "Las pruebas matemáticas nos señalan, que bajo ciertas condiciones de calidad, resulta justificado que esperemos una distribución normal; mientras que la experiencia estadística muestre que, de hecho, muy a menudo las distribuciones se aproximan a normal".

La distribución normal basa su utilidad en el teorema del límite central. Este postula que, la distribución de probabilidad de N valores de variable aleatoria xi independientes, pero idénticamente distribuidas, de media μi, y desviación estandart σi se aproxima asintóticamente a una distribución normal a medida que N se hace muy grande.

En consecuencia, el teorema del límite central permite el empleo de distribuciones normales para representar medias globales operadas sobre los efectos de causas (errores) aditivas distribuidas en forma independiente, sin importar la distribución de probabilidad a la que obedezcan las mediciones de causas individuales. El carácter que se atribuye a esta forma de interpretación del teorema del límite central resulta de particular importancia, ya que de esta manera se provee una justificación matemática para manipular la evidencia empírica, que tan frecuentemente aparece en los datos distribuidos en forma aproximadamente normal, obtenidos en una gran mayoría de los problemas de investigación. Para ver más detalles acerca de esto dirigirse a la sección de anexos (Anexo II).

IV. 6 Sistema de despacho

El *DRP (Planeación de los Requerimientos de Distribución)* es un sistema sincronizado de manejo de los inventarios en el canal de distribución. A pesar de las ventajas en economía de escala, su implantación puede resultar compleja. El alto costo de implantación del sistema hace que solo compañías grandes con estructuras de mercado y canales de distribución complejas se involucren en estos procesos.

Dos problemas importantes son la calidad de los pronósticos y la variabilidad en el tiempo de reposición. Uno de los objetivos del DRP es eliminar la necesidad de tratar cada punto de almacenamiento como un inventario independiente y, por tanto, la necesidad de efectuar pronósticos en cada uno. Esto implica, sin embargo, la delegación del trabajo de pronóstico a los puntos finales de venta, donde la capacidad organizativa para enfrentar esta tarea puede ser pobre. El segundo problema se conoce como "nerviosismo", la variación de parámetros supuestamente deterministas como el tiempo de reposición y la demanda, que obliga a la reprogramación de los planes maestros.

En la práctica, estas fuentes de errores se combaten mediante el uso de sistemas de intercambios electrónicos, el uso de terceros en el transporte, y mediante la adopción de inventarios de seguridad.

El DRP genera los requerimientos de un centro de producto terminado. Están basados en la diferencia entre la demanda de los clientes y el inventario disponible en el centro y el del producto en tránsito.

Para resumir, el DRP proporciona la información necesaria para que la administración de distribución y producción asigne de manera efectiva el inventario y la capacidad productiva, para que incremente el servicio al cliente y reduzca la inversión en el inventario.

IV.7 Sistema de producción

El MPS (Programa Maestro de Producción) es un plan regulado en tiempo, de los artículos, y la cantidad de cada uno que la organización pretende fabricar. Es un compromiso para satisfacer los requerimientos de mercadotecnia y para utilizar la capacidad de producción. Se utiliza tanto como un instrumento para la planeación tanto a corto, como a mediano plazo. Debe ser firme con el plan de producción. Origina el sistema de planeación de corto plazo alimentando al sistema de requerimientos de materiales. Así, el MPS el plan adecuado para proporcionar las ofertas que satisfagan las demandas.

IV.9 Simulación

Es una de las más importantes herramientas para analizar el diseño y operación de sistemas de procesos complejos. La decisión de utilizar esta herramienta proviene de la percepción que la simulación puede ayudar a resolver asuntos relacionados con el diseño de nuevos sistemas o modificación de los existentes. Esto se fundamenta en que las inversiones o su modificación son costosas y, a través de la simulación, se puede experimentar qué beneficios trae la implementación de estos cambios a un costo mucho más bajo. La simulación sirve para representar modelos en los cuales las variables de operación están dados por una función de probabilidad donde muchas variables son aleatorias (existe incertidumbre). También, se ocupa la simulación para aquellos problemas de alta complejidad. Sin embargo, la simulación no garantiza soluciones óptimas del modelo que describe el sistema, pero es posible experimentar soluciones alternativas y reglas de decisión, de manera de hacer predicciones del sistema.

IV:9:1 Aplicaciones de la simulación

- Sistemas de producción continuos (Mineras, refinerías, aserraderos, etc.).
- Sistemas de manufactura flexible (Maestranzas).
- Cadena de abastecimiento y servicios (Distribuidores, postales, etc.).
- Salud y servicios en general (Hospitales, bancos, puntos de atención a clientes, etc.).

IV.9.2 Resultados que se pueden obtener con la Simulación

La simulación puede aplicarse en sistemas productivos y en la cadena de abastecimiento y servicios. A continuación se presentan ejemplos de cada tipo:

En sistemas productivos

- Decisiones de inversión en equipos.
- Reducción de costos.
- Reducción de inventarios.
- Mejorar la programación de tareas.
- Identificar cuellos de botellas del sistema y posibles restricciones.

En la cadena de abastecimientos y servicios:

- Definir el número y capacidad de almacenes intermedios.
- Determinar que rutas son más atractivas económicamente.
- Determinar el número cajas de servicio para obtener un cliente satisfecho.

- Calcular y disminuir el tiempo promedio de espera de los clientes para ser atendido.
- Determinar el personal necesario de acuerdo a los niveles de demanda.

IV.10 Generación de números aleatorios Normalmente distribuidos[7]

Cuando se tiene una distribución normal estándar (X~N(0,1)), se puede obtener a partir de ella una distribución normal con parámetros generales (X'~N (μ, σ)) utilizando la siguiente ecuación :

$X' = \mu + \sigma X$ (1) (Demostración ver anexos (Anexo I))

pero hay que tener una estricta atención en la manera como se generan las variables aleatorias para la distribución normal estándar.

Existe un método para generar variables aleatorias para la distribución estándar propuesto por Box y Muller en 1958. El método es sencillo, simplemente hay que generar números aleatorios de dos distribuciones uniformes estándar (U1 y U2 ~ U(0,1)), y sustituirlas en la ecuación:

$X_1 = \sqrt{-2LnU_1}\cos 2\pi U_2$ (2) y

$X_2 = \sqrt{-2LnU_1}sen2\pi U_2$ (3) ,

[7] AVERILL M. Law, KELTON W., David. "*Simulation modeling and analysis*".

donde X1 y X2 , representan números aleatorios que siguen una distribución normal estándar. Ya con estos números, utilizando la ecuación (1), se pueden generar los números aleatorios para cualquier distribución normal.

Cabe destacar que este método genera pares de números aleatorios, por lo que se puede tomar cualquiera de las dos fórmulas ((2) y (3)), para obtener el número deseado.

V. SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

V.1 Situación actual de la Clasificación ABC:

El sistema actual utiliza como criterio de clasificación el volumen de ventas, y fue una clasificación hecha hace un tiempo considerable, que no toma en cuenta los distintos cambios que pueda generar el mercado, es decir, se puede estar considerando un producto como "A", que actualmente es "C", lo que genera un error importante en el trato para con este producto. En este modelo los SKU que no poseían estadística, eran aproximados a la historia de algún SKU que se pudiera comportar, según los pronósticos, de una manera similar. Es bueno recalcar que esta clasificación nunca ha sido actualizada, y que no ha considerado historia de SKU nuevos desde su realización, lo que significa que probablemente un producto que tenga ya una historia almacenada, sigue clasificándose según pronósticos, lo que le resta credibilidad al modelo. Puede suceder que un SKU ya no esté en el mercado, sin embargo este modelo igual le tiene asignada una clasificación, esto puede ocasionar el mal trato de algunos de los SKU, puesto que se puede estar considerando un producto como "C", cuando en realidad es "B", por culpa de la inclusión de productos que ya no existen, o que no tienen relevancia en el modelo. Hay que tomar en cuenta que esta clasificación es relativa entre todos los productos, y depende de cómo se ubique el SKU con respecto a los otros en relación a sus ventas.

V.2 Situación actual de los pronósticos

La empresa utiliza un software llamado "Forecast Pro", que sirve de mucha ayuda a la hora de hacer los pronósticos. Este programa maneja una gran cantidad de funciones estadísticas complejas, y toma la que mejor se adapta a los datos cargados por el usuario. El programa se utiliza como guía para el trabajo de los pronósticos, ya que no puede considerar la realidad de la demanda de un producto en un momento y lugar, por lo que estos resultados deben ser analizados por personas con experiencia para ajustarlos más a la realidad.

La planificación de los pronósticos se divide en dos etapas:

- " Rolling " Mensual (a 12 meses)
- " Rolling " Semanal (a 9 semanas)

" Rolling " Mensual:

Se comienza utilizando la data histórica, para crear pronósticos en el programa "*Forecast Pro*". Estos pronósticos brutos, son analizados cada mes por un Comité de Pronósticos, conformado por los gerentes de marca, personal de ventas y logística (producción, materia prima, despachos). En dicho análisis se toman en consideración factores como estacionalidad y promociones, entre otros. Como resultado de dicha reunión se consolida el *mes base.* Con este *mes base,* mediante Excel, se crea el plan dinámico mensual de los próximos doce meses (el mes base mas los próximos once meses), considerando el promedio móvil de los últimos 3 meses. Este plan dinámico estima los pronósticos de ventas de los próximos once meses al mes base, llamándolos respectivamente mes + 1, mes + 2....., mes + 11.

" Rolling " Semanal:

Para los pronósticos de la primera y la segunda semana del mes se usa el promedio diario de la demanda *mes base*, para la tercera y cuarta semana del mes, se basa en las ventas reales revisadas de las semanas anteriores. La semana 5 se pronostica de la misma forma a la semana uno del *mes base* , pero con los datos obtenidos en el *mes + 1,* y así sucesivamente hasta llegar a nueve semanas. Este plan se hace a nueve semanas debido a que los planificadores encargados de los materiales (materia prima) necesitan ese tiempo para lograr el producto terminado.

Se han establecido indicadores para medir el ajuste del pronóstico con las ventas verdaderas:

Indicadores de Precisión:

- *Global:* Mide como se encuentra el error del pronóstico con las ventas reales, pero a nivel macro, es decir, a nivel nacional, sin importar los errores en cada agencia o planta.

- *Agencia/SKU:* Es un indicador de PEPSICO, que pretende comparar con otras embotelladoras; consiste en medir el error de pronóstico de las ventas como porcentaje de la suma de los valores absolutos del error del pronóstico de cada SKU en cada agencia, en relación al total pronosticado. Se usa un valor absoluto para tomar en cuenta todos los errores, sin importar si son por defecto o por exceso; así se puede obtener una medida del grado de error del pronóstico, mientras que si se considerara el signo, el exceso de pronóstico cubriría el defecto de otra agencia, y al final se estaría calculando el indicador Global.

Indicador de Buen Pronóstico:

Al igual que el anterior, es un indicador de PEPSICO, el cual consiste en asignar valores (0 ó 1), dependiendo del indicador de precisión por agencia/SKU. Si el error es menor al 20% se le asigna un 0, si es mayor se le asigna un 1.

V.3 Situación Actual de Despachos:

El sistema de despachos se maneja mediante el módulo DRP en SAP R/3; la función de éste es hacer una revisión diaria de todos los inventarios de cada SKU en cada agencia y planta; se examinan las necesidades y se ordena. Hay que tomar en cuenta que la planta tiene que mantener su perfil de cobertura, y si éste disminuye es necesario mandar a producir.

Esta operación se realiza diariamente a primera hora de cada mañana y funciona de la siguiente manera:

1. Se hace un borrado, que consiste en eliminar todas las solicitudes del día anterior y actualizar el pronóstico del día.
2. Luego se comienza a correr el DRP en tres estructuras:

    a. En la primera, el sistema verifica las necesidades de las agencias hacia las plantas y/o centros de distribución.
    b. En la segunda, se generan las necesidades de los centros de distribución hacia las plantas productoras.
    c. En la tercera etapa de la corrida del DRP, el sistema registra las necesidades de la planta hacia producción.

3. Luego se hace el "deployment", que es el DRP ajustado según las existencias de las plantas que se consideran, y se reparten equitativamente, según días de inventarios y perfil de cobertura a los centros de distribución y las agencias.

4. Por último el planificador revisa este "deployment", considera aspectos como SKU en producción, capacidad de carga de gandolas, entre otros factores, y procede a hacer los pedidos (orden de carga). Este último paso cubre aspectos muy importantes, ya que el planificador tiene que tomar en cuenta aspectos que el sistema no puede saber, como los antes mencionados SKU en producción, existen casos en donde el planificador hace solicitudes de pedido contando con producto que se encuentra todavía en proceso, pero que va a estar disponible en el momento de despacho, sabiendo esto el planificador observa la situación del SKU en la agencia y toma decisiones según el caso lo disponga. Además de esto toma en cuenta la capacidad de carga de las gandolas, existe una política que no deja que alguna gandola salga de la planta o centro de distribución con espacios vacíos, entonces el planificador se encarga, según sea la necesidad y demanda de los SKU , de decidir con que producto termina de completar la gandola de carga, en la mayoría de los casos se hace con productos de muy alta rotación, garantizando así la venta del mismo.

La política actual mantiene unos niveles de inventario mínimo, inventario objetivo (inventario "target") e inventario máximo. El nivel mínimo funciona como un punto de reorden, en donde la cantidad a pedir obedece a satisfacer el nivel del inventario objetivo, tomando en cuenta el plazo de entrega del inventario. Los productos de alta rotación mantienen un nivel de inventario mínimo igual al objetivo. Debe tenerse en cuenta que la política actual se encuentra calculada

en días de inventario, y estos son determinados según el pronóstico. Si se cuenta con 100 unidades de producto y la demanda pronosticada para ese día es de 50 unidades, se contará con 2 días de inventario.

La cantidad a ordenar es determinada de la siguiente manera y se puede observar su algoritmo en la figura 2.

El sistema observa tantos días adelante como sea el tiempo de reposición (TR), y considera que hasta esos días se va a vender lo que el pronóstico indica, luego a esa cantidad de cajas que representan esos días de pronóstico(C_D^{C+TR}), se resta a las cajas que se tiene en inventario en mano más transito ($Piso + Trans$), si ese resultado es menor que el nivel mínimo establecido ($Cob_{\min}$), realiza una solicitud de pedido por una cantidad lleve a ese día al nivel objetivo, es decir, la diferencia entre el nivel objetivo y el nivel con el cual llegaría a ese día ($Cob_{obj} - C_{D+TR}$). De no ser menor, no se ejecuta solicitud alguna. Este proceso se repite diariamente.

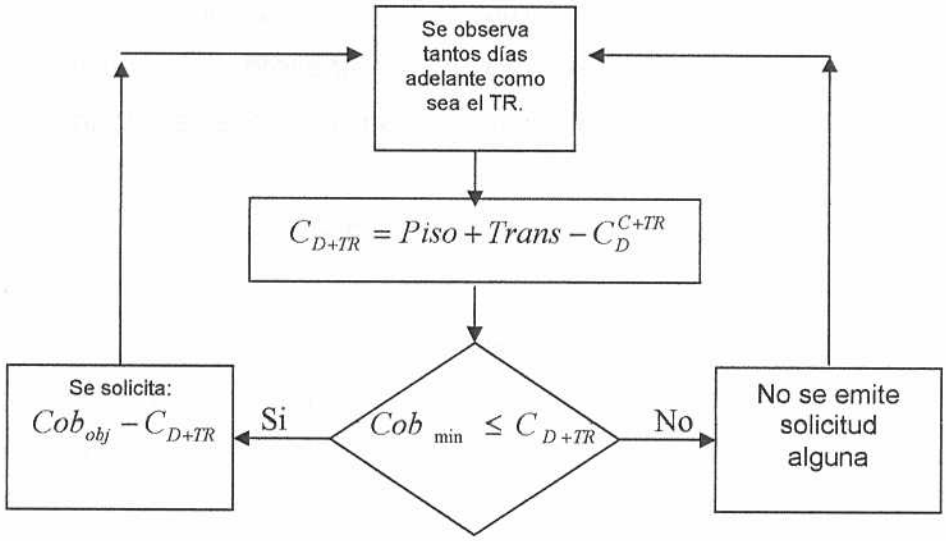


Figura 4. Algoritmo para la decisión de cuando y cuanto pedir

V.4 Situación actual de la política de inventario

El sistema se encuentra parametrizado para tomar como seco o "stock out"[8], los valores que disminuyan de un día de inventario, además de presentar niveles de inventario y lote mínimo para cada SKU en la agencia, que se podrán encontrar en la sección de anexos (Anexo IV).

Los lotes mínimos son estimados según la rotación del SKU: Para los de alta rotación están fijados como 1 paleta, para los demás como una camada. Lo primero se debe a que como se trata de un producto de ventas altas no vale la pena invertir tiempo en desarmar la paleta; en el segundo caso se fija así, porque si es menor se hace difícil y lenta la revisión, porque se tendría que desarmar la paleta para evaluar el contenido de la misma, a diferencia si es la camada esta se identifica a simple vista sin desarmar la paleta.

La agencia de Barquisimeto se surte de tres plantas o centros de distribución, que están ubicados en Tocorón, Maracaibo, y Cabudare según la matriz de distribución presentada en los anexos (Anexo IV), y obteniendo distintos tiempos de reposición para cada SKU descritos también en la misma sección.

El nivel de servicio teórico prestado por los centros de distribución y plantas a la agencia obedece un 75%, pero hay que tomar en cuenta que en la realidad dicho nivel se encuentra por debajo de esa cifra como se muestra en la tabla que se presenta a continuación, donde se compara las solicitudes generadas por el sistema, con el "deployment", que es lo que la planta tiene disponible para despachar a esta agencia.

[8] Seco o "Stockout": Término utilizado para la definición de un agotamiento en los niveles de inventario

Fecha	% cumplimiento
05-Ene-04	17,44%
06-Ene-04	20,94%
07-Ene-04	18,12%
08-Ene-04	13,37%
09-Ene-04	15,03%
12-Ene-04	19,51%
13-Ene-04	14,42%
14-Ene-04	15,90%
15-Ene-04	17,61%
16-Ene-04	16,10%
20-Ene-04	29,76%
21-Ene-04	29,85%
22-Ene-04	29,44%
23-Ene-04	21,70%
26-Ene-04	32,67%
28-Ene-04	26,43%
30-Ene-04	21,02%

Tabla 3. Resultados del DRP Vs. "deployment"

V.5 Proceso de venta de bebidas en la agencia

El proceso de venta de bebidas se realiza en base a dos conceptos de venta: Autoventa y Preventa:

Autoventa: Es la modalidad de venta que siempre ha sido utilizada por las compañías de refresco y bebidas. El vendedor "Autoventista" sale con un camión por una ruta definida y despacha el producto en el mismo momento en que el cliente solicita el producto. Una vez que ha realizado la venta,

regresa al almacén y sugiere al personal del almacén los productos que le deben ser cargados para el día siguiente. Esta modalidad de venta trae inconvenientes en cuanto al producto que no se vende y pasea con el camión a lo largo de su recorrido, con posibilidades de dañarse.

Preventa: Es una modalidad de venta que consiste en dos fases. Una primera fase donde una persona llamada "Preventista", acude a cada punto de venta y toma la orden de requerimientos de producto que necesita cada cliente. Esta figura tiene además funciones de Mercadeo en el punto de venta como es el arreglo del producto, colocación de materiales POP, selección de los productos vencidos, etc. Cuando este Preventista llega a la agencia después de haber realizado la venta, descarga la información en el sistema para que salga la Orden de Carga. Esta representa los productos que deben ser montados en el camión y una vez que está lista se le hace llegar al personal del almacén para que prepare la carga de dicho camión. La segunda fase de la venta se realiza al día siguiente de esta Preventa. Un entregador sale con las facturas de la venta y despacha el producto que fue solicitado por cada cliente en una ruta ya establecida por el sistema. Uno de los beneficios de esta modalidad de venta es que el camión de despacho sale justamente con la cantidad de cajas de producto que va a entregar.

V.6.1Atención de camiones de Autoventa y Preventa

Esta operación consiste en las siguientes actividades:

Arqueo I: Consiste en el chequeo de la carga que traen los camiones al llegar a la agencia luego del proceso de venta o despacho. Se verifica lo que trae el camión con respecto a lo que dice la planilla de Arqueo 1, previamente llenada por el despachador o autoventista.

Descarga de camión: Se bajan las paletas de producto que trae el camión de vuelta con ayuda del montacargas. Estos productos pueden ser rechazos o no vendidos.

Preparación de Paletas ("Picking"): Se arreglan las cajas de producto en las paletas para cada uno de los camiones. Para preparar la carga de Autoventa se utiliza la Carga Sugerida. Ésta es una lista propuesta por el sistema de las cajas que deberían venderse en base a los registros de venta de cada una de las rutas de Autoventa. Antes de que se comiencen a preparar las paletas de un camión en particular, la carga sugerida es revisada por el Autoventista de esa ruta, con la finalidad de que apruebe lo que se le va a cargar, o se añada o retire lo que crea conveniente. Para preparar la carga de los camiones de Preventa, se utilizan las Órdenes de Carga o Listas de "picking". Estas últimas provienen de las ventas realizadas por los preventistas. Una vez terminadas las paletas del camión, se verifica que la carga esté completa, comparándola con la Carga Sugerida o con la Orden de Carga dependiendo del caso.

Carga de camión: Consiste en montar en los camiones las paletas ya preparadas y chequeadas *(Arqueo II y Preventa)*. Esta operación es realizada con ayuda del montacargas. Una vez montada la carga completa en el camión se cierran las compuertas y se le colocan los candados de seguridad.

Estacionar camión: Es el traslado de cada camión a su puesto específico prefijado de estacionamiento.

VI. CÁLCULO DE LAS VARIABLES DEL MODELO

VI.1 Selección del modelo que mejor se adecue a la Empresa

La teoría de los inventarios sugieren modelos generales, aplicables para distintos casos, pero estos suelen ser modificados o adaptados, para la situación en particular de cada empresa, o producto en particular.

El modelo seleccionado es un ajuste del modelo actual, tomando como nivel de inventario mínimo, un nivel de reorden que contempla el inventario de seguridad que viene dado por la variabilidad del error del pronóstico, en el tiempo de reposición, de un factor que representa el nivel de servicio deseado y del tiempo de respuesta de la planta o centro de distribución a la agencia. Este se activa para generar solicitudes, cuando la cantidad en mano más la cantidad en tránsito, es menor que éste nivel mínimo tantos días adelante sea el tiempo de respuesta, tomando como ventas lo que el pronóstico indica.

Además del nivel mínimo, se tomaría en cuenta un nivel objetivo, que representaría el nivel de inventario que siempre se desea tener, al cual se debería apuntar a la hora de hacer una orden de despacho, y tendría su base de cálculo también en el tiempo de reposición, en la variabilidad del error de pronóstico, en el nivel de servicio deseado, y a diferencia del nivel mínimo, toma en cuenta, el nivel de servicio que ofrece la planta o centro de distribución, además del cumplimiento histórico de la planta a las necesidades generadas por el sistema.

Agregando a esto la existencia de un nivel máximo, que funcionaría como aviso a la hora de un sobre inventario, y se calculará tomando en cuenta los lotes mínimos de despacho. Básicamente actúa de modo de indicador.

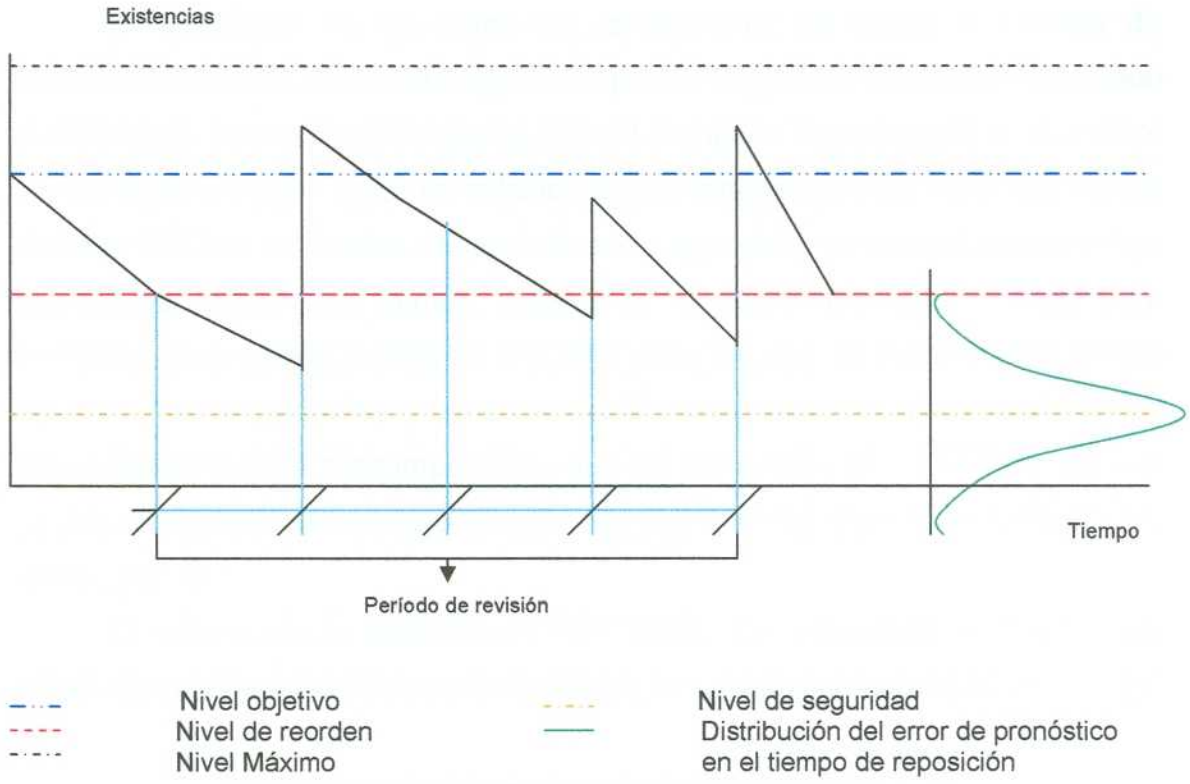


Figura 5. Curva existencia vs. Tiempo

VI.2 Cálculo de la clasificación ABC

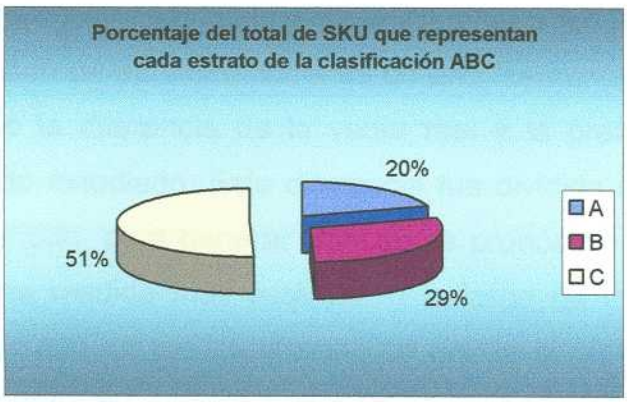
Para el modelo se tomaron en cuenta dos factores, que fueron las ventas realizadas con historia de 12 meses. Suele suceder que entren productos nuevos a la clasificación, por ejemplo, algún producto en promoción, la manera de considerar este producto, es aproximando sus ventas a las de una presentación de la misma familia, por ejemplo, a la Kolita verde, se le dio el mismo trato que a la Kolita roja, hasta que la primera fuese generando una historia lo suficientemente significativa como para considerarla en el modelo.

La utilización de los datos fue la siguiente: se buscó la manera de jerarquizar cada SKU en cada agencia o planta según sus ventas en el período considerado, y se ordenaron desde el SKU de mayor ventas hasta el de menor ventas en el período; luego se calculó que porcentaje representaban las ventas de cada SKU en las totales del período en la agencia, y se calculó el porcentaje acumulado según las ventas ordenadas descendentemente. Luego para terminar, observamos cuales de los SKU eran los que se encontraban dentro del 20% mas importantes y esos los clasificamos como "A", el segundo grupo era el siguiente 30% mas importante, que los llamamos " B ", y el 50% restante de los productos que maneja la agencia, que son los menos importantes los llamamos " C ".

El cálculo de la clasificación ABC arrojó los siguientes resultados (las tablas con los detalles se pueden encontrar en la sección de anexos (Anexo III):

Gráfica 1. Agrupación de las ventas según la clasificación ABC

En esta gráfica se puede observar que el 84% de las ventas de esta agencia son acreditadas a los productos de clasificación A, a su vez el 14% a los clasificados B, que son los considerados de media rotación, y apenas un 2% de las ventas la originan los C.



Gráfica 2. Agrupación de los SKU según la clasificación ABC

En esta gráfica se representa la cantidad de productos referente a cada estrato de la clasificación ABC.

Con esta gráfica y la anterior se puede comprobar que una poca cantidad de productos suelen ser los que generan mayores beneficios a una empresa.

VI.3 Cálculo del inventario mínimo.

Si se analizan los resultados de las ventas en un periodo dado, con lo pronosticado en ese mismo período, puede verse, que existen situaciones en las que haría o no falta de un nivel de seguridad, es decir, si se pronostica más de lo que se vende en un día, por ejemplo, no haría falta tener un "stock" que absorbiera ese error en el pronóstico, ya que en lugar de faltar producto, va a sobrar. Al contrario sucede, cuando se vende más de lo que se pronostica, en ese momento haría falta tener más producto de lo pronosticado, para satisfacer la demanda, ahí, es donde entra en juego el inventario de seguridad.

Para el cálculo del nivel mínimo, se involucraron todas las situaciones a lo largo de un periodo de aproximadamente un año (semana 8 del 2003 a la 11 del 2004. Se halló la diferencia de la venta real y la pronosticada de cada semana del período estudiado. Esta diferencia fue dividida entre el pronóstico fijado para ese período, para generar el error de pronóstico en días de venta, que representa una medida más estándar a lo largo de todo el estudio. Es importante recalcar que en las situaciones en donde el pronóstico resulto ser mayor que la demanda se asumió que se necesitaba cero días de inventario para solventar la falta.

Estos valores generados para cada SKU, siguiendo el teorema del límite central, se le calculó la desviación estándar, y se dividió entre la raíz del tamaño de muestras, para que los datos se distribuyeran normalmente. Este último cálculo representaría la desviación estándar del error de pronóstico de cada uno de los SKU.

Esta desviación estándar representa la medida en la que cada dato se aleja de la media, y si se multiplica por un factor de seguridad que depende del nivel de servicio deseado, que viene dado por una distribución normal estándar, generamos la medida de dispersión deseada para cumplir con dicho nivel de servicio. A este valor se le multiplica por la raíz del tiempo de reposición, para determinar la desviación típica del error de pronóstico en dicho tiempo.

Existe otro término a considerar el nivel de seguridad, este es la variabilidad en dicho tiempo de respuesta, en este cálculo este valor es aproximado a cero, ya que los tiempos de respuesta generados por la planta para cada SKU son muy bajos, y una variabilidad en ese tiempo no afectaría de manera considerable al inventario de seguridad.

Si se examina el valor anteriormente obtenido, se puede ver que este toma en cuenta la variabilidad de la demanda en el tiempo de reposición, mas no considera el tiempo de respuesta de la planta o centro de distribución como una variable independiente, es decir, en cuanto tiempo desde que se ejecuta la

orden de despacho se va a tener disponible el producto en la agencia, es por esto que se le debería añadir los días de reposición de cada producto de la planta o centro de distribución hacia la agencia, para hallar de una manera correcta el nivel de reorden.

Además de estas variables tenemos que tomar en cuenta el tiempo de revisión, ya que se esta hablando de un sistema de revisión con período fijo, que como se hace mediante un sistema automático a diario (SAP/R3), resulta ser de un día, y hay que añadirlo en la fórmula del nivel mínimo porque representa un día de retraso en la ejecución de la orden, ya que el sistema la toma en cuenta al día siguiente de la solicitud, es decir, cuando el sistema vuelve a ejecutarse, de modo que la fórmula para el cálculo del nivel mínimo nos queda de la siguiente manera:

$$Cob_{\min} = 1 + Tr + k\sigma\sqrt{Tr} \longrightarrow \text{Inventario de seguridad}$$

$Cob_{\min}$ = Nivel de cobertura mínimo en días de inventario.

Tr = Tempo de reposición del producto desde que se ordena.

k= Factor de seguridad. Depende del nivel de servicio.

σ= Desviación estándar del error del pronóstico

VI.4 Cálculo del nivel objetivo

Este nivel fue calculado tomando en cuenta el nivel de cumplimiento histórico de las solicitudes del sistema.

En primer lugar se hizo una comparación porcentual de las necesidades para cada SKU que generaba el sistema, contra la cantidad despachada a lo largo del período estudiado. Esta es una forma de estimar el verdadero cumplimiento de la planta y centros de distribución con la agencia.

Al igual que con los errores en el pronóstico, se halló la desviación típica y el promedio para unos datos que son aproximados siguiendo lo que sugiere el teorema del límite central a distribuciones normales, hallando la desviación estándar de los porcentajes de cumplimiento para cada SKU, y dividiéndola entre la raíz del número de muestras.

Esta desviación del porcentaje de cumplimiento fue afectada por el factor de servicio generado para cumplir con esa estadística en el 95% de las ocasiones.

La idea es que a medida que el cumplimiento sea mayor el nivel objetivo tienda al mínimo para tener menos inventario.

Al final el nivel de inventario objetivo se resume en:

$$Cob_{obj} = Cob_{\min} + Cob_{\min}\,(1 - (\overline{X}\,\%Cumplimiento + k\sigma\,\%Cumplimiento))$$

$Cob_{\min}$ = Nivel de cobertura mínimo en días de inventario.

Cob_{obj} = Nivel de cobertura objetivo en días de inventario.

$\overline{X}_{\%cumplimiento}$ = Promedio del % de cumplimiento

k= Factor de seguridad. Depende del nivel de servicio.

$\sigma_{\%cumplimiento}$ = Desviación estándar del % de cumplimiento.

VI.5 Cobertura Máxima

Como se ha dicho anteriormente este es un nivel que funciona como indicador, como alarma para cuando los niveles están muy altos, la base de cálculo de éste, representa la adición al nivel objetivo, de un múltiplo de su lote mínimo de pedido

En la sección de anexos (Anexo VI) se presentan los perfiles de cobertura calculados en este capítulo.

VII. SIMULACIÓN

VII.1 Descripción del modelo de simulación.

Este modelo pretende analizar lo sucedido en el mes de enero si se hubiese aplicado los niveles mínimos, y objetivos, que se calcularon en el capítulo pasado, y compararlos con lo sucedido con los niveles actuales.

Los aspectos a analizar son cantidad de secos por SKU en la agencia, reducción o aumento de la cantidad de inventario promedio diario a lo largo del mes, y como consecuencia de esto, su impacto económico para la empresa.

El funcionamiento es sencillo, la idea es imitar el proceso de cálculo que utiliza SAP/R3 mediante el DRP para generar las necesidades, mediante la realización de una "macro"[9] con la utilización del lenguaje de programación Visual Basic en Excel. Este modelo de simulación imita el DRP siguiendo el algoritmo presentado en el capítulo V, figura 4.

El modelo ejecuta el DRP día a día, tomando como inventario inicial el final del día anterior; como salidas, los movimientos que se hicieron en el arqueo 2 y la preventa durante el mes de enero en la agencia Barquisimeto (valores reales); como entradas, los movimientos hechos en el arqueo 1 (valores reales), devolución por preventa, que se estima como el 2% de lo vendido por esa vía el día anterior y la llegada del inventario en transito, que viene dado por las necesidades generadas por el DRP en el modelo.

Al correr el modelo se generan los niveles de apertura y de cierre que hubiesen existido cada día del mes de enero, cuanto hubiese solicitado el sistema, con la política actualmente calculada.

---

[9] *Macro:* Una macro consiste en una serie de comandos y funciones que se almacenan en un módulo de Microsoft Visual Basic y que puede ejecutarse siempre que sea necesario realizar la tarea.

El cálculo del nivel de cierre se basa en el número de cajas que existían al inicio del día (las finales del día anterior), el inventario recibido ese día, las ventas, y las devoluciones, quedando la fórmula de cálculo de la siguiente manera:

$$Stk_{final} = Stk_{inicial} + Entradas - Salidas$$

$Stk =$ Número de cajas

Tomando en cuenta lo que se dijo en la sección de la situación actual de la empresa (Capítulo V) en relación a que la planta o centro de distribución no esta cumpliendo con el nivel de servicio acordado, hubo que incluir esa incertidumbre en el modelo de simulación. Se generaron distintos números aleatorios para cada SKU para cada día del modelo que afectara a la solicitud hecha por el sistema DRP y se analizara un escenario mas real.

Estos números aleatorios fueron generados según la manera sugerida por Box y Muller en el año de 1958.

Los valores de μ y σ utilizados para la determinación de esos valores fueron obtenidos según sugiere el teorema del límite central con los porcentajes de cumplimiento utilizados también para la determinación de la cobertura objetivo.

A continuación se presenta un gráfico que refleja el funcionamiento del sistema, y que a su vez fue utilizado para la validación del modelo.

Para informarse un poco más sobre el modelo ver la sección de anexos (Anexo VIII).

Gráfico 3. Comparación de la cobertura inicial diaria con el nivel objetivo

Este gráfico fue generado para comprobar la veracidad del modelo de simulación. Como antes fue mencionado el DRP se genera a través de los pronósticos; tomando esta premisa en cuenta, si se iguala las variables de salidas del modelo, a los que se pronosticaba, el lote mínimo la unidad, y un 100 % en el cumplimiento de la solicitud del sistema, los niveles de inventario al iniciarse cada día deben estar cercanos al nivel objetivo, y a lo largo del período estudiado oscilar alrededor de este número, de modo que el pedido sea solo la cantidad de producto que se va a vender diariamente, como se muestra en la gráfica podemos concluir que el modelo de simulación funciona correctamente.

VII.2 Análisis de los resultados del modelo de simulación

Al ejecutar el modelo de simulación utilizando las variables reales para cada SKU a lo largo del mes, se puede apreciar que sin importar la cantidad de inventario al inicio del período, el sistema responde y busca la estabilidad en el nivel objetivo de la política de inventario como se puede apreciar en la gráfica 4 y la gráfica 5.

Grafica 4. Cambios en los niveles de inventario a lo largo del período

En donde se aprecia que al inicio del período existe un nivel más bajo que el deseado (nivel objetivo), llega a su mínimo valor el día que se recibe el primer pedido, tomando en cuenta que la reposición no es instantánea, y luego busca estabilizarse cerca al nivel objetivo. Es importante tomar en cuenta que el sistema DRP decide el cuando y el cuanto pedir, infiriendo que la venta va a ser lo pronosticado, pero mientras esto no se cumpla (la inmensa mayoría de los casos), el inventario no se estabilizará exactamente en el nivel objetivo, sino en

un nivel mayor o menor, dependiendo de si la demanda es mas baja o alta que el pronóstico respectivamente.

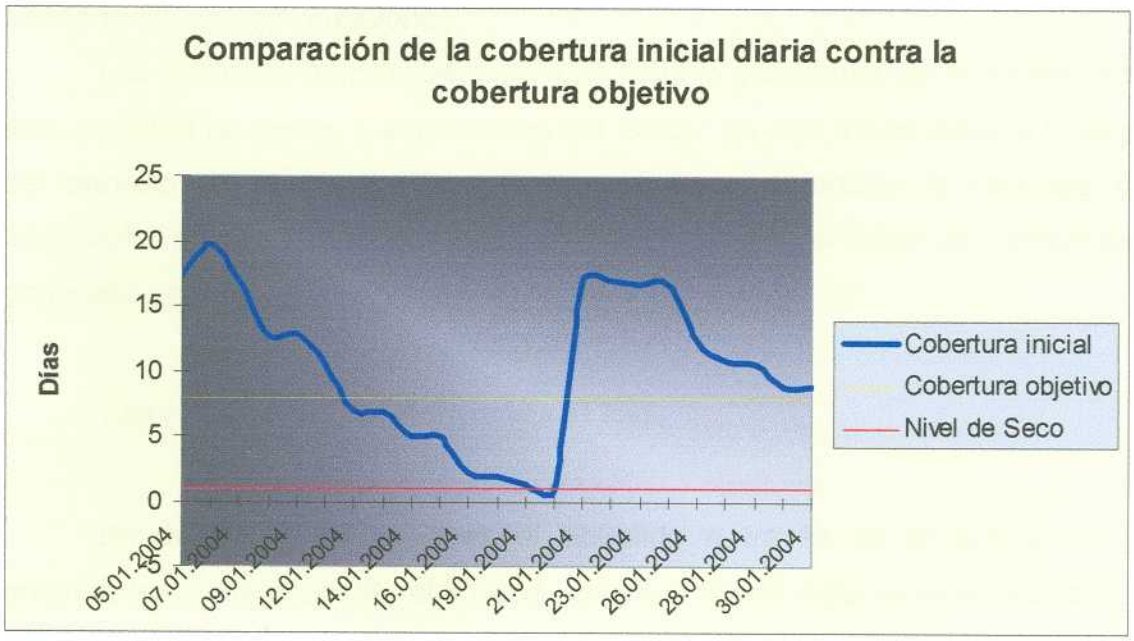
Otro caso para analizar es el presentado en el siguiente gráfico, en donde el nivel de inventario inicial es muy alto, y el sistema responde no haciendo pedido alguno hasta el momento en que se va a llegar por debajo del nivel mínimo. A partir que el sistema hace su primer orden de pedido, mientras el pronóstico no difiera en una cantidad considerable de la demanda real, los niveles se mantendrán cercanos al nivel objetivo.

Grafica 5. Cambios en los niveles de inventario a lo largo del período

Pero no siempre el pronóstico difiere en un porcentaje bajo de la venta real, existen casos en donde la segunda duplica y a veces hasta triplica al "forecast", y ahí es donde ocurren los llamados secos o "stockouts", que según la empresa representan niveles de inventario menores a un día.

Si es analizada la teoría de inventario, el objetivo es apuntar al mínimo posible en "stock", por lo que para los niveles calculados en este trabajo, es mas probable que un producto que tenga inventario objetivo bajo caiga en seco,

que uno que maneje niveles altos. Cabe destacar que los productos de clasificación "C" son algo inestables, y suele suceder que en una semana, por ejemplo, no exista venta alguna, pero en un día, se haga la venta de la semana, es por esto que los niveles de inventario de estos SKU suelen ser un poco más alto que los de media y alta rotación, ya que presentan una variabilidad mayor en la demanda, y un menor nivel de servicio de la planta o centro de distribución a la agencia. La siguiente gráfica muestra los niveles de un SKU que sigue lo antes expuesto:



Grafica 6. Cambios en los niveles de inventario a lo largo del período

En este gráfico también podemos apreciar que los pedidos realizados son muy grandes, esto se debe a que el lote mínimo de pedido fijado por la empresa para el producto que en esta gráfica se representa es mayor al que debería ser, por lo que origina un alto nivel en los niveles de inventario, que se va reduciendo a medida que el mercado lo va demandando.

VII.2.1 Análisis de costos y secos según el modelo de simulación

Para el análisis de los resultados se hizo una consideración. Dada la poca credibilidad y escasez, de los datos almacenados en el sistema del inventario en piso real existente en el mes de estudio, se decidió comparar los resultados de el nivel de inventario actual simulado, con el propuesto proveniente de la misma fuente, ya que son resultados generados de la misma manera, por un modelo validado, que simula de un modo muy atinado lo sugerido por el sistema en la realidad, y que permite una comparación mas acertada de las dos situaciones.

Las variables importantes para este estudio generadas por el modelo son dos, cantidad de secos, y el promedio del "stock" en piso inicial diario a lo largo del período de la simulación, ya que se va a comparar la cantidad de "stockouts" que se genera con cada política, y también el costo de oportunidad generado por la paralización del capital, que viene dado por:

$$Cop = \overline{Stkdiario}.(Costodeinventario)(17\%)$$

En donde el $\overline{Stkdiario}$ es el obtenido a través de la simulación, y anteriormente mencionado, el $Costodeinventario$ es un dato suministrado por el departamento de finanzas de la compañía distinto para cada SKU, que representa el valor de costo, tanto de producción, como de almacenamiento del mismo, y el 17% es el costo de oportunidad anual suministrado por la misma fuente.

Para el estudio se generaron diez números aleatorios distintos siguiendo una distribución normal atendiendo al porcentaje histórico de cumplimiento de las solicitudes del DRP, que afectaron a las solicitudes generadas por el sistema modelado con el fin de conseguir más veracidad en la simulación. A

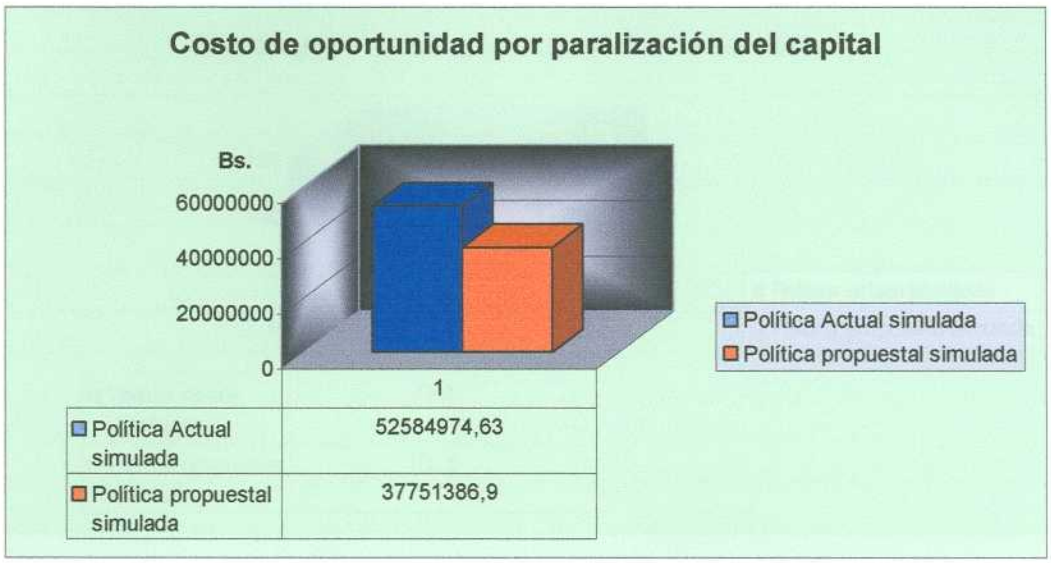
continuación se presenta una tabla resumen de los resultados obtenidos en cada uno de los escenarios.

Las tablas detalladas de los resultados obtenidos en de cada uno de los escenarios se puede encontrar en la sección de anexos (Anexo V).

	Secos			Costo de oportunidad (Bs.)		
Escenario	Política real simulada	Política prop. simulada	% diferencia	Política real simulada	Política prop. simulada	% diferencia
Escenario 1	73	101	38,36%	52230479,7	37574836,5	28,06%
Escenario 2	71	103	45,07%	52707268,17	37847298,84	28,19%
Escenario 3	75	104	38,67%	52133680,81	37490155,13	28,09%
Escenario 4	75	105	40,00%	52197296,71	37612826,07	27,94%
Escenario 5	71	101	42,25%	52814339,93	37812221,78	28,41%
Escenario 6	72	107	48,61%	52517064,78	37949903,39	27,74%
Escenario 7	73	99	35,62%	53059221	37981241,65	28,42%
Escenario 8	72	97	34,72%	53002110,36	37959093,31	28,38%
Escenario 9	74	100	35,14%	52380097,26	37677785,15	28,07%
Escenario 10	72	109	51,39%	52808187,57	37608507,15	28,78%

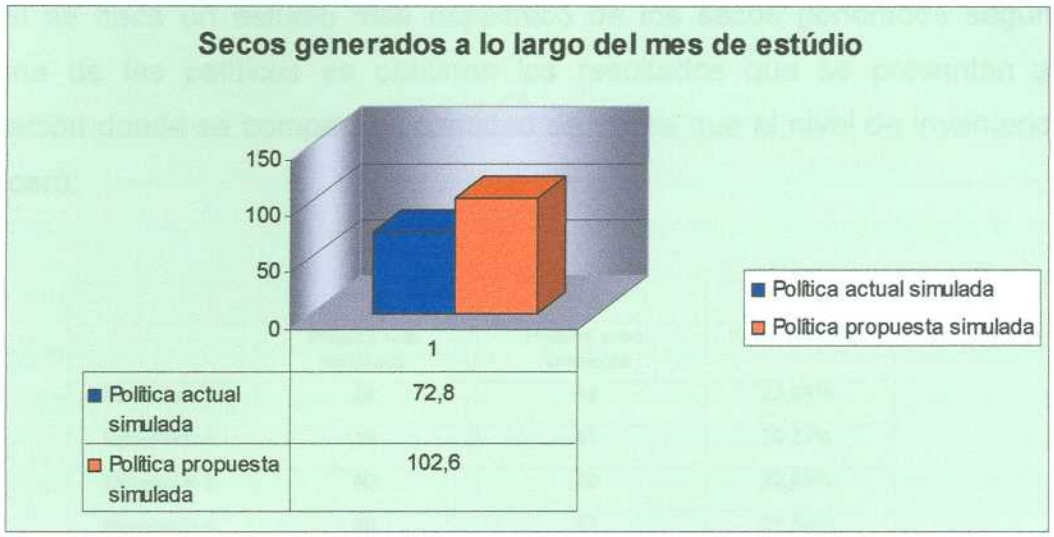
Tabla 4. Resultados de cada uno de los escenarios de la simulación

A partir de estos resultados se presentan los resultados obtenidos en concreto, mediante gráficas que muestra en promedio las situaciones generadas por el modelo, tanto en relación al aumento de los secos o "stockouts", como de los niveles de inventario en piso promedio, que a la final se transforman en costos de oportunidad. La estadística descriptiva de esta sección se puede visualizar en la sección de anexos (Anexo VII).



Gráfica 7. Costos de oportunidad anuales ocasionados por inventario

Según se aprecia en la gráfica la política calculada nos genera menor costo de oportunidad que la política actual, esto se debe a la disminución en la mayoría de los niveles de inventario originados en la simulación. Es importante destacar que como se observa en la gráfica que se presenta a continuación, este descenso en los niveles de inventario trae como consecuencia un aumento en la cantidad de secos originados a lo largo del período de estudio, por lo que hay que tomar en consideración este factor a la hora de decidir entre el nivel de inventario que se desea tener contra el número de secos que puede ser permisible.



Gráfica 8. Comparación de secos generados

Es de tomar en cuenta que los secos reportados no son necesariamente agotamiento del producto, simplemente son días de inventario inicial por debajo de un día, lo que no implica que se deje de vender producto ese día. Además también hay que tomar en cuenta que es inventario inicial, y que los camiones con la carga en tránsito llegan en el transcurso del día, por lo que no necesariamente en todas las ocasiones de "stockout", el inventario cierra de la misma manera, y se origina pérdidas de ventas.

Otro factor que puede afectar es la variabilidad de la demanda, pero los niveles de inventario están calculados tomando en cuenta la dispersión de este valor, por lo que en general esta inestabilidad debería ser absorbida por los niveles de inventario propuestos. Lo que puede ocurrir es que la dispersión de la demanda no se comporte como históricamente ha venido sucediendo, o que el proceso de realización de pronósticos este equivocado, y origine una mas alta dispersión de la variable antes mencionada.

Si se hace un estudio más específico de los secos generados según cada una de las políticas se obtienen los resultados que se presentan a continuación donde se compara la cantidad de veces que el nivel de inventario llegó a cero:

	Ocasiones de inventario 0		
	Política real simulada	Política prop. simulada	% de aumento
Escenario 1	39	48	23,08%
Escenario 2	39	51	30,77%
Escenario 3	40	49	22,50%
Escenario 4	40	51	27,50%
Escenario 5	39	49	25,64%
Escenario 6	39	53	35,90%
Escenario 7	39	50	28,21%
Escenario 8	39	47	20,51%
Escenario 9	40	48	20,00%
Escenario 10	40	53	32,50%

Tabla 5. Ocasiones en que el inventario llego a ser cero.

Tomando en cuenta la tabla 5 se puede afirmar que el número de veces que haya cero inventario en piso se va a incrementar en un 26,66%, que representa en promedio 10,5 ocasiones, y tomando en cuenta que la cantidad de SKU evaluados por el modelo que son 92, entonces el aumento en las ventas perdidas a lo largo del período de estudio es de 0,29%, que comparadas con el costo de oportunidad ahorrado según los niveles propuestos, que es de Bs. 14.833.587,73, que representa 21,57 % en del costo de oportunidad por la paralización del capital, hace considerable la aplicación del modelo. La estadística descriptiva de esta sección se puede vizualizar en la sección de anexos (Anexo VII).

VII.2.2 Análisis de los resultados según la clasificación ABC

Tomando en cuenta la clasificación ABC se puede determinar que el ahorro generado por los productos A se encuentra en promedio 23,18% mientras que en los productos B 35,34% y en los clasificados C 41,48%, según se muestra en la siguiente tabla:

	Ahorro según Clasificación ABC		
	A	B	C
Escenario 1	23,28%	35,28%	41,44%
Escenario 2	23,10%	35,56%	41,34%
Escenario 3	23,39%	35,02%	41,60%
Escenario 4	23,01%	34,92%	42,07%
Escenario 5	23,28%	35,37%	41,35%
Escenario 6	22,33%	35,16%	42,50%
Escenario 7	23,19%	35,58%	41,23%
Escenario 8	23,38%	35,24%	41,38%
Escenario 9	23,03%	35,24%	41,73%
Escenario 10	23,86%	36,02%	40,12%

Tabla 6. Porcentaje de ahorro según cada estrato de la clasificación ABC

La tasa más alta de ahorro se presenta en los productos clasificados como C, ya que estos productos de baja rotación eran tratados con niveles altos para absorber una demanda inesperada, cosa que es absorbida por los niveles calculados en este trabajo. A diferencia de los últimos los B y A, eran tratados con un nivel más bajo por su alto índice de rotación, lo que origina un medio y bajo ahorro respectivamente, como se muestra en el siguiente gráfico.

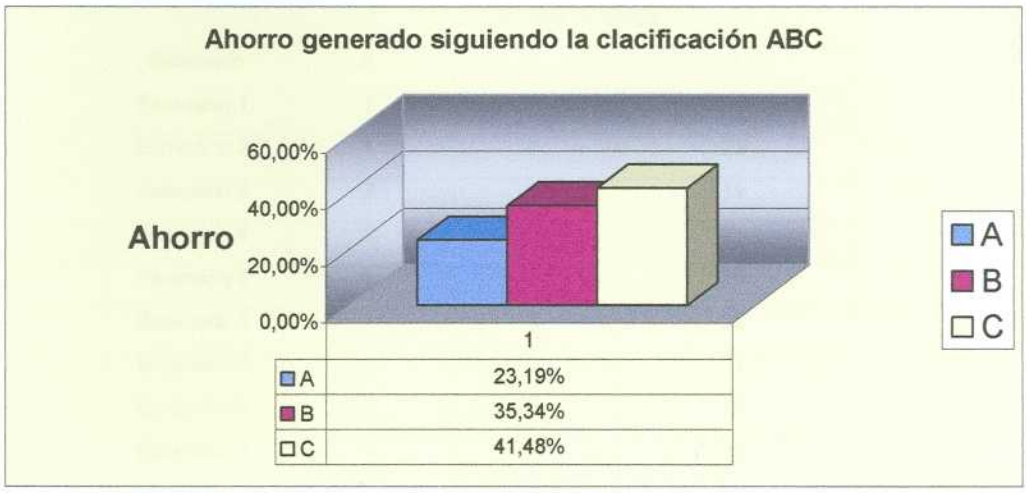


Gráfico 9. Ahorro generado según cada estrato de la clasificación ABC

Además de esto como se ha mencionado en varias ocaciones a lo largo de este trabajo, una reducción en el inventario, involucra tanto un ahorro en los costos de inventario, como también un aumento en la cantidad de secos o "stockout" originados, por lo que la decisión a tomar es cuanto de la venta se esta dispuesto a perder para ahorrar en inventario. A continuación se puede observar una tabla que muestra según cada escenario planteado el aumento en los secos según cada estrato de la clasificación ABC.

	Aumento de secos		
Escenario	A	B	C
Escenario 1	1	7	20
Escenario 2	1	8	23
Escenario 3	2	8	19
Escenario 4	2	7	21
Escenario 5	1	9	20
Escenario 6	1	8	26
Escenario 7	1	8	17
Escenario 8	1	7	17
Escenario 9	1	7	18
Escenario 10	1	8	28

Tabla 7. Aumento de secos para cada estrato de la clasificación ABC

Esta idea se puede comprender de una mejor manera si se observa el siguiente gráfico:

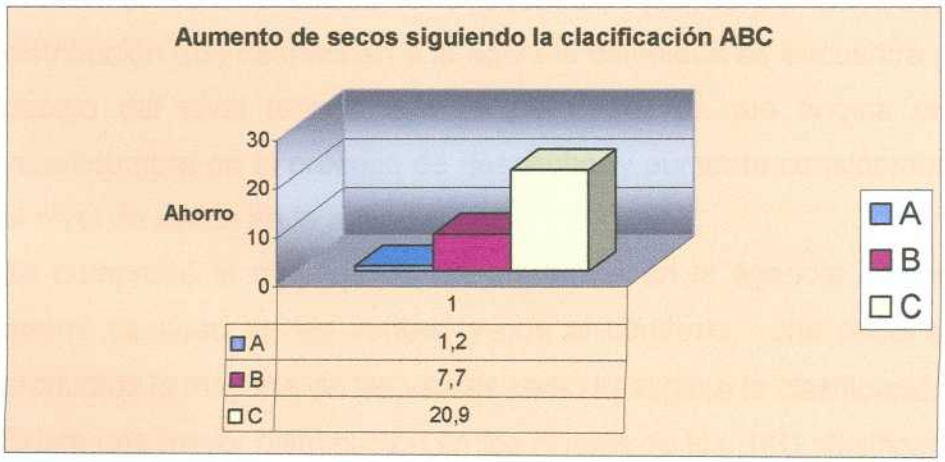


Gráfico 10. Aumento de secos para cada estrato de la clasificación ABC

VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

VIII.1 Conclusiones

1. Según los resultados ofrecidos por el modelo, se puede concluir, que es de considerar la aplicación de los niveles calculados, que, aunque origina un aumento en las ventas perdidas por falta de inventario, se genera un ahorro importante al disminuir dichos niveles.
2. El sistema ideal para este tipo de empresas es el referente a períodos fijos de revisión, debido a la alta rotación de los productos, y la alta variabilidad de la demanda, que se puede controlar mejor, al hacer la revisión en un período pequeño.
3. El modelo del cálculo de cuando y cuanto pedir (DRP), trabaja en base a los pronósticos, y al disminuir los niveles de inventario, juega un papel muy importante la precisión en la determinación de dicha variable.
4. El nivel de servicio actualmente presentado por las plantas o centros de distribución que despachan a la agencia estudiada se encuentra muy por debajo del nivel teórico que es de 75%, lo que origina una gran incertidumbre en el proceso de despacho, y aumenta considerablemente el nivel de secos en la agencia.
5. Se comprobó la mayoría de los productos en la agencia representa la menor cantidad en las ventas, y que al contrario, una minoría de los productos la mayoría de las ventas como lo sugiere la clasificación ABC.
6. Existe una mayor disminución en los niveles de los SKU clasificados C, o de baja rotación, lo que origina un ahorro significativo en lo que a costos de oportunidad corresponde, pero trae como consecuencia un alza en la cantidad de secos generados, a diferencia de los productos A, que el ahorro en menor, pero el aumento en la cantidad de secos generados es mínimo.

7. La magnitud del lote mínimo de pedido es una variable importante que considerar a la hora de evaluar los niveles de inventario, ya que si el pronóstico resulta ser muy bajo, el lote mínimo puede llegar a causar un alto nivel de inventario.

VIII.2 Recomendaciones

1. Se debería hacer una revisión y reorganización de la data almacenada, la empresa no lleva de una manera homogénea la historia.
2. Hay que preparar consultas en el sistema que devuelvan los datos de una manera que sea más sencilla, manejable y entendible para los experimentadores.
3. Disminuir el parámetro que actualmente se tiene fijado, que es el considerar como seco cuando el inventario en piso cierra por debajo de un día. Si se quiere una reducción en los niveles hay que tomar en cuenta que va a incrementar las situaciones en las que el inventario se acerca a cero.
4. Recalcular los lotes mínimos según el pronóstico, se esta enviando días de inventario de más a la agencia, por que el pronóstico difiere en una gran magnitud del los días que representa dicho lote en algunos SKU.

IX. BIBLIOGRAFÍA

- AVERILL M. Law, KELTON W., David. "*Simulation modeling and analysis*". McGraw–Hill. USA, 2000, 3º edition.

- BUFFA, Elwood S. "*Administración y dirección técnica de la producción*". Editorial LIMUSA-WILEY, S.A. México, 1968, 1ª edición.

- DÍAZ MATALOBOS, Angel. *"Gerencia de inventarios"*, Ediciones IESA. Caracas, 1999. 1ª edición.

- FOGARTY, BLAKSTONE, HOFFMANN. "*Administración de la producción e inventarios*"., Editorial Continental. México, 2001, 2ª edición.

- MONTGOMERY, Douglas C., RUNGER, George C. (1996). "*Probabilidad y Estadística aplicada a la ingeniería*". McGraw–Hill. México, 1996, 1ª edición.

- NAYLOR, BALINTFY, BURDICK, KONG CHU. "*Técnicas de simulación en computadoras*". Editorial LIMUSA. México, 1982, 1ª edición.

- www.expertmart.com

- www.ing.ula.ve/~hhoeger/simulacion/PARTE4.pdf.

- www.empresas-polar.com

GLOSARIO

SKU ("Stock Keeping Unit"): Término inglés utilizado para definir la unidad más detallada de almacenamiento. Es una identificación usualmente alfanumérica de un producto en particular que se utiliza para clasificarla fácilmente dentro del inventario.

DRP: DRP (Planeación de los Requerimientos de Distribución) es un sistema sincronizado de manejo de los inventarios en el canal de distribución, el cual se encarga de calcular cuanto y cuando hacer un pedido.

Macro: Una macro consiste en una serie de comandos y funciones que se almacenan en un módulo de Microsoft Visual Basic y que puede ejecutarse siempre que sea necesario realizar la tarea.

Seco o "Stockout": Término utilizado para la definición de un agotamiento en los niveles de inventario.