



Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales
Departamento de Ingeniería Industrial

TRABAJO DE DIPLOMA

*Título: Aplicación de un procedimiento para la gestión
de inventarios en el Mercado Punta Gorda,
Sucursal Caracol Cienfuegos*

Autor: Dane St.Christopher McKenzie

Tutores: Ing. Miguel Santana Justiz
Ing. Reinier Bello Suárez del Villar

Curso 2006-2007
"Año 49 de la Revolución"

Universidad de Cienfuegos

"Carlos Rafael Rodríguez. "

Hago constar que la presente investigación fue realizada en la Universidad de Cienfuegos como parte de la culminación de los estudios de Ing. Industrial. Autorizando que la misma sea utilizada por la institución para los fines que estime convenientes, por tanto de forma parcial como total y que además no podrá ser presentada en eventos ni publicada, sin la aprobación de la Universidad.

.....

Firma del autor

Los abajo firmantes certificamos que el trabajo ha sido revisado según acuerdo de la dirección de nuestro centro y el mismo cumple todos los requisitos que debe tener un trabajo de esta envergadura, referido a la temática señalada.

.....

Información Científico-Técnico
Nombre y Apellidos, Firma.

.....

Computación
Nombre(s), Apellidos y Firma.

.....

Firma del Tutor
Nombre, Apellidos y Firma.

.....

Firma del Tutor
Nombre, Apellidos y Firma.

Resumen

El presente trabajo fue realizado durante el segundo trimestre del año 2007, en la Gerencia Territorial Caracol Cienfuegos: mercado Punta Gorda. El objetivo principal del mismo fue el diseño del sistema de gestión de inventario de productos para la venta minorista, para la reducción de los costos de pedidos innecesarios, a partir de la elaboración de la política óptima atendiendo a los costos de operaciones de esta entidad y adaptándolo a las características particulares de la empresa en cuestión.

Como resultado se obtuvo la política de administración del inventario adecuada al servicio que satisface las necesidades, exigencias y preferencias de los clientes.

Finalmente se exponen una serie de conclusiones y recomendaciones teniendo en cuenta los resultados obtenidos.

Contenido

Resumen	3
Introducción.....	5
Capítulo No. 1: Marco teórico referencial.....	8
1.1. Los sistemas logísticos.....	8
1.2.1. El sistema logística. Algunos elementos preliminares.....	9
1.2. Análisis del Mercado	11
1.2.1. El proceso de Investigación de Mercado	11
1.3. Administración y Control de los Inventarios.....	15
1.3.1. Métodos de Aprovisionamientos y Modelos de Inventarios	17
1.3.2. Métodos de Diferenciación entre productos	23
1.3.3. Gestión Integrada de Inventarios	30
1.4. Conclusiones del Capítulo.....	32
Capítulo No. II: Procedimiento para la aplicación de los Modelos de Inventarios en el mercado Punta Gorda de la corporación Caracol S.A	33
2.1- Caracterización general de la Sucursal Caracol y el mercado Punta Gorda.....	33
2.1.1 Caracterización de la Sucursal Caracol Cienfuegos.	33
2.1.2 Caracterización del mercado Punta Gorda.....	36
2.2 Procedimiento para la administración de inventarios	36
2.2.1 Caracterizar el Inventario	39
2.2.2 Clasificar el Inventario	39
2.2.3 Estudiar la Demanda	39
2.2.4 Identificar el Modelo y aplicar paquetes de programas	41
2.2.5 Análisis de los Resultados	46
2.2.6 Verificación	47
2.2.7 Establecer políticas de manejo del inventario y de compras.	48
2.3. Conclusiones del Capítulo No. II.....	49
Capítulo No. 3 Aplicación del procedimiento para la gestión de inventarios del mercado Punta Gorda.....	50
3.1 Caracterización del Inventario.....	50
3.2 Clasificación del Inventario.....	51
3.2 Estudio de la Demanda	52
3.3 Determinación de los costos asociado a la administración de inventarios.	55
3.4 Identificación del Modelo Matemático y valoración de los resultados para el modelo aplicado.....	56
3.4.1 Panorámica sobre el programa WinQSB, modelos y sus requisitos.....	56
3.4.2. Resultados de los Modelos de Inventarios	58
3.5 Conclusiones del capítulo.....	66
Conclusiones.....	67
Recomendaciones.....	68
Bibliografía.....	69

Introducción

Lograr eficiencia y competitividad se ha convertido en los últimos años en una necesidad imperiosa de las empresas que se desenvuelven en un entorno cada vez más cambiante que indudablemente condiciona considerablemente su funcionamiento. El mayor o menor éxito que logren las empresas depende en gran medida de la forma adecuada o no en que se relacionan con el conjunto de elementos externos a la organización que se caracterizan por ser variables altamente dinámicas como: El comportamiento de los mercados, los costos, las innovaciones tecnológicas y aquellos aspectos sociales, culturales, políticos y legales. Se requiere por tanto aprender a interpretar las señales del entorno para poder establecer las estrategias mas adecuadas para adaptarse al mismo.

El entorno actual se caracteriza por la competencia, lo que contribuye a que las empresas que quieran mantenerse en el mercado desarrollen capacidades que le permitan introducirse, mantenerse y ampliarse en el mercado. Todas las empresas tanto productivas como de servicios desarrollan su actividad en un ambiente altamente competitivo.

¿Por qué unas empresas son más competitivas que otras? Mucho se ha escrito sobre este tema y no es nuestro objetivo abordar todo lo que autores reconocidos plantean sobre el mismo ¿Que puede destacarse al respecto? Que existe coincidencia por parte de los autores que han estudiado a las empresas de éxito en los factores que inciden en esos resultados. De ahí que éstos se han convertido en pautas a seguir por aquellas empresas que tengan como meta convertirse en empresas de éxito. ¿Qué se ha derivado además de todos estos estudios realizados? Que las formas clásicas de dirigir las empresas basadas en el análisis y optimización de cada una de las áreas funcionales van perdiendo vigencia a favor de enfoques de dirección sistémicos que tienden al logro de un funcionamiento satisfactorio del sistema a partir de un funcionamiento satisfactorio de todas sus partes en conjunto. Esto ha implicado que en los últimos años han ido surgiendo nuevos enfoques, con sus procedimientos y técnicas que constituyen nuevas formas de gestionar las empresas desde una perspectiva diferente a la tradicional. Es en este marco en el que cada vez con mas frecuencia se habla de la Logística.

El concepto fundamental de la logística esta referido a la gerencia de la cadena de abastecimiento. La visión empresarial de quienes participan en esta cadena es un flujo más rápido y que responda mejor, costando menos, en el recorrido productor- comerciantes tanto

mayoristas como minoristas. Una cadena sin interrupciones, en la cual la información además de ser fundamental en todo este proceso, fluye rápida y oportunamente a todas las partes involucradas vía al cliente final.

Es muy importante destacar que en la logística el tema referido a inventarios: la función de los inventarios en una compañía era desacoplar las diferentes operaciones: producción, inventario en planta, inventario en distribuidores, etc. Y que permita que cada una de estas pueda cumplir su cometido por un período determinado sin necesitar de la operación anterior. Sin embargo, el hecho de almacenar demasiado, cuesta y el agotamiento del producto también cuesta. En la primera situación se nos pueden presentar obsoletos, averías, envejecimiento y en general abarrotamiento. En el segundo caso, con los agotamientos, se presentan costos originados por la ruptura de stock. Pero los más graves son los costos ocultos generados por la pérdida de clientes, la próxima vez compran en donde si lo encontraron, y los generados por el dejar de ganar. ¿Cuándo comprar?, ¿Cuánto comprar?, ¿Para cuánto tiempo?, son respuestas necesarias y de manera optimizada que debemos conocer para un manejo adecuado de estos.

En este contexto, la gerencia territorial Caracol se enfrenta a un entorno competitivo que impone, diferenciación a partir de prestar servicio de venta minorista con la consabida reducción de costos prestando niveles aceptables de servicio, y establecer la política óptima de inventario puede garantizar esta condición de administración moderna, indispensable en la empresa cubana.

El **problema científico** detectado está dado porque en su estado actual, esta gerencia no cuenta con un sistema de gestión de inventario que le permita obtener la información necesaria para tomar decisiones de compra, atendiendo a la demanda y que contribuya a mantener buenos niveles de servicio de sus operaciones.

En ese sentido el **objetivo general** que persigue este trabajo es proponer el diseño de un sistema de gestión de inventario que garantice un buen nivel de servicio a menores costos y permita reducir los pedidos innecesarios, o sea, establecer una política de compras más acertada.

Para esta labor se desea comprobar que el diseño de un sistema de gestión de inventario, permitirá disminuir los pedidos innecesarios a costos mínimos, lo que se plantea como **hipótesis de la investigación**.

Se persigue conocer el estado del arte sobre la cadena de suministro asociada al tema del estudio de mercados y la administración de inventario. Obtener una caracterización de la gerencia territorial Caracol. Diseñar el sistema de gestión de inventario basado en la

literatura consultada, adecuado a las características y restricciones de Caracol. Y por último, validar el sistema de gestión de inventario.

De acuerdo a este propósito, se establecieron una serie de tareas encaminadas a revisar de forma crítica de la literatura sobre Logística, Modelación Económica Matemática. Describir las condiciones específicas de Caracol, que demuestre la necesidad de diseñar un sistema de gestión de inventario. Diseñar el sistema de gestión de inventario. Presentar los resultados obtenidos a los interesados.

Como resultado el trabajo quedó estructurado en tres capítulos:

Capítulo No 1: Consideraciones teóricas sobre la Investigación

En este capítulo se define, además, el proceso de investigación de mercado, “indispensable” para cualquier empresa cuyo objeto social sea el servicio de protección, así como, cada una de las etapas con una breve fundamentación teórica, así como, los diversos criterios sobre el tema de diversos autores.

A este se añade un epígrafe sobre la administración y control del inventario, en el que se resume los diferentes métodos, tanto deterministas como estocásticos, de empuje o tracción. Y se hace mención de la tendencia actual en el ámbito de la gestión de inventarios.

Capítulo No 2: Caracterización general de Caracol

Se dedica un capítulo a la descripción del objeto de estudio, dando una panorámica sobre su historia e Identidad Cultural, estructura y comportamiento de su mercado, llegándose hasta la descripción particular de la gerencia territorial en la cual se desarrolló el estudio.

Se realiza un análisis interno y externo, se toman medida de la satisfacción del cliente, para tener punto de partida para el diseño del sistema de gestión de inventarios.

Capítulo No 3: Modelo de Inventarios

Se analiza el estado actual del servicio, se ofrece una descripción de este mediante su representación gráfica y se propone una estructura organizativa de cómo debe realizarse el mismo. Para mejorar el desempeño del servicio y en un sentido más amplio, la calidad del mismo se propone una política de administración de inventario, sobre la base del modelo de revisión, previamente estudiado.

El trabajo finaliza con una serie de conclusiones y recomendaciones derivadas de la implementación del sistema de gestión de inventario.

Capítulo No. 1: Marco teórico referencial

El presente capítulo tiene como objetivo, analizar la información detectada sobre políticas administración de inventarios, en función de conformar un marco teórico referencial sobre el tema a tratar.

En el capítulo se comienza realizando un análisis sobre el enfoque logístico y el estudio del mercado, los principales métodos que se emplean para el mismo y el criterio de algunos autores sobre el tema. Por último, se consideran algunos elementos necesarios para la administración científica del inventario. Este estudio servirá de base para llegar a conclusiones sobre cómo debe aplicarse éste de forma más conveniente a las condiciones específicas de Caracol.

1.1. Los sistemas logísticos

Las formas clásicas de dirigir las empresas basadas en el análisis y optimización de cada una de las áreas funcionales van perdiendo vigencia a favor de enfoques de dirección sistémicos que tienden al logro de un funcionamiento satisfactorio del sistema a partir de un funcionamiento satisfactorio de todas sus partes en conjunto. Esto ha implicado que en los últimos años han ido surgiendo nuevos enfoques, con sus procedimientos y técnicas que constituyen nuevas formas de gestionar las empresas desde una perspectiva diferente a la tradicional. Es en este marco en el que cada vez con mas frecuencia se habla de la Logística.

Puede plantearse que la Logística se relaciona de una manera directa con todas las actividades inherentes a los procesos de aprovisionamiento, fabricación, almacenaje y distribución de los productos, esto es, la Logística está asociada al ciclo Abastecimiento-Producción-Distribución.

La Logística asociada a la actividad empresarial comienza a reconocerse en la década de los 60 asociada a la distribución física, esto es, enfocada al conjunto de actividades relacionadas con el movimiento de los productos terminados desde al final de su fabricación hasta el consumidor. La necesidad de las empresas de ser cada vez más competitivas y llevar un control cada vez mayor de sus costos ha impulsado grandemente el desarrollo de la

Logística, que empieza a tener una mayor significación a finales de la década de los 70 y que ha ido creciendo en los últimos 20 años.

El problema surge cuando la empresa se da cuenta de que además de unos costos directos muy controlados y provenientes del proceso productivo existen otros costos como el de adquisición de materias primas, materiales, partes, piezas, etc, el de conservación de los productos en inventarios, el de almacenamiento, transporte y distribución que cada vez van teniendo un mayor peso y que de no controlarse pueden llevar a la empresa a no obtener los resultados esperados, sobre todo en estos tiempos en el que, mantener el servicio al cliente, con un precio correcto, con la calidad requerida, asegurando los plazos de entrega convenidos, son factores importantes para el mantenimiento de la competitividad empresarial

1.2.1. El sistema logística. Algunos elementos preliminares

Definiciones de Logística existen muchas, incluso puede plantearse los autores han ido ajustando las mismas al propio desarrollo que ha tenido la logística en los últimos 40 años. Algunas de las misma se consideran en lo adelante.

“... La Logística es el *“proceso de planificar, implantar y controlar eficaz y eficientemente el flujo y almacenamiento de bienes, servicios y la información relacionada, desde el punto de origen al punto de consumo con el propósito de alcanzar los requerimientos de los clientes”*... según, Council of Logistics Management [5], 1992.

Coyle, Bardi, Langley[14], 1992 definen la logística como el proceso que abarca: El aseguramiento de la disponibilidad del producto, en la cantidad y calidad deseada, en el lugar correcto, en el tiempo preciso, para el cliente correcto, a un costo adecuado.

De los años 80 hasta el presente. Esta etapa se caracterizada por crisis económica e Incertidumbre en la economía, las que se reflejan en las actividades logísticas; creciente importancia de las operaciones a nivel multinacional, lo que influye en la forma de distribución de los productos y reconocimiento de la necesidad de gestionar la totalidad del proceso logístico.

Es a finales de los 90 que surge la era de la Logística integral, la cual puede interpretarse “como una forma de gestionar la empresa en un entorno altamente competitivo en la que los conceptos de oportunidad y rapidez en el suministro de los productos y el servicio y la

calidad total constituyen un complemento imprescindible a las clásicas variables de calidad del producto y precio competitivo que el mercado exige. La Logística Integral es, a largo plazo, el único camino para asegurar y mantener una competitividad continuada en el mercado". [5]

Tal como se desprende de las definiciones dadas anteriormente en Logística es fundamental el control del flujo considerando tanto el de mercancías y el de la información que lo genera a lo largo de la denominada cadena logística, lo cual se podría representar de la forma siguiente.

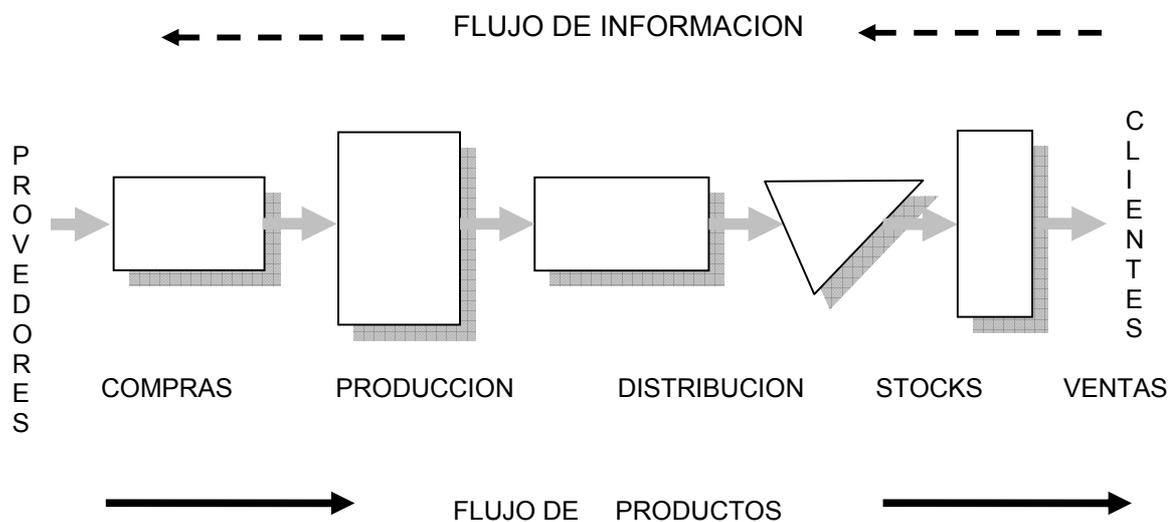


Figura No. 1.1 Cadena Logística

Como se puede apreciar, el flujo de productos va desde la fuente de aprovisionamiento (Proveedores), hasta los clientes, mientras que la información que genera el referido flujo material va en sentido contrario, o sea desde los clientes hasta la fuente de suministro.

A partir de estas consideraciones puede plantarse que determinados autores al considerar el conjunto de actividades de que se ocupa la Logística como sistema considera que las mismas se agrupan en tres subsistemas que denominan Logística del Aprovisionamiento, Logística de la Producción y Logística de la Distribución.

La Logística del aprovisionamiento se ocupa del proceso de adquisición y almacenamiento de productos que pueden ser materias primas, materiales, partes, piezas, etc, desde los proveedores hasta el comienzo del proceso productivo en empresas productivas. Debe

observarse que en empresas puramente comerciales también se presenta y con gran fuerza el aprovisionamiento, lo que en estos casos generalmente se trata de la adquisición de productos terminados que se utilizan para satisfacer las necesidades del cliente final.

La gestión del aprovisionamiento lleva implícito la toma de un conjunto de decisiones que deben contribuir al logro de un eficiente y eficaz funcionamiento del sistema logístico. Es precisamente el objetivo del presente trabajo presentar técnicas cuantitativas que permiten apoyar la toma de decisiones en algunas áreas de la gestión del aprovisionamiento, en particular en el área de compras, así como expresar lo que consideramos principales dificultades que en nuestra opinión impiden una mayor utilización de las mismas.

1.2. Análisis del Mercado

El estudio de mercado propiamente no está relacionado en forma directa con el tema de los inventarios asociados a los sistemas logísticos, sin embargo, propone toda una metodología para el estudio de la demanda, cuestión que si es de interés en esta investigación.

1.2.1. El proceso de Investigación de Mercado

El proceso de investigación de mercado se describe según propone Paul N. Hague [23] y debe contener los siguientes elementos:

- Análisis de la necesidad de investigación.
- Establecimiento de los objetivos de la investigación.
- Información necesaria para cubrir el objetivo.
- Método de investigación.
- Gestión del proyecto.
- A quien se ha de informar de la marcha del proyecto.
- Calendario.

Kinner y Taylor [36] también proponen una serie de pasos para realizar una investigación de mercados que no tienen discrepancias y tampoco grandes diferencias. Sólo se le añade a la propuesta de Paul N Hague, el factor tiempo mediante un calendario a cumplir.

Paso I Establecer la necesidad de información

Es un paso crítico en el proceso de investigación. La sabiduría con que se realice el paso inicial determina en gran medida el éxito o el fracaso del proyecto de investigación. Para que el proyecto de investigación proporcione la información adecuada para la toma de decisiones, debe definirse de manera precisa la necesidad de investigar la información. En consecuencia, el investigador juega un papel fundamental al asegurarse que verdaderamente se necesita la información y que el estudio suministrará información útil para la toma de decisiones.

Paso II Objetivos de Investigación

El investigador debe especificar los objetivos propuestos y desarrollar una lista de necesidades específicas de información. Los objetivos de la investigación responden a la razón por la que investiga. Los mismos ayudan a guiar el proyecto de investigación proporcionando dirección a la información específica que se recolectará y las interrogantes específicas que se desarrollarán. Las necesidades de información determinan la requerida para lograr los objetivos. Estas pueden verse como una lista detallada de objetivos de la investigación que deben presentarse por escrito y comunicarse al responsable de tomar las decisiones. Mientras más específica sea dicha presentación, menor será el riesgo de que la gerencia malinterprete el propósito del estudio y coincidirá más con la lista de necesidades de información.

Los responsables de tomar decisiones deben estar activamente involucrados en la formulación de los objetivos de la investigación y en la especificación de las necesidades de información.

Visualizar los resultados de la investigación: Suponiendo que la información se puede reunir es importante visualizar los hallazgos potenciales y considerar la utilidad de la información en la situación de decisión.

Desarrollar criterios de decisión: Una vez que se halla visualizado los resultados, coincidiendo tanto quien toma las decisiones, como el investigador, en que se ha completado las necesidades de información y que el análisis de los datos es el apropiado, se debe desarrollar criterios de decisión.

Tener claras las reglas de decisión antes de los resultados de la investigación, asegura que los objetivos de las organizaciones tienen prioridad ante los objetivos personales, y además, que estos se tendrán en cuenta en el análisis de datos y en las etapas de informes. La ausencia de dichos criterios puede conllevar a asignar el peso inapropiado a los hallazgos de la investigación

Costo y valor de la información: la evaluación de la mayoría de las actividades en una organización se enfoca sobre la base del costo-beneficio. Aunque es, más bien, fácil cuantificar los costos directamente asociados con el proyecto de investigación y muy difícil cuantificar los beneficios.

Paso III Diseño de la Investigación

La investigación de Mercado puede clasificarse en:

- Investigación exploratoria
- Investigación concluyente
- Investigación de monitoreo del desempeño (retroalimentación de rutina)

La etapa del proceso de toma de decisiones, en la cual se necesita la información, determina el tipo de investigación deseado.

Para el diseño de la muestra deben verse tres aspectos fundamentales. El primero relacionado con quién y qué se debe inducir en la muestra. Segundo, el método para seleccionar la muestra, estos métodos se pueden clasificar sobre la base de que involucren procedimientos probabilistas o no probabilistas. El tercer aspecto es el tamaño de la muestra. Un muestreo se utiliza con mucha frecuencia en la investigación de mercado ya que ofrece ventajas en comparación con la realización de un censo, expresadas en ahorro de recursos, tiempo.

La medición en mercadeo es un punto crítico de la investigación y de importancia decisiva. Es conocido que la mejor forma de entender una cosa es tratando de medirla. Que se quiera medir no significa que sea tarea fácil alcanzar medidas efectivas. El error de medición, con frecuencia, es mayor que el error muestral. Por tanto, entender el aspecto de la medición y el control para evitar el error es un punto crucial en el proceso de investigación de mercado. De esta forma, lo que determina la medición certera reside en las técnicas de medición, de

manera que aseguren el control del error de medición. Para garantizar el control se consideran tres elementos:

- Las especificaciones de las necesidades de información, deben reconocer el grado de dificultad de la obtención de medidas precisas.
- Deben reconocerse los procedimientos alternativos de medición para la obtención de la información.
- Debe evaluarse el costo de la medición en contraposición con su precisión.

Paso IV Recopilación de la información.

Existen diversas formas de recopilación de la información que pueden usarse según criterio del investigador.

Paso V Procesamiento de los datos

Este proceso incluye las actividades de edición y codificación. La edición involucra la revisión de los formatos de datos en términos de legibilidad, consistencia. La codificación involucra el establecimiento de categorías para las respuestas o grupos de estas, de manera que se puedan utilizar numerales para representar las categorías. En este punto los datos están listos para la tabulación manual o el para el análisis de los mismos mediante un programa computacional.

Paso VI Análisis de datos

Es importante que el análisis de datos sea consistente con los requisitos de las necesidades de información identificadas previamente en el **Paso II**. Generalmente se realiza utilizando paquetes de programas apropiados para el análisis de los datos, teniendo en cuenta que el objetivo fundamental aquí es suministrar información significativa para la toma de decisiones.

Paso VII Presentación de los resultados

La exposición de los resultados requiere de un lenguaje a tono con quien la recibe, es decir, claro y preciso, o sea, que las ideas sean expresadas en forma directa y con una sola dirección de interpretación haciendo uso de términos familiares a los lectores. En caso de

uso de términos técnicos, incorporar un glosario para su esclarecimiento. Debe ser objetivo y referirse a las necesidades de información.

Finalmente, tras haberse estudiado la metodología propuesta por Kinner y Taylor para realizar un estudio de mercado se puede considerar un procedimiento acertado para la realización de la investigación propósito de esta tesis.

1.3. Administración y Control de los Inventarios

La administración del inventario se puede considerar como una de las funciones administrativas más importantes, en virtud de que requieren una buena parte de capital y de que afecta la entrega de los bienes a los clientes. La administración tiene un fuerte impacto en todas las áreas de la empresa, particularmente en la de producción, mercadotecnia y finanzas.

Los inventarios permiten proporcionar un buen servicio al cliente. Lo cual es de vital interés para mercadotecnia. Las finanzas están enfocadas al manejo financiero global de la organización, incluyendo los fondos asignados para el inventario. Así como el área de producción requiere de inventarios para asegurar una producción homogénea y eficiente.

Existen objetivos de inventarios diferentes dentro de la empresa. La función financiera generalmente prefiere mantener los inventarios en un nivel bajo para conservar el capital, la mercadotecnia se inclina por tener niveles altos de inventarios para reforzar las ventas, entre tanto, la parte operativa desea inventarios adecuados para una producción eficiente y niveles de empleo homogéneos.

La administración del inventario debe equilibrar estos objetivos en conflicto y manejar los niveles de inventarios con base en los intereses de la empresa como un todo. Se puede definir el inventario según Schroeder, como **“... una cantidad almacenada de materiales que se utilizan para facilitar la producción o para satisfacer las demandas del consumidor. Por lo general, los inventarios incluyen materia prima, trabajo o productos en proceso y productos terminados.”** [55] Esta es una definición conservadora, existen otros autores como Tawfik [61], que lo definen como **“....un recurso ocioso de cualquier clase que tiene un valor económico potencial. Esta definición permite considerar equipo o trabajadores ociosos, pero se consideran todos los recursos ociosos distintos de los materiales, como es la capacidad.”**

Otro concepto de inventario es el que se identifica como el conjunto de artículos de que dispone una empresa para su venta más o menos inmediata.

Además, algunos autores comentan que los inventarios se pueden considerar como *una actividad de recursos materiales, con un valor económico potencial, retenida para facilitar la producción o los servicios o para satisfacer las demandas de los consumidores. Es el material o producto existente en algún punto del proceso de aprovisionamiento, transformación o distribución. Son todas las materias primas, productos en procesos o productos terminados que se encuentran en tránsito o almacenados para enlazar a suministradores y clientes. Es una interrupción en el flujo material que oculta problemas existentes en el mismo.*

Se definen además, por Aquilano [8] (1993), los sistemas de inventarios como *el conjunto de políticas y controles que supervisa los niveles de inventario y determina cuáles son los niveles que deben mantenerse, cuándo hay que reabastecer el inventario y de qué tamaño debe ser el inventario.*

Para que se comprenda mejor se puede hacer una analogía con un tanque de agua, donde el nivel de agua en el tanque corresponde al inventario. La cantidad de flujo que entra en el tanque, es análoga a la capacidad de oferta y la cantidad que sale corresponde a la cantidad de demanda. El inventario actúa como amortiguador entre la diferencia oferta y la demanda.

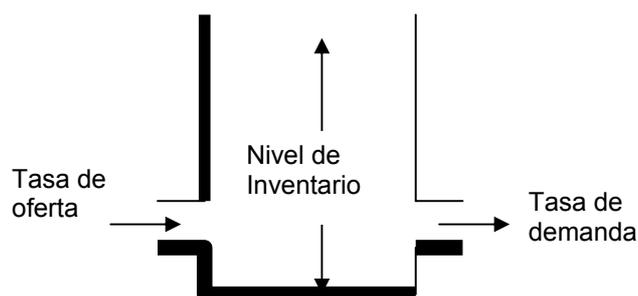


Figura No. 1.2 Analogía de un tanque de agua para el Inventario

El objetivo de los inventarios radica en lograr el equilibrio entre actividades que suelen operar a distinto ritmo tales como ventas y producción; producción y compras: distintas etapas del proceso productivo, posibilitando que cada una funcione con mayor independencia. El propósito primordial de los inventarios es desacoplar las distintas áreas de operaciones. El

inventario de materias primas, desconecta a un fabricante de sus vendedores; el inventario de producto en proceso desengrana las varias etapas de la manufactura una de otra y el inventario de productos terminados desacopla a un fabricantes de sus clientes.

Muchos inventarios incluyen numerosos artículos obsoletos o “de garantía” para los cuales hay poca demanda. También dan origen a una regla de decisión que especifica cuando colocar un pedido y que cantidad ordenar. Para estar seguro de que se está ordenando la cantidad correcta, se requiere un sistema de control de inventario, que debe llevar registros precisos, pedidos de emergencia cuando sean necesarios y dar seguimiento al flujo de materiales hacia y desde el inventario.

1.3.1. Métodos de Aprovisionamientos y Modelos de Inventarios

En el trabajo de inventarios, las decisiones de reordenar material se basan en las cantidades totales en existencia más las son objeto de una orden. Existen diferentes métodos para establecer el reaprovisionamiento del inventario.

El método de los períodos supone la demanda aleatoria y el reaprovisionamiento se produce al final de un período constante T . Este es un método cómodo de administrar por su automaticidad, pero presenta el inconveniente de ser costoso al presentar la posibilidad de ruptura. Según se muestra en la Figura 1.3, en el método de la relajación la cantidad a reaprovisionar es constante, pero el tiempo de hacer el reaprovisionamiento será cuando se llegue al stock de emergencia.

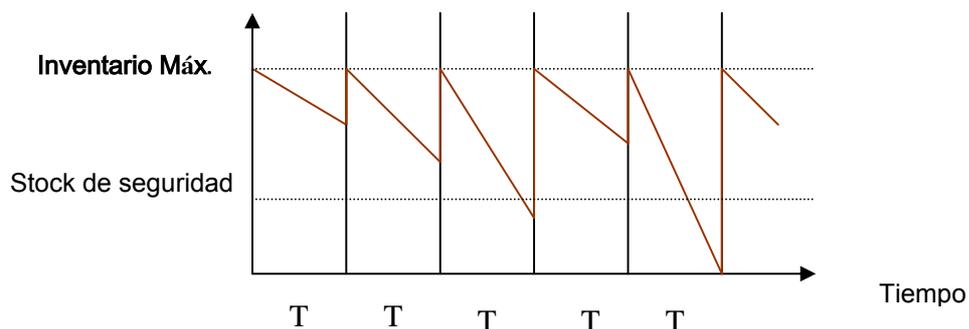


Figura No. 1.3 Método de los períodos

Existe un tercer método llamado Método del Nivel de reaprovisionamiento este consiste en emitir una cantidad constante cuando la existencia llegue a un valor crítico. Ilustrado en la Figura 1.4. El inventario cómodo pero costoso pues no siempre se garantiza la no ruptura.

También se han descrito diversos modelos de inventarios que sientan sus bases en el comportamiento de la demanda, que puede ser:

- Determinista, es decir, previsible con cierta precisión.
- Aleatoria, que puede presentarse de dos forma, estadísticamente estable o estadísticamente inestable.
- Desconocida.

Los modelos de inventarios van desde aquellos cuyo aparato matemático contiene simples modelos de cálculo de diferencias hasta complejos algoritmos y otros de programación matemática.

- Modelos Deterministas. Modelo del Lote Económico (EOQ)

Este modelo fue desarrollado por F. W. Harris [21] en 1915. Es un modelo de cantidad fija de reorden, y utiliza una política de revisión continua. Su objetivo es determinar la cantidad fija que se debe ordenar de cada vez y un punto de reorden que indique cuando se debe realizar el pedido, teniendo como criterio económico el de *minimizar el costo total del inventario*. El estudio y comprensión de este modelo, conocido como modelo EOQ por sus siglas en ingles, es importante ya que este modelo constituye el más ampliamente utilizado para el manejo del inventario con demanda independiente.

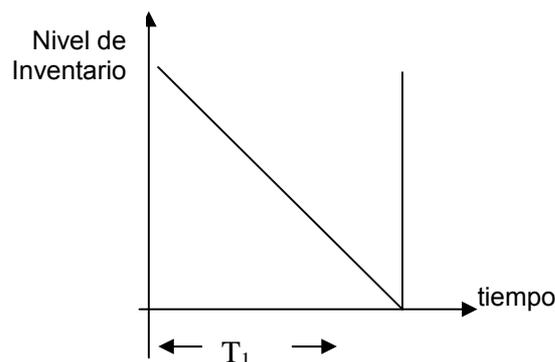


Figura No. 1.4 Modelo de lote económico

Si se extiende la figura se puede notar un perfecto patrón de “diente de sierra” debido a que la demanda es constante y los artículos son adquiridos en tamaños de lotes fijos. Al seleccionar un tamaño de lote, existe un sesgo entre la frecuencia de compra y el nivel de

inventarios. Lotes pequeños producen compras frecuentes pero un nivel bajo de inventarios. De otra manera, si se adquieren lotes grandes, la frecuencia de compra disminuye pero se llevará más inventario. Se busca la compensación entre frecuencia de compra y nivel de inventarios. Este análisis se puede apreciar mejor mediante una gráfica de Costo total Vs. Tamaño del Lote como se puede ver en la Figura 1.5.

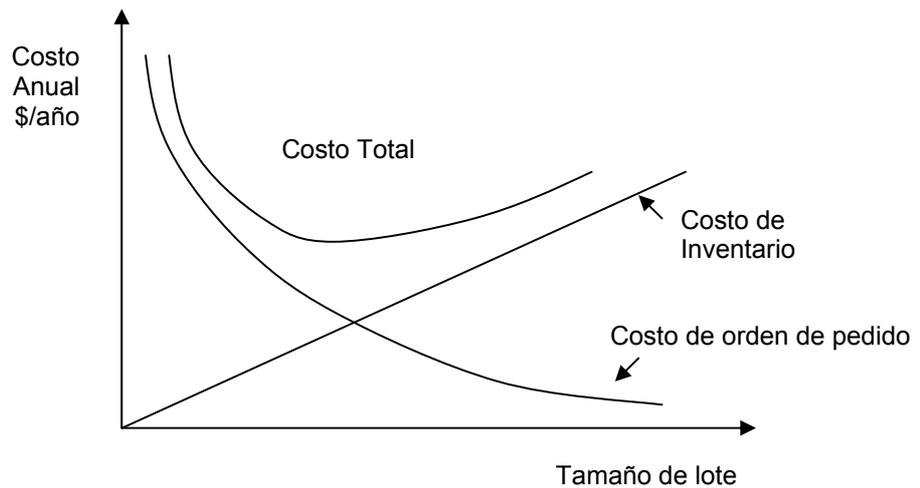


Figura No. 1.5 Costo total de Inventario en el modelo EOQ

En la que se presenta cada componente del costo total. Se puede apreciar que en la medida en que el tamaño de lote aumenta, la componente del costo de compra disminuye debido a que se colocan menos pedidos al año, sin embargo, la componente del costo de inventario aumenta porque se conserva más inventario promedio. Debido a esta oblicuidad se puede obtener un óptimo (mínimo) para la función de costo total, precisamente donde sus componentes se compensan, tanto que una aumenta y la otra disminuye en la medida que el tamaño de lote sea mayor. La idea fundamental que trasmite el modelo EOQ es que si se puede identificar la función de costo total, entonces se puede encontrar un tamaño económico de lote.

A pesar de que estos modelos se derivan de suposiciones bastante restrictivas, en la práctica, pueden ser una aproximación útil en la medida en que las suposiciones sean razonablemente precisas. Pueden servir como punto de partida para la administración de inventario, facilitando un conocimiento serio acerca del comportamiento económico de los inventarios.

- Modelos probabilistas de Inventario

Los modelos probabilistas de inventario responden a sistemas de inventario en los cuales la demanda es probabilística, y aunque se puede llegar a conocer la distribución de probabilidades para la demanda, ésta no es predecible para un día, una semana o un mes dado. En estos casos, al ser probabilista la demanda, siempre hay posibilidad de que existan faltantes. Ese riesgo, por supuesto se puede reducir con un inventario grande, pero nunca eliminarse. La tarea del administrador del inventario es entonces lograr un balance entre el riesgo de incurrir en faltantes y el costo que representa tener existencias adicionales.

El costo de faltante puede o no ser conocido. Cuando el costo se conoce se pueden determinar políticas óptimas. Cuando no se conoce entonces el administrador tiene que tomar una decisión subjetiva en cuanto al riesgo que está dispuesto a admitir. A continuación se presentan dos modelos con demanda probabilistas para el caso en que no se conoce el costo de faltante.

- Sistemas de revisión de inventario

Una distinción crucial en la administración de inventarios es si la demanda es independiente o dependiente. La demanda independiente está influenciada por las condiciones del mercado fuera del alcance del control de operaciones de la empresa.

La naturaleza de la demanda, por lo tanto, conduce a dos filosofías diferentes de administración de inventario. Estas filosofías, a su vez, generan diferentes conjuntos de modelos de reaprovisionamiento, métodos de inventarios y sistemas de programación para computadora.

Cuando la demanda se comporta de forma aleatoria los modelos antes mencionados no resultan efectivos debido a su concepción en condiciones ideales. En la búsqueda de modelos más flexibles, se tomó el modelo de lote económico, cambiándose el supuesto de la demanda dependiente por la demanda independiente y aceptándose todas las demás suposiciones. Dando lugar a dos sistemas: el sistema de revisión continua y el de revisión periódica.

En **un modelo de revisión continua con tiempos de entrega fijos**, la posición de las existencias se controla de manera continua, después de cada transacción. Se coloca la

orden, cuando la posición de la existencia llega al punto de orden predeterminado (o punto de reorden), por una cantidad fija Q , dado que esta cantidad es fija, el tiempo entre órdenes variará dependiendo de la naturaleza aleatoria de la demanda D . A este sistema se la denomina también sistema Q o sistema de cantidad fija.

El modelo que se analiza ahora es análogo al modelo de lote económico (de revisión continua) pero la demanda de los artículos es probabilística y existe un tiempo de entrega fijo de longitud λ antes de recibir la orden. La política es del tipo (s, S) , es decir, cuando el inventario baja a un nivel de reorden s , se coloca una orden para subir al nivel hasta S (se ordena una cantidad $Q = S - s$).

En este tipo de modelos es necesario considerar el nivel de inventario como la *posición del inventario*. Hillier [27] define la **posición del inventario** como la cantidad que se tiene más la cantidad ordenada. (34) Se supone que la demanda es una variable aleatoria continua D , que tiene función de densidad de probabilidad denotada por $F_x(x)$. Se supone también que la tasa media de demanda es igual a $a\lambda$, es decir, 1.1 $E(D) = a\lambda$

Donde, a : número de artículos solicitados por unidad de tiempo.

En la Figura 1.6 se puede ver como varía el nivel de inventario a través del tiempo. Obsérvese que este diagrama se puede ver como una serie de ciclos, en donde un ciclo comienza cuando se recibe la ordena y termina justo antes que llegue la orden siguiente.

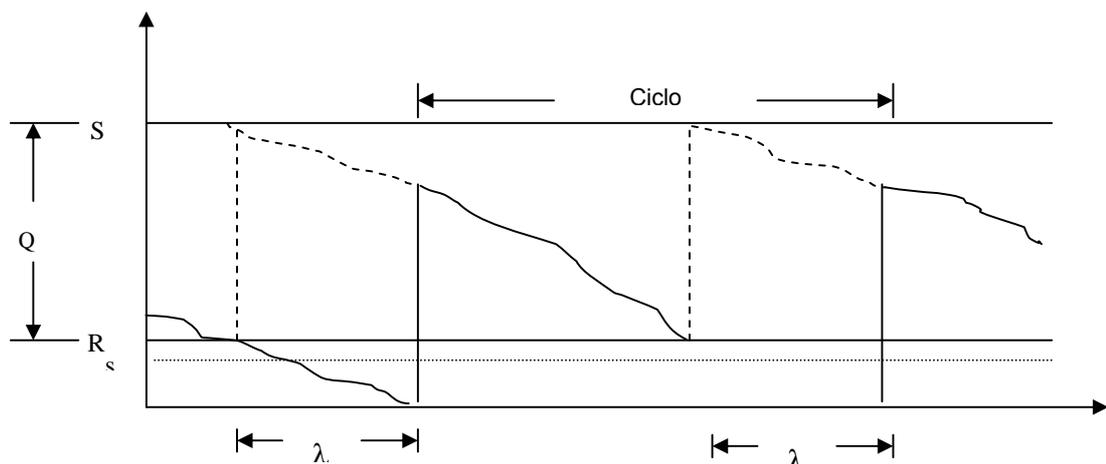


Figura No. 1.6 Diagrama del nivel de inventario como una función del tiempo

Los costos que se tomarán en cuenta son el costo de ordenar K , el costo de las unidades ordenadas $c \cdot Q$, (ambos cargados en el momento de hacer el pedido), un costo por mantener el inventario h y el costo p por cada unidad de demanda insatisfecha.

El problema está en determinar cuándo colocar una orden (encontrar el punto de reorden s) y determinar de qué tamaño debe ser la orden (encontrar la cantidad a ordenar Q) de manera que el costo total esperado por unidad de tiempo sea mínimo.

El costo total esperado por unidad de tiempo $C(Q,s)$ se compone de la suma de los siguientes conceptos: el costo esperado de ordenar por unidad de tiempo $E(OC)$, el costo esperado por mantener inventario $E(HC)$ y el costo esperado por faltantes por unidad de tiempo $E(SC)$, o sea,

$$1.8 \quad C(Q,s) = \frac{aK}{Q} + ac + h \left[\frac{Q}{2} + s - a\lambda \right] + \left(\frac{pa}{Q} \right) \int (x-a)F_d(x)dx$$

Como se obtienen dos variables de decisión (Q y s), los valores óptimos se encuentran minimizando $C(Q,s)$ con respecto a estas dos variables, derivando e igualando sus derivadas parciales a cero

Al resolver estas ecuaciones simultaneas se llega a

$$1.9 \quad Q^* = \sqrt{\left\{ \frac{2a \left[K + p \int_s^\infty (x - s^*) F_d(x) dx \right]}{h} \right\}}$$

y

$$1.10 \quad \int_s^\infty F_d(x)dx = \frac{hQ^*}{pa} \quad ^1$$

Desafortunadamente no es posible solucionar estas ecuaciones simultáneas y encontrar una expresión corta general para Q^* y s^* , por lo tanto valdría la pena contar con un procedimiento iterativo.

¹ Nótese que $\int_s^\infty F_d(x) \cdot dx = P(X \geq s)$ es la función de densidad acumulada donde la demanda supera el nivel de inventario, es decir, la probabilidad de que esto suceda.

1. Como paso inicial, sea p igual a cero y se obtiene el valor de Q de la ecuación I (que es exactamente la ecuación del modelo de lote económico).
2. Se despeja s en la ecuación II usando el valor que se encontró para Q en el paso 1.
3. Se utiliza el valor de s que se encontró en el paso 2 y se resuelve la ecuación I para obtener el nuevo valor de Q .
4. Se repiten 2 y 3 hasta que los valores sucesivos de Q y s sean suficientemente cercanos.

Se puede decir que es una aproximación razonable en la medida en que la demanda no sea demasiado incierta. El valor de s se puede basar en el costo de inexistencia o en la probabilidad de inexistencia.

Un término ampliamente usado en la administración de inventario es el nivel de servicio el cual es la probabilidad de que todos los pedidos sean satisfechos con material almacenado durante el tiempo de entrega del reabastecimiento de un ciclo de reorden. El porcentaje de inexistencia será igual a 100 menos el nivel de servicio. Cada definición de nivel de servicio que se dé, conllevará a un punto de reorden diferente. El punto de reorden se basa en una distribución de probabilidad de la demanda durante el tiempo de entrega.

1.3.2. Métodos de Diferenciación entre productos

La diferenciación de artículos se realiza solo para modelos con demanda independiente. Para este caso se pueden diferenciar por valor, por cantidad demandada, rotación y se utilizan varios métodos como el método ABC y las matrices BCG y de Impacto - riesgo.

En las empresas otro elemento de importancia, que constituye la base de los análisis en la administración de inventarios es la diferenciación de productos, o sea saber cuales son los más representativos, para ello puede aplicarse el método ABC, basado en el principio de Pareto. El criterio para la diferenciación puede ser el valor, la cantidad demandada, la rotación, y otros.

Con el método se determinan el 10 % de los productos que representan el 70 % del efecto, el 20 % de los que representan el 80 % y el 70 % de los que representan el 10 % del efecto.

Dentro de las desventajas que tiene este método está que permite clasificar los artículos solamente por un solo efecto y que la única forma de darle tratamiento es matemáticamente. En auxilio a estas desventajas existe un método que aparece en bibliografía (Santos, 1 998),

llamado matriz impacto-riesgo. Esta matriz trabaja con el impacto de los productos en el beneficio y el riesgo en el suministro, figura 1.7.

Impacto del beneficio	Alto	BASICO	ESTRATEGICO
	Bajo	NO CRITICO	CUELLO DE BOTELLA
		Bajo	Alto
		Riesgo en el suministro	

Figura No.1.7 Matriz Impacto-Riesgo.

El impacto en el beneficio está dado por el por ciento que representa el beneficio de un producto en el total. El riesgo está asociado a la confiabilidad del proveedor en cada producto y al tiempo de suministro de los mismos. Como muestra la matriz los productos se clasifican en: básicos, estratégicos, no críticos y cuellos de botella.

Para la empresa los más importantes resultan los estratégicos, que siendo los que reportan mayor beneficio tienen un alto riesgo en el suministro, por lo que vale la pena mantener de ellos un buen número en existencias, no así para los cuellos de botella, ya que, aunque presentan un alto riesgo de suministro, tienen un nivel bajo de impacto en el beneficio. La matriz de impacto-riesgo es un instrumento para la toma de decisiones.

Medidores del desempeño.

La gestión de administración de inventarios se mide por el indicador: nivel de servicio, que se traduce en la posibilidad de atender una demanda.

- El Método de Clasificación ABC

Una técnica cuantitativa bastante sencilla y ampliamente utilizada para realizar clasificaciones es el conocido método ABC, también llamado análisis ABC, análisis de Pareto o regla 20/80. El mismo se fundamenta en los resultados alcanzados por el economista italiano Wilfredo Pareto en 1897, tras realizar un estudio de la distribución de los ingresos, el cual arrojó como resultado que un gran porcentaje de los ingresos estaba concentrado en las manos de un pequeño porcentaje de la población. Este principio se conoce como la ley de Pareto, y establece que: "Hay unos pocos valores críticos y muchos insignificantes. Los recursos deben de concentrarse en los valores críticos y no en los insignificantes".

En 1951, el norteamericano H. F. Dickie, basándose en el principio de Pareto y en sus propias experiencias prácticas al estudiar los inventarios, presentó un método de clasificación conocida como ABC, que respondía al siguiente planteamiento general: "En cualquier clasificación de los inventarios una pequeña fracción expresada en términos de elementos representa una fracción mayoritaria en términos de efecto".[49]

El método ABC es un procedimiento que permite establecer una clasificación a partir de un determinado criterio o indicador base cuantificable, y como su nombre lo indica, lo hace en tres grupos denominados A-B-C. Este agrupamiento es convencional ya que pueden crearse más grupos, aunque en la práctica empresarial se prefieran éstos. Con el mismo se pueden establecer en el ámbito empresarial, clasificaciones de múltiples cosas para su posterior evaluación, como por ejemplo:

Clasificación	Criterios para clasificar:
Productos	Costo, beneficio, volumen de ventas, etc.
Proveedores	Volumen de compras, calidad, condiciones de pago, retrasos en los plazos de entrega, etc.
Inventarios	Demanda, costo, volumen de ventas, tipo de materiales, movimiento de los productos, características físicas, etc.
Clientes	Volumen de compras, forma y ciclo de pago

Al aplicarse el Método ABC se obtiene una curva de distribución logarítmica normal que representa la distribución estadística del efecto de los artículos agrupados a partir del criterio seleccionado, en tres zonas bien diferenciadas.

En la gestión de inventarios, la aplicación del método ABC resulta de gran utilidad y es muy utilizado, pues le permite a la organización diferenciar los artículos según su nivel de importancia, a fin de poder establecer estrategias diferenciadas que posibiliten una gestión eficiente.

Es un hecho comprobado empíricamente, que la mayor parte del valor invertido en inventario se concentra en un pequeño número de productos, y buena parte del importe de las compras se les retribuye a pocos proveedores. De modo que, aplicado a los inventarios, si se toma como referencia el indicador ventas, en términos de ABC, esto significaría que: el 80% de las ventas de una empresa son generadas por el 20% de sus productos; por consiguiente, si se refiere al aprovisionamiento de los productos en términos de costo de adquisición, se podrá inferir que, el 80% del valor del inventario, es

generado por el 20% de los productos que forman el inventario. De esta manera, el mayor control debe ejercerse sólo sobre el 20 % de los productos que forman el inventario.

En la figura se muestra un ejemplo del Método ABC aplicado a la clasificación de materiales.

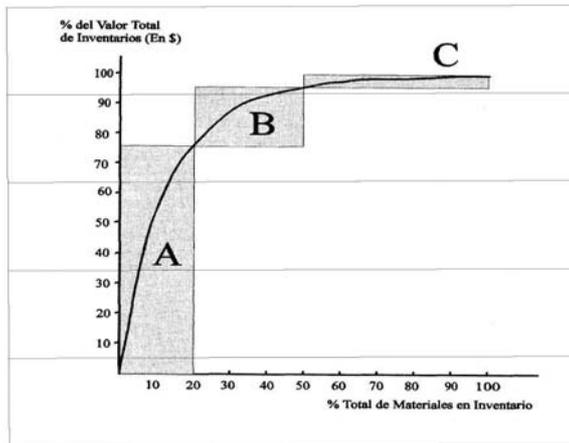


Figura No.1.8 Clasificación ABC de los Materiales

Como se puede apreciarse:

- Los materiales que se clasifican en el grupo A representan sólo el 20% de los materiales y el 75% del valor de inventario.
- Los materiales que se clasifican en el grupo B representan el 30% de los materiales en inventario y el 20% del valor de inventario.
- Los materiales que se clasifican en el grupo C representan el 50% de los materiales en inventario y solo el 5% del valor de inventario.

Los rangos en que se mueven los valores para establecer la agrupación de los productos no son rígidos. No en todas las organizaciones se cumple exactamente la relación 20-80, de ahí que la clasificación de los productos dependerá finalmente de la decisión de agrupación que adopte la organización, aunque en la literatura especializada se aceptan como valores para el grupo A: 20/80, para el grupo B: 30/15 y para el grupo C: 50/5.

El principio básico implícito en este método consiste en focalizar la atención sobre los productos más importantes con vistas a su gestión. Evidentemente los productos que pertenecen al grupo A, por su especial relevancia, requieren un tratamiento más riguroso, que los que corresponden al grupo C. Los del grupo A serian los más importantes, los del grupo B, serian medianamente importantes y los del grupo C serian los menos importantes.

La clasificación ABC sugiere que a mayor valor del inventario mayor será el control de los productos. En otras palabras:

- Para productos clasificados como A : Control máximo
- Para productos clasificados como B : Control medio
- Para productos clasificados como C : Control mínimo

De esta manera, el esfuerzo y el costo de la gestión serán proporcionales a la importancia del producto.

El análisis ABC permite establecer políticas para la Administración de Inventario. Los artículos que se encuentran en el grupo A son los que requieren mayor inversión de capital y un máximo de control. Los modelos de cantidad fija de reorden o de periodo fijo de reorden son en este caso los más utilizados, donde es importante determinar cuando y cuanto se debe ordenar son los más idóneos. No debe, sin embargo, olvidarse que los artículos de tipo A pueden tener un alto valor y bajos consumos o un valor menor y consumos altos.

Los artículos del tipo B son de una categoría intermedia. Muchos de estos se pueden manejar a través de un sistema de revisión periódica, o de un sistema Max-MIN. Los artículos del tipo C constituyen la proporción más grande pero a su vez representan el menor valor monetario. Estos son artículos de consumo que tienen una demanda poco frecuente o un costo unitario bajo. Las reglas de decisión para estos artículos deben ser de una gran simplicidad, pudiéndose fijar inventarios de seguridad altos.

Asociados a los artículos de acuerdo con el grupo en que quedan clasificados están los niveles de servicio que deben diferenciarse por la importancia estratégica del producto. En las políticas que se establezcan no se puede subestimar el buen juicio del especialista porque ***pueden existir artículos que aun estando en el grupo B ó C requieran de una atención diferenciada.***

- El método ABC Multicriterio

La clasificación que se establece mediante el método ABC, presupone el uso de un solo criterio o indicador base para establecer la clasificación, con lo cual resulta que, el criterio o indicador elegido, condiciona la importancia del producto. Sin embargo, cuando se habla de gestión de inventarios, no se puede focalizar el problema sólo en función de un solo indicador, pues existen un conjunto de factores, tanto de índole cuantitativo como cualitativo, que resultan de vital importancia para el buen desempeño de la organización.

En ocasiones existen productos en inventario que, a pesar de no representar en términos de valor invertido un producto importante para la organización, una gestión no adecuada de los mismos podría traer graves consecuencias, por lo que en términos de valor de uso representa. Por tanto, el método ABC utilizado hasta ahora, basado en un sólo criterio o indicador para clasificar los artículos objeto de inventario, no resuelve el problema en cuestión. De ahí, la necesidad de utilizar más de un criterio para realizar dicha clasificación.

Para solucionar este problema, la Dra. Maritza Ortiz Torres², a partir de la experiencia alcanzada en la solución de problemas de inventario en organizaciones cubanas, ha desarrollado un método de clasificación multicriterio, cuya aplicación ha sido realizada con resultados muy positivos en numerosas empresas.

El método ABC con enfoque multicriterio, desarrollado por esta autora consta de los siguientes pasos:

Paso 1: Determinar los factores que medirán el grado de importancia de cada producto.

La autora, a partir de sus experiencias prácticas, considera que los factores de mayor interés son los siguientes:

1. Valor del producto en inventario
2. Importancia del producto para la organización por su valor de uso.
3. Riesgo de robos y obsolescencia.
4. Riesgo en el suministro, referido a escasez del producto en el mercado o dificultad para adquirirlo.
5. Tiempo de entrega del suministrador, referido al tiempo que demora éste en abastecer el producto una vez que recibe la solicitud

Paso 2: Evaluar para cada producto j, el impacto que cada factor tiene en el desempeño de la organización.

Para la evaluación del impacto de cada uno de estos factores se utiliza una escala de 1 a 3, de la siguiente forma:

Alto Impacto: 3 Impacto Medio: 2 Bajo Impacto: 1

La evaluación se realiza de la forma siguiente: Factor 1: Valor del producto en inventario:

² Ortiz Torres, Maritza: Procedimiento para la gestión de inventarios con demanda independiente en empresas comerciales y de servicios. Tesis Doctoral. Facultad de Economía. Universidad de la Habana. 2004.

Se aplica el método ABC clásico, utilizando como indicador base el valor del producto en inventario. El impacto de este factor se evalúa de la siguiente manera:

Productos clasificados como:	Impacto	Evaluación
A	Alto	3
B	Medio	2
C	Bajo	1

Los Factores 2-Importancia del producto por su valor de uso, 3-Riesgo de robos y obsolescencia y 4-Riesgo en el suministro, son fundamentalmente, de índole cualitativa, por lo que la evaluación se realizará según el criterio de expertos de la organización. No obstante, los principales aspectos a tener en cuenta para la evaluación de cada uno, se relacionan a continuación:

2. Importancia por su valor de uso. Para evaluar este factor, entre otros, se deben considerar los siguientes aspectos: si existen en el mercado productos sustitutivos, la estabilidad con que es demandado el producto y las consecuencias que traería para la organización no disponer del mismo en un momento determinado.

3. Riesgo de robos y obsolescencia. Con relación al riesgo de robo, al evaluarlo, debe considerarse si el producto potencialmente puede satisfacer una necesidad fuera de la organización, y dada las características de mismo puede ser susceptible a ser robado. Con respecto a la obsolescencia, está claro que se refiere, a aquellos productos, que pueden caducar en una fecha determinada o que tecnológicamente se puedan volver obsoletos.

4. Riesgo en el suministro. El riesgo en el suministro, se refiere a la estabilidad de la oferta de un determinado producto, es decir, si la oferta para un determinado producto es estable, el producto no posee riesgo, en cambio cuando se dificulta su adquisición en el mercado, entonces si debe considerarse que existe riesgo en el suministro.

El Factor 5: Tiempo de entrega del suministrador se evaluará de acuerdo a las siguientes consideraciones:

Consideraciones:	Impacto	Evaluación
Si es un valor conocido y constante.	Bajo	1
Si es un valor como promedio conocido o se mueve en un rango de valores conocidos.	Medio	2
Si es un valor desconocido o con mucha fluctuación	Alto	3

Paso 3: Clasificación de los productos en los grupos A, B y C en función de los Factores considerados:

Para ello se requiere determinar los rangos de evaluación que permitan clasificar los productos. Se utilizará para ello el siguiente procedimiento:

Sea X_{ij} : Evaluación otorgada al factor i en el producto j

Para cada producto j , se calculará la evaluación total, resultante de la suma de cada una de las evaluaciones obtenidas para cada factor, denotada por ET_j

$$ET_j = \sum_{i=1}^5 X_{ij} \quad j: 1, \dots, n$$

Donde n indica el número de productos en inventario.

Para clasificar los productos se establecen los siguientes rangos:

Rango					Clasificación del producto
Para	d	E	comprendidos	1 y 15	Grupo A
Para	d	E	comprendidos	7 y 10	Grupo B
Para	d	E	comprendidos	6 y 5	Grupo C

Los rangos de valores para cada grupo se establecieron a partir de la determinación de todas las combinaciones posibles. Vale señalar que estos rangos garantizan que, si al menos, un factor es evaluado de alto impacto en un producto, aunque el resto sea evaluado de bajo impacto el producto nunca clasificará dentro del grupo C, que es precisamente el grupo que una vez diseñadas las estrategias de gestión de inventarios requerirá menos esfuerzo.

1.3.3. Gestión Integrada de Inventarios

Hasta ahora las técnicas de planificación de los inventarios que se han descrito corresponden a la tipología "clásica", en la que se considera implícitamente que la demanda causante en último término de los stocks es una demanda independiente o no programada. Se procederá a describir las técnicas de reaprovisionamiento cuando la demanda es de tipo programado, técnicas que se apoyan en procedimientos MRP o DRP.

a) Técnicas de MRP y DRP: Métodos de Brown y Martin

Las técnicas de planificación de recursos para la distribución "MRP" y "DRP", tienen por objeto optimizar dentro del sistema logístico de las empresas las relaciones entre el subsistema de distribución física (incluyendo transporte y almacenamiento), y el subsistema de producción. [19]

En consecuencia el DRP debe determinar con criterios óptimos los siguientes aspectos de la logística:

- Las necesidades de reposición de mercancía en los diversos puntos de interrupción del flujo de materiales (fábrica y almacenes) de acuerdo con los condicionantes de base preestablecidos (lotes de producción, plazo de reposición, punto de pedido, etc.
- Las necesidades de recursos asociados a la distribución física (medios de transporte, capacidad de almacenamiento, etc.) de tal forma que se asegure la calidad de servicio preestablecida y el mejor grado de utilización de los medios disponibles.

Dicho de otra manera, la técnica DRP consiste en lo siguiente:

- Un sistema (evidentemente informático), de evaluación de las necesidades de reposición de materiales en los puntos de distribución, coordinado con otro sistema específico de control de producción e inventarios (tal como el MRP u otros).
- Que sirve de enlace entre la demanda externa de productos por los clientes y los suministros proporcionados por el plan maestro de producción (MPS).

Existen diversos procedimientos y paquetes de DRP en el mercado, comercializados generalmente por sus autores o empresas de consultoría. A nivel de planteamientos teóricos generales, existen dos principales metodologías de "Distribution resources planning":

El método de Brown: según el cual, la demanda en los puntos de distribución determina las necesidades brutas de mercancía a obtener con cargo a producción y las necesidades de medios de transporte.

El método de Martin: Según el cual, los puntos de distribución se satisfacen sobre la base de lotes programados a obtener con cargo a producción, que también determina las necesidades de medios de transportes.

E incluso, en términos más generales es más utilizada la gestión de la cadena de suministro.

1.4. Conclusiones del Capítulo

1. Los nuevos paradigmas de gestión empresarial, entre ellos, el enfoque de la cadena logística propone una visión sistémica apuntando al resultado final: la satisfacción del cliente.
2. La investigación de mercados que permite el conocimiento de las necesidades reales y potenciales del cliente, de ahí la aparición de empresas especializadas en venta minorista cada vez más competitivas.
3. De la aparición de dichas empresas, se deriva la necesidad de diseñar políticas de administración científicamente argumentada del inventario para garantizar niveles altos de servicio, a costos óptimos.

Todas las decisiones, tanto de servicio al cliente, como de administración de inventario tiene que hacerse sobre la base del análisis costo- beneficio.

Capítulo No. II: Procedimiento para la aplicación de los Modelos de Inventarios en el mercado Punta Gorda de la corporación Caracol S.A

2.1- Caracterización general de la Sucursal Caracol y el mercado Punta Gorda

2.1.1 Caracterización de la Sucursal Caracol Cienfuegos.

Caracol es una Corporación cubana, con varios años de creada, se conoce como Grupo Empresarial Comercial Caracol S.A, con una Dirección Central en la Capital y Sucursales Territoriales que abarcan todo el país. Las Sucursales responden al interés comercial y económico de un territorio.

De esta manera surge la Sucursal Caracol Cienfuegos cuyo objeto social es la realización de actividades comerciales tanto mayorista y minorista y de servicios, entre las que se pueden relacionar las siguientes:

1. Operar y desarrollar redes de tiendas, en locales propios o arrendados, tanto en Cuba como en el extranjero en asociaciones, franquicias u otras modalidades, para la venta minorista de mercancías incluyendo la oferta de otros servicios comerciales y de actividades promocionales.
2. Prestar servicios de gastronomía ligera y bar, complementaría a la actividad en tiendas especializadas.
3. Prestar servicios de peluquería, complementaria a la actividad comercial en tiendas especializadas.
4. Ofrecer servicios de aplicación de productos cosméticos, de tratamiento facial y del cabello que se comercializan en la entidad, en divisas, en las entidades que expresamente se autoricen.
5. Ofrecer servicios de atelier a clientes que lo requieran en las tiendas de confecciones de ropa.
6. Operar almacenes y comercializar de forma mayorista a las entidades que integran su sistema mercancías importadas, adquiridas y en consignación.
7. Comercializar de forma mayorista productos de nulo o lento movimiento, en moneda nacional.
8. Prestar servicios de fotografía y video en general en pesos cubanos convertibles a través de las unidades PHOTOCLUB, así como efectuar la venta minorista de aparatos de fotografía y video, sus accesorios e insumo.

9. Comercializar de forma minorista flores naturales y artificiales, adornos florales en general, plantas ornamentales, semillas, souvenir, adornos y regalos, brindar servicios de floristería en taller, así como actividades comerciales de licorera y bombonera a través de las unidades FLORIARTE, incluyendo servicios de entrega a domicilio y de entregas en plaza de envíos internacionales.

Atendiendo a este objeto social la organización define su **Misión** de la siguiente forma:

Satisfacer en el territorio de Cienfuegos las necesidades de productos que se ofertan en la red mayorista y minorista así como servicios tecnológicos y productivos con alta calidad basados en la aplicación de tecnología de avanzada y una eficaz y eficiente utilización de los Recursos Humanos y Materiales.

Tiene definida como **Visión** futura: *Ser líder del mercado en divisa en el territorio de Cienfuegos.*

Los principales proveedores son: Suchel-Camacho, Suchel-Tropical, Suchel Debon, Suchel-Lever, Empresa del Calzado, Cubaelectrónica, Copextel, Cupet y Distribuidora CIMEX.

La Sucursal tiene como clientes fundamental a toda la población con nivel adquisitivo en divisas. Sus principales competidores son las restantes cadenas de tiendas de recaudación de divisas, sobre todo TRD y Cubalse, y las cadenas que venden en moneda nacional a precios diferenciados.

El Proceso de compra luego de las últimas transformaciones, le han dado facultades a la Sucursal para establecer relaciones contractuales con entidades nacionales, ya sean de compra-venta, consignación, arrendamiento de espacios, prestación de servicios, etc.; y autonomía financiera necesaria para enfrentar los compromisos de pago contraídos. Esta posibilidad de administrar sus finanzas, es uno de los aspectos que más autonomía le otorga, y a su vez mayor responsabilidad económica y social. Además, facilita el desempeño de la Sucursal en el cumplimiento de su objeto social.

La Sucursal ha instrumentado un programa de compras de acuerdo a su cartera de productos y proveedores. La programación comienza teniendo en cuenta el Plan de Ventas de cada periodo y las tiendas según la Tipología y el módulo de productos definido para cada una de ellas.

La Sucursal creó un Comité de Compras, órgano asesor presidido por el Director General, que además de aprobar las propuestas de compras de forma colegiada, hace evaluaciones de negocios, aprueba licitaciones, analiza pliegos de concurrencia y evalúa productos. Es muy peligroso que tales decisiones sean tomadas unipersonalmente y no de forma participativa a

partir de un riguroso análisis, lo que entre otras cosas, disminuye el riesgo de hechos de corrupción.

En el caso de los proveedores nacionales, ahora la Sucursal firma contratos para la adquisición de mercancías bajo modalidad de compra-venta, consignación u otra que sea factible. No obstante, pueden existir proveedores nacionales con los cuales la Sucursal posea relaciones comerciales a través de contratos que se firman centralmente por la Grupo Empresarial Comercial Caracol S.A.

El Proceso de distribución, este proceso de la Sucursal programa y controla el abastecimiento, transportación, almacenamiento, entre otros.

Con la introducción del nuevo concepto de *“Almacenaje Mínimo y Distribución Directa a Tiendas”*, la Sucursal logra que:

- Toda propuesta que llegue al Comité de Compras tenga implícita su distribución a tiendas.
- El Almacén recibe los productos con un destino prefijado, o sea todo lo que se recibe posee distribución a tienda, excepto los productos de alta rotación.
- El proceso de distribución de las mercancías sea directivo, haciendo stock sólo de aquellos productos cuya velocidad de rotación es superior al ciclo de reaprovisionamiento.
- El proceso de abastecimiento tenga que ser proactivo, es decir, el aprovisionamiento a tiendas no puede ser, como concepto, el fruto de pedidos de mercancías sino de programas de abastecimientos previamente definidos.

Como consecuencia de lo anterior, el Programa de Compras, que obedece al presupuesto de cada tienda de acuerdo a su tipología, se ha constituido en el Programa de Distribución.

Todo este proceso de organización de los abastecimientos ahora está en correspondencia con la rotación que se establece para los inventarios por subcuentas en el año.

Las compras centralizadas que son enviadas de la Distribuidora Nacional de Caracol, llegan a la Sucursal según el ciclo de transportación acordado.

El Proceso de venta, consiste en la venta de la mercancía a los clientes. Participan en él, los Director de UEB, jefes de brigadas y dependientes cajeros de tiendas turísticas.

La principal transformación en el proceso de venta está dada por la especialización de las tiendas, la cual cambia radicalmente su estructura de venta y conlleva a un mayor conocimiento, por parte de los trabajadores que participan en este proceso del producto que venden, sus atributos, estándares de calidad, exigencias del cliente, indicadores comerciales de

rotación, entre otros. La Especialización de las tiendas está permitiendo concentrar el enfoque de la Sucursal hacia actividades bien definidas.

El proceso de especialización de las tiendas se rige sobre la base del documento “Caracterización del Producto Caracol” emanado del Acuerdo 096/00 del Consejo de Dirección de la Grupo Empresarial Comercial Caracol S.A., con fecha en vigor a partir del 10 de julio del 2001. Este documento define las Tipologías de Tiendas y sus tecnologías de operación, y a partir del mismo, la Sucursal ha rediseñado sus tiendas.

A partir de las tipologías de tiendas definidas la Sucursal tiene la libertad y responsabilidad de decidir el tipo de tienda que operará, para lo cual se asesora del Comité de Compras con la participación activa de los trabajadores de las tiendas objeto de análisis destinados a evaluar cuatro aspectos claves:

1. Estudio del mercado potencial y la competencia.
2. Posibilidades de controlar y evaluar económicamente la actividad.
3. Posibilidad de abastecimiento.
4. Disponibilidad de financiamiento para acometer las necesarias remodelaciones.

Las clasificaciones o tipologías responden a dos grandes grupos:

1. Tiendas Especializadas
2. Tiendas Turísticas Mixtas.

2.1.2 Caracterización del mercado Punta Gorda

La Sucursal dispone en estos momentos, dentro de las instalaciones minoristas, de 21 Tiendas (ver Anexo No. 1), una de ellas, de tipo especializada, es el mercado Punta Gorda que genera importantes ingresos. Sus productos fundamentales incluyen alimentos, golosinas y postres, Bebidas, licores y cervezas y productos enlatados. Se debe subrayar que aproximadamente el 50% de las mercancías que vende es de producción nacional.

2.2 Procedimiento para la administración de inventarios

En la vida moderna se imponen las nuevas tecnologías, la mayoría, difíciles de introducir en el cambiante entorno empresarial cubano, por diversos factores, en este caso se puede mencionar los sistemas MPR, DRP CRM e incluso la reciente filosofía del “Just-in-Time” japonés o el Balanced Score Card. Estos últimos permiten coordinar los procesos de la empresa en busca de flexibilidad y agilidad basado en el control en sentido general, lo que conduce a reducir los

niveles de inventarios, mediante el uso en algunos casos, de sofisticada tecnología y constante I+D para la mejora de procedimientos productivos con altísima automatización.

En este caso se considera que es necesario el aprendizaje de tecnología básica para sentar las bases de la innovación tecnológica que provoca la revolución del pensamiento empresarial y es por esto que se continúan estudiando en la literatura especializada, y se aplican los modelos matemáticos que permiten la administración de inventarios al menos como punto de partida para lograr eficiencia en la gestión empresarial.

Al caracterizar los inventarios en una empresa se deben tener en cuenta dos aspectos esenciales:

- Cómo se almacena la información para poder administrar.
- El tipo de empresa sobre la cual se quiere hacer el estudio.

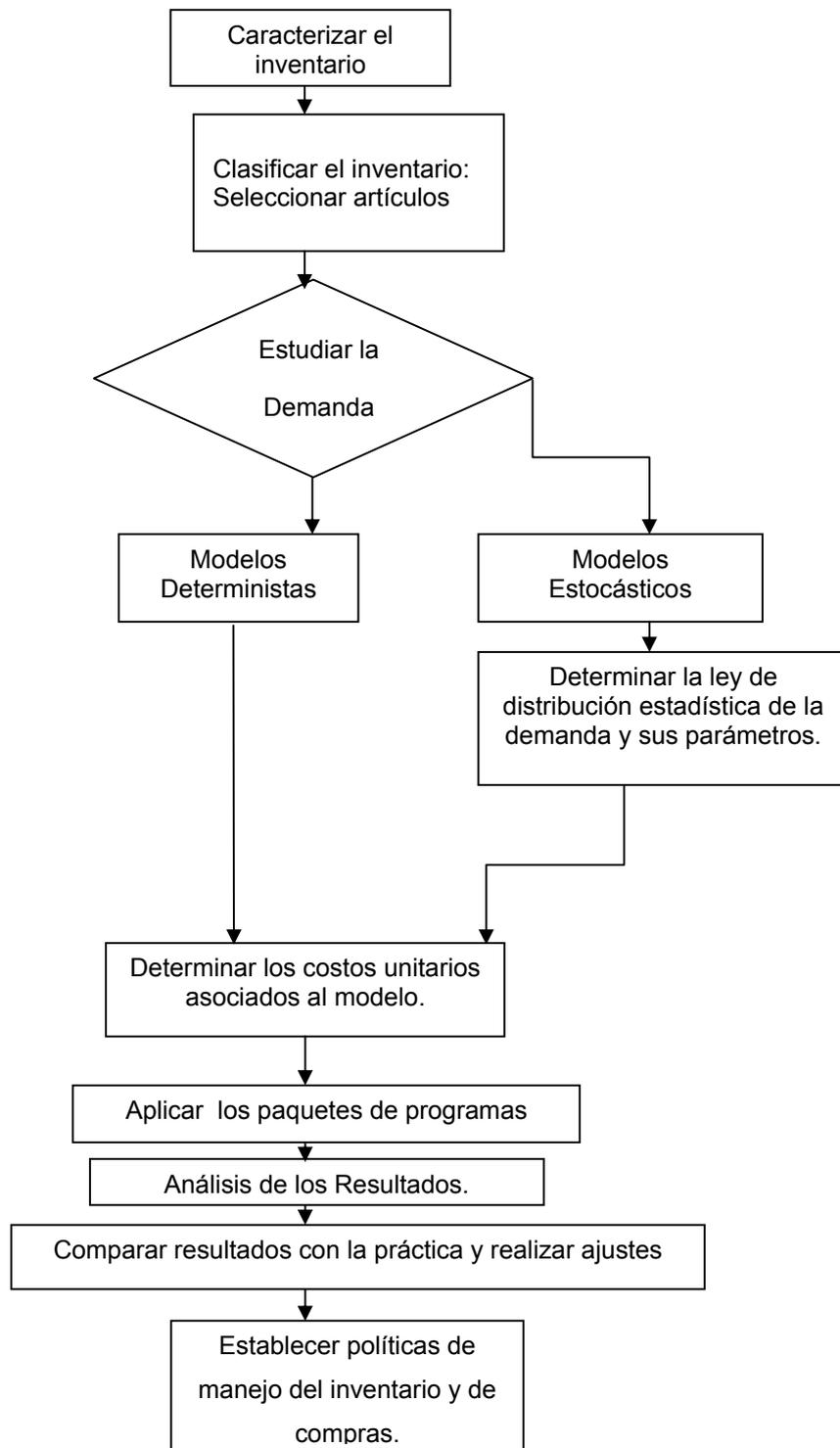
Para las empresas comerciales la administración de los inventarios es un elemento medular en la dirección empresarial. En estas, la administración adecuada del capital de trabajo garantiza resultados óptimos. Predecir en forma acertada el comportamiento de la demanda constituye el principal desafío del comerciante. Se trata especialmente de coordinar clientes-stock-compras-proveedores; de forma tal que, se intenta predecir la demanda, hacer la compra en las mejores condiciones y verificar el acierto en la predicción. Así, cuando se trate de artículos para los cuales no existen conocimientos previos, el acierto estará necesariamente vinculado a la capacidad empírica del empresario al estimar la cantidad de dinero que se podría inmovilizar o perder en el evento de no acertar, sin que la empresa sufra impacto en su liquidez.

La conformación de un procedimiento constituye el elemento homogenizador en el trabajo sobre la administración y particularmente del inventario, constituye además, un aspecto simplificador para que cualquier grupo de trabajo aplique la administración científica.

Se propone el uso de una metodología definida por algunos autores [21,13] que coinciden en aspectos que se describen brevemente en los siguientes epígrafes de este capítulo, a través de los siguientes pasos:

1. Caracterizar el inventario.
2. Clasificar el inventario: Seleccionar artículos.
3. Estudiar la demanda.
4. Identificar el modelo. Aplicar Paquetes de Programas.
5. Analizar los resultados.
6. Comparar resultados con la práctica y realizar ajustes adecuados.
7. Establecer políticas de manejo del inventario y de compras.

En el diagrama siguiente se ilustra la secuencia del proceso que debe seguirse para la aplicación de los modelos matemáticos al estudio de los inventarios en la empresa lo cual servirá de guía para su aplicación y la toma de decisiones por parte de la administración.



2.2.1 Caracterizar el Inventario

Al caracterizar un inventario en una empresa se deben tener en cuenta de forma general el tipo de empresa que se estudia, así como la forma de gestionar la información. En función del tipo de empresa, sus objetivos finales se tendrán que estudiar los tipos de inventarios que ella trabaja, éstos pueden ser:

- Para Empresas Industriales: inventarios de productos terminados, de productos en proceso, de materias primas y de piezas de repuestos.
- Para Empresas Comerciales: inventarios para la venta demandados por los usuarios.
- Para Empresas Agropecuarias: inventarios producciones finales con una estadía muy pequeña en almacenes, inventarios de materias primas, semillas, fertilizantes, piezas de repuestos.

2.2.2 Clasificar el Inventario

La clasificación de los productos es de una importancia extrema para la administración de inventarios en una empresa. Los métodos más utilizados en la clasificación son: el ABC que ubica los productos en función de su cantidad y su costo en el almacén, la Ingeniería de Producto basada en la clasificación de los productos en cuadrantes en función de su popularidad y la contribución a las ventas, y por último, la técnica de la Matriz Impacto-Riesgo, el impacto lo da el beneficio que aporta el producto y el riesgo es el asociado al suministro del producto.

En función de las técnicas que se elijan se clasificarán finalmente los productos más importantes y esenciales en el proceso de producción de la empresa y que para la administración sea imprescindible su seguimiento y la toma de decisiones sobre los mismos.

2.2.3 Estudiar la Demanda

El estudio de la demanda en los procesos de inventarios es un primer paso necesario y de extrema importancia, dado que en función de ésta se trabajará con Modelos Deterministas o Probabilistas de Inventarios.

El procedimiento para la determinación de la hipótesis de demanda constante o probabilística es necesario, y para ello es imprescindible el estudio de la demanda del producto durante un período de tiempo razonable que proporcione resultados significativos sobre la misma.

Sean las demandas observadas de un producto en estudio las siguientes:

d_1, d_2, \dots, d_n $i = 1, n$ (períodos de tiempo).

Pasos para la decisión sobre el carácter de la demanda:

1. Calcular la demanda promedio por períodos \bar{d} mediante:

$$\bar{d} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n d_i$$

2. Calcular la varianza estimada por período mediante:

$$Est \text{ var } D = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n d_i^2 - \bar{d}^2$$

3. Calcular la variabilidad relativa de la demanda o coeficiente de la variabilidad de la demanda VC

$$VC = \frac{Est \text{ var } D}{\bar{d}^2}$$

4. Decidir el tipo de inventario a utilizar:

Si $VC > 0,2$ aplicar los modelos probabilistas, en caso contrario aplicar modelos deterministas.

El segundo paso sería en caso de demanda probabilística determinar la ley de distribución estadística determinada, en la vida real las leyes de distribución más utilizadas son: la Ley de Distribución Normal, la Ley de Distribución Exponencial, la Ley de Distribución Poisson y la Ley de Distribución Uniforme.

o Distribución Normal:

Es una ley límite, pues algunas leyes de probabilidad pueden ser aproximadas, bajo ciertas condiciones, por una ley normal.

Definición: una variable aleatoria X que sigue una distribución normal, tiene una función de densidad probabilística dada por la expresión

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} \quad \forall x \in R$$

donde μ y σ son los parámetros de esta ley.

o Distribución Exponencial:

Esta es utilizada generalmente en estudios relacionados con el tiempo.

Definición: Una variable aleatoria X que sigue una distribución exponencial, tiene una función de densidad probabilística dada por la expresión:

$$f(x) = \begin{cases} \theta e^{-\theta x} & \text{para } x \geq 0 \\ 0 & \text{para otros valores} \end{cases}$$

donde θ es un parámetro siempre positivo.

o Distribución de Poisson:

Definición: Una variable aleatoria X que sigue una distribución Poisson, tiene una función de densidad probabilística dada por la expresión:

$$p(x) = \begin{cases} \lambda^x e^{-\lambda} & \text{para } x = 0,1,2,\dots \\ 0 & \text{para otros valores} \end{cases}$$

donde λ es el parámetro de la distribución o valor promedio.

o Distribución Uniforme:

Se utiliza en demandas que siempre se mantienen en un intervalo [a, b].

Definición: Una variable aleatoria X sigue una distribución uniforme si una función de densidad probabilística está dada por la expresión:

$$f(x) = \begin{cases} \frac{1}{b-a} & \text{para } a \leq x \leq b \\ 0 & \text{para otros valores} \end{cases}$$

Estos cálculos generalmente se hacen utilizando el paquete de programas SPSS-PC.

2.2.4 Identificar el Modelo y aplicar paquetes de programas

- **Modelos Deterministas:** $VC \leq 0.2$

Modelo EOQ (Economical Order Quantity) o Modelo de Cantidad Económica del Pedido tiene las siguientes características en el período de Tiempo T que se estudie:

1. La demanda D sea **determinista** y se presente a frecuencia o velocidad constante. Se cuenta con una cantidad p de unidades que se compran o producen en el período.
2. Para cualquier pedido que se haga (tamaño q unidades) se incurre en un costo de pedido y organización K.
3. El tiempo de entrega L (Lead Time) para cada pedido es cero.
4. No se permite la escasez.
5. El costo unitario por período de mantener una existencia es h.

Se denomina ciclo a cualquier intervalo de tiempo que comienza con la llegada de un pedido y que termina en el instante inmediato anterior de hacer el siguiente pedido.

La cantidad óptima a pedir es $q^* = \left(\frac{2KD}{h}\right)^{\frac{1}{2}}$ en unidades del producto.

El costo total anual del inventario es

$$TC(q) = \frac{KD}{q} + pD + \frac{hq}{2}$$

donde:

$\frac{KD}{q}$: costo de orden al año

pD : costo de compra al año

$\frac{hq}{2}$: costo de almacenamiento al año

q^* Minimiza el costo total anual

Si el tiempo de entrega es distinto de cero, debemos considerar el punto de reorden que no es más que “el nivel de inventario al que se hace un pedido” Cuando la demanda durante el tiempo de entrega no es mayor que la cantidad económica de pedido EOQ, el punto de reorden se tiene cuando el nivel de inventario es igual a LD. Entonces el pedido llegará L unidades de tiempo después y al llegar ese pedido, el nivel de existencias será igual a cero.

El modelo EOQ cuando no existe déficit permite determinar valores óptimos para el tamaño del lote y calcula el tiempo óptimo para hacer un nuevo pedido de manera que se minimicen los costos asociados a estas operaciones. Sin embargo, la premisa de demanda determinista acorta significativamente su aplicabilidad a la práctica. Por otra parte, resulta extremadamente complejo calcular el costo unitario de almacenamiento de cada artículo en el almacén, así como el costo por ordenar, es decir, hacer la orden, gastos administrativos, etc., por lo que sólo puede establecerse una estimación para tales efectos.

Modelos de cantidad económica de pedido con déficit.

En muchos casos de la vida real no se cumple con la demanda a tiempo y se presenta déficit. Supongamos que en este caso, la demanda se acumula y puede satisfacerse en pedidos posteriores, así como que el tiempo de entrega es cero. Sea s el costo por la falta de una unidad durante un año, entonces:

q^* : Cantidad óptima de pedido.

M^* : Nivel máximo de inventario bajo una política óptima de pedidos.

$q^* - M^*$: Escasez máxima que se presenta bajo una política óptima de pedidos.

$$q^* = \left(\frac{2KD(h+s)}{hs} \right)^{1/2}$$

$$TC(q, M) = \frac{KD}{q} + pD + \frac{M^2 h}{2q} + \frac{(q-M)^2 s}{2q}$$

$$\frac{M^2 h}{2q} : \text{costo de almacenamiento al año}$$

$$\frac{(q-M)^2}{2q} : (\text{déficit})$$

El modelo EOQ con déficit contempla la posibilidad de que la demanda no se satisfaga a tiempo, en cuyo caso se incurre en un costo unitario por faltante o déficit y aunque en la práctica resulta muy difícil este en los modelos deterministas, se ofrece una solución al problema en el caso de los modelos probabilísticos como se verá más adelante.

- **Modelos Probabilísticos:** $VC > 0.2$

Si la Demanda es probabilística y se cumplen los supuestos en cada caso pueden aplicarse los siguientes modelos de inventarios:

- Modelos de Decisión de Período Único.
- Modelos de Revisión Continua. (r, q) ó (s, S) .
- Modelos de Revisión Periódica.

Modelos de Decisión de Período Único.

En estos casos la decisión se toma sólo una vez (el vendedor de periódicos), por eso se llama modelo de decisión de período único.

Las empresas se presentan con frecuencia a problemas en los que:

1. La empresa decide cuántas unidades pedir: Sea q el número de unidades pedidas.
2. Con una probabilidad $p(d)$, se tiene una demanda de d unidades. Sea $d \geq 0$ entero y D la variable aleatoria que representa la demanda.
3. Dependiendo de d y de q se incurre en un costo $c(d, q)$ por faltantes o por excedentes.

C_o : Costo unitario de comprar demasiado: costo de sobreabastecimiento.

C_u : Costo unitario de tener faltantes (costo de subabastecimiento).

Debemos determinar el valor óptimo de q para el cual el costo del inventario sea mínimo.

Caso 1: $d \leq q$. La probabilidad de que se tenga este caso es $P(D \leq q)$ donde D es la variable aleatoria de la demanda y es menor que la existencia, hay excedentes.

Caso 2: $d > q$. La probabilidad de que se tenga en este caso $P(D > q)$ es la de que existan déficit, la demanda es superior a la existencia.

Luego el valor de q^* se obtiene por la fórmula:

$$\frac{C_u}{C_o + C_u} \leq P(d \leq q^*) \leq \frac{C_u}{C_o + C_u}$$

Para la variable continua podemos determinar un número q^* para el cual la expresión anterior sea válida cumpliéndose estrictamente la igualdad.

Según esta ecuación, vemos que lo óptimo es pedir unidades hasta el punto en el que la última que se pida tenga una probabilidad $\frac{C_u}{C_o + C_u}$ de venderse.

Modelos de Revisión Continua (r,q) y (s,S) :

Una política de revisión continua es aquella en la que se pide una cantidad q siempre que el nivel de inventario alcanza el punto de reorden r y se llama, con frecuencia, política (r,q) .

En ocasiones este modelo puede no dar una política que minimice el costo anual esperado y entonces se utiliza la política (s,S) . Para llevarla a cabo, colocamos un pedido siempre que el nivel de inventario sea menor o igual a s . El tamaño del pedido es suficiente para elevar el nivel de inventario a S .

Ambos modelos se emplean cuando el tiempo de entrega es distinto de cero y la demanda es aleatoria en cualquier período.

K : costo de pedido.

h : costo de almacenamiento/unidad/año.

L : tiempo de entrega para cada orden que se supone se conoce con certeza.

q : cantidad pedida cada vez que se hace un pedido.

D : variable aleatoria, se supone continua y que representa la demanda anual con promedio $E(D)$, varianza $\text{var } D$ y desviación estándar τ_D .

C_B : costo incurrido por cada unidad faltante, el cual no depende del tiempo que se tarda en reponer los faltantes.

OHI (t) : existencias o inventario a la mano en el tiempo t.

Sea X: variable aleatoria que representa la demanda durante el tiempo de entrega.

entonces el punto de reorden r^* y la cantidad pedida q^* para el caso de pedidos atrasados son:

$$q^* = \left(\frac{2kE(D)}{h} \right)^{\frac{1}{2}} \quad y \quad P(X \geq r^*) = \frac{hq^*}{c_B E(D)}$$

Modelos de Revisión Periódica o Modelos (R,S)

La política (R,S) funciona así:

Cada R unidades de tiempo revisamos el nivel de inventario a la mano o disponible y hacemos un pedido para llevar el nivel de inventario hasta S. Se denomina nivel de inventario en pedido a la suma del inventario a la mano y el inventario en pedido.

Supongamos que el intervalo de revisión es R. El asunto es determinar S tal que minimice los costos anuales esperados.

Se supone además que todas las carencias se acumulan y que la demanda es variable aleatoria continua cuya distribución no cambia en el tiempo. Supongamos, además que el precio de compra por unidad es constante.

R: tiempo, en unidades de tiempo, entre revisiones.

D: demanda, aleatoria, durante un período. (Generalmente de un año).

E(D): demanda promedio durante un período de un año.

K: costo de colocación de un pedido.

J: costo de revisión del nivel de inventario.

h: costo de mantener un artículo de inventario durante un año.

C_B : costo por unidad de escasez en el caso acumulado, que se supone independiente del tiempo que pasa hasta cuando se ejecuta el pedido.

L: tiempo de entrega para cada pedido Se supone constante.

D_{L+R} : demanda, aleatoria, durante un intervalo de tiempo de longitud L+R.

E(D_{L+R}): promedio de D_{L+R} .

$\sigma_{D_{L+R}}$: desviación estándar de D_{L+R} .

Dado un valor de R podemos ahora determinar uno de S que minimice los costos anuales esperados.

Como se llevan a cabo $\frac{1}{R}$ revisiones por año, los costos anuales de revisión son $\frac{J}{R}$.

El costo de pedido en el período es $K\left(\frac{1}{R}\right) = \frac{K}{R}$

Si $I(t)$ es el nivel del inventario en el período de tiempo t , entonces:

Valor esperado de $I(t)$ durante un ciclo = $S - E(D_{L+R}) + \frac{E(D)R}{2}$ Así,

Costo anual esperado de almacenamiento = $h\left[S - E(D_{L+R}) + \frac{E(D)R}{2} \right]$

Luego se usa el análisis marginal para determinar el valor de S que minimice la suma de los costos anuales esperados de almacenamiento y escasez.

El valor de S que hace mínima la suma de costos anuales esperados de almacenamiento y

escasez está dado por: $P(D_{L+R} \geq S) = \frac{Rh}{Rh + C_{LS}}$

Todos estos modelos se encuentran disponibles en programas tales como el QSB , WinQsb y STORM.

2.2.5 Análisis de los Resultados

El paso de los análisis de los resultados tiene su particular importancia y sus dificultades en cuanto a la verificación y validación de los resultados.

La validación no es un proceso aislado; sino una parte de la metodología de la cual se deriva la solución de los problemas de inventarios, en él se incluye la verificación de que los resultados son los correctos.

Se realiza sobre la base de poder asegurar que el modelo proporciona una buena descripción del sistema real, es decir, una representación aproximada de la realidad. Se deben validar desde el punto de vista conceptual los supuestos sobre los componentes del sistema, o sea, las propuestas importantes sobre las que se construyó el modelo.

Deben revisarse las suposiciones realizadas sobre las variables que se emplearon, cuáles son más importantes y cómo se relacionan entre sí, así como cuáles reglas de decisión fueron

aplicadas en la introducción, por ejemplo, de valores estimados para algunas de ellas y si existe correspondencia con la realidad.

El proceso puede ir acompañado o complementarse con el empleo de métodos cualitativos como el método Delphi, el cual está basado en la utilización sistemática e iterativa de juicios de opinión de un grupo de expertos, que pueden ser especialistas de la propia empresa, evitando en lo posible que existan influencias de opinión de unos sobre otros. Pueden formularse varias rondas de preguntas, se analizan las respuestas, se identifican las áreas en que están de acuerdo y las que difieren y así sucesivamente hasta que se estabilizan las respuestas.

2.2.6 Verificación

Esta etapa tiene que ver con la construcción propiamente dicha del modelo. Se deben comparar las ecuaciones y relaciones empleadas en el modelo con los datos reales, Esencialmente se responden las preguntas:

¿Es correcto el modelo empleado?

¿Los datos y parámetros de entrada y la estructura lógica del modelo están correctamente representados?

Por último, se deben comprobar los resultados de las tablas de salida contra la salida del modelo real.

En esta etapa resulta de particular importancia asegurarse si se cumple con los objetivos para los que fue implementado, es decir, si satisface las necesidades previas, lo que puede concretarse en un análisis de post - optimalidad de la solución.

Si en alguna de las etapas ocurren cambios que invalidan el modelo, entonces debe procederse a su reformulación, que puede ser:

- Analizar nuevamente el problema que se estudia.
- Reconstrucción del modelo.
- Aplicar nuevamente los métodos de solución.

Comparar los resultados en la práctica y realizar ajustes adecuados.

La comparación de los resultados en la práctica es un paso que se da para poder comprobar si el modelo y sus resultados son factibles y asequibles de llevarlos a las condiciones reales de la empresa, significa despojarse de toda modelación matemática y comprobar los resultados teóricos del modelo con los resultados históricos de la empresa. Aquí la dirección técnica y económica juega un papel importante en dicha comprobación de los resultados. En ocasiones

la comparación de los resultados conlleva al análisis estadístico mediante el uso de las pruebas de hipótesis para la determinación de la significación estadística de los resultados.

2.2.7 Establecer políticas de manejo del inventario y de compras.

El último paso que se da en esta metodología, significa que la administración, con el conocimiento de los resultados de los modelos, las condiciones óptimas que proponen, la experiencia acumulada, el cumplimiento de los planes y después la validación y comprobación de los resultados está en disposición de tomar la decisión más acertada para el trabajo con inventarios. En gran medida, un administrador se evalúa por la calidad de las decisiones que toma y siendo así, los modelos pasan a ser Modelos de Ayuda a la Toma de Decisiones y los resultados a alcanzar serán más efectivos y eficaces.

Para la dirección del establecimiento y teniendo en cuenta las funciones de la administración, de acuerdo con los resultados que da la aplicación de los modelos de inventario, el gerente o Consejo de Dirección de la tienda pueden proyectar para un futuro los niveles de compras de mercancías adecuados que satisfagan la demanda de los clientes y no se inmovilicen en almacenes, cumpliéndose así con la **planificación** de este tipo de recurso. Luego será imprescindible crear un orden interno propicio donde una vez realizada la recepción de la mercancía necesaria, por parte de los almaceneros, éstas se clasifiquen adecuadamente y sean rápidamente pasadas al piso de venta para su representación; comenzando entonces la gestión de venta por parte de los cajeros y dependientes comerciales, estableciéndose así una **organización** adecuada del proceso, fundamentales de la gestión comercial de la tienda. El **control** tanto de la utilización acertada de los modelos como de la adecuada interpretación de los resultados que éstos brindan, junto al continuo chequeo de todas las demás funciones de la unidad así como de la integración de todos los procesos entre sí, con el propósito final de lograr los objetivos propuestos (ingresos y niveles de utilidad planificados) completan la función de administración.

Los pasos en que se estructura la metodología gerencial propuesta tienen un carácter sistémico, dada la interrelación de uno y otro para una acertada toma de decisiones en la administración de inventarios, donde se destaca como paso esencial la utilización de los modelos matemáticos, a partir de los paquetes de programas, los cuales brindan a esta metodología un carácter científico lo que posibilita una toma de decisiones más acertada por parte de la administración para lograr una adecuada gestión de inventarios.

2.3. Conclusiones del Capítulo No. II

- Se realizó la caracterización de la Sucursal Caracol en Cienfuegos y del mercado “Punta Gorda”, la cual genera altos ingresos y es una tienda especializada de esta organización.
- Se presenta la procedimiento a seguir que consiste en 7 pasos fundamentales; ellos son: caracterización del inventario, clasificación del inventario para la selección los productos, estudiar la demanda, identificar el modelo y aplicar paquetes de programa, analizar los resultados, comprobar resultados con la práctica y Establecer políticas de manejo del inventario y de compras.
- Esta metodología estudiada posibilitará al mercado “Punta Gorda” conformar políticas de gestión de inventario capaz de reducir los altos niveles del mismo y reducir los pedidos innecesarios.

Capítulo No. 3 Aplicación del procedimiento para la gestión de inventarios del mercado Punta Gorda

En este capítulo se propone ilustrar los resultados de la aplicación del procedimiento, estudiado en el capítulo anterior. Haciendo énfasis en pormenorizar cada paso del mismo, así como, aquellos detalles de trabajo, relevantes según el criterio del autor; con el objetivo de sentar las bases para una guía en el trabajo con el inventario, fácil y aplicable a cualquier otra entidad de esta Sucursal.

Teniéndose en cuenta que, la gestión de inventarios hoy, se ha convertido en uno de los puntos claves para la empresa, cuyo objeto social y actividades comerciales apuntan hacia el crecimiento de su red minorista. Pues ello determina la exigencia de comenzar a dar los primeros pasos hacia el uso óptimo del capital de trabajo, de manera que queden liberados los recursos financieros para las operaciones de la empresa, al menos, como punto de partida, para un estudio posterior de sistemas que integren este tópico tratado con uno más integrador *la distribución*, entiéndase *DRP*.

3.1 Caracterización del Inventario

El mercado "Punta Gorda" perteneciente a la Sucursal Cienfuegos de Caracol, es el establecimiento bajo estudio en esta investigación de la que se tomó el período enmarcado en enero/2006 a diciembre/2006. Realizándose un estudio de los costos de pedidos innecesarios por producto del este último año; investigándose en total 48 períodos.

Para poder realizar la selección de estos productos se trabajó con un sistema estadístico que presenta la Sucursal denominado Estadística Comercial, el cual brinda información desde el código del producto así como, el comportamiento de las ventas, las compras y los inventarios, detallando la rotación de los mismos al cierre de un período dado. Se utilizó un reporte denominado mayores ventas donde se exponen los productos más vendidos del período seleccionado, brindando la información de las cantidades vendidas, el precio de costo, precio de venta, el valor promedio del inventario y el valor de los pedidos innecesarios por productos.

3.2 Clasificación del Inventario

Por el gran volumen de ventas y de productos que comercializa el establecimiento se utiliza el método de clasificación ABC, comentado en el capítulo I, sobre la filosofía de Pareto de enfocar el esfuerzo en los pocos vitales, en este caso particular se utilizó el criterio sobre **el costo de pedidos innecesarios**, los resultados generales se muestran a continuación en la figura 3.1, en el que se puede observar que quedan 118 productos clasificados como A, 216 dentro del grupo B y el resto en el grupo C; para refinar más el filtro de productos se propone estudiar aquellos que bajo consideraciones de la administración se consideran estrellas, ya sea por el margen comercial que presentan (margen de utilidad) o por el volumen de ingresos que generan por las altas demandas. Todo lo antes expuesto permite concluir que sólo 8 de estos productos son los que deben ser seleccionados para el presente estudio.

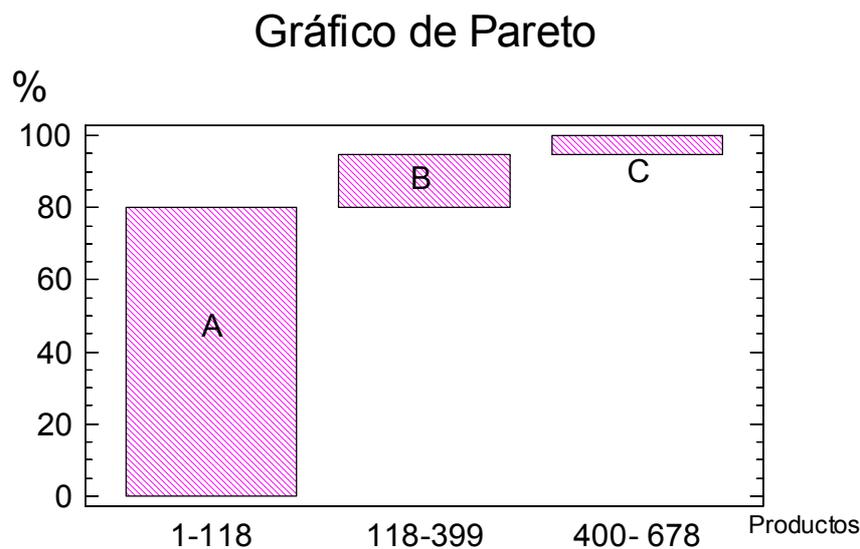


Figura 3.1 Diagrama Pareto del método ABC del inventario de productos

A continuación se expone el listado de los productos que finalmente quedan para el análisis.

Tabla No. 3. 1 Productos más importantes del mercado “Punta Gorda”

Código	Descripcion	PCosto	PVenta	ratio
58274637	CERVEZA CRISTAL + BOTELLA	0,38	0,80	2,11
19732589	CERVEZA BUCANERO	0,38	0,80	2,11
24161275	AGUA CIEGO MONTERO NATURAL + PET.	0,40	0,70	1,75
68273187	REFRESCO LIMON: CIEGO MONTERO + PET 1500 ML.	0,69	1,50	2,17
24664592	RON HAVANA CLUB AÑEJO 7 AÑOS N.I...	6,61	11,90	1,8
24161282	AGUA CIEGO MONTERO NATURAL + PET	0,25	0,45	1,8
24783224	BEBIDA ENERGIZANTE RED BULL + 250 ML	0,75	2,30	3,07
24664561	RON HAVANA CLUB AÑEJO ESPECIAL N.I...	3,76	7,90	2,1

Fuente: Sistemas Estadístico del Aparato Económico de la Sucursal Caracol Cienfuegos

Como se puede apreciar la tabla se refieren a los productos más importantes de acuerdo con el criterio de la administración y que en esencia son productos de consumo para el ocio y esparcimiento tanto de clientes cubanos como extranjeros, típicos del área en el cual está enclavada la instalación.

Si se analiza la relación precio/costo se notará que se obtiene como resultado que el precio supera al menos dos veces el costo, de ahí que, sean productos significativos para este establecimiento del comercio minorista.

Es válido aclarar que existen otros productos que son muy demandados en la tienda, pero como estos no han sido estables sino que aparecen por política gubernamental como productos para venta con rebajas de precio, fueron eliminados del análisis porque resultaba muy difícil hacer un seguimiento históricos de éstos.

3.2 Estudio de la Demanda

Con los datos obtenidos sobre los productos en el mercado “Punta Gorda” se hace un análisis estadístico del comportamiento de la demanda para encontrar los estadígrafos principales y obtener la ley de distribución estadística de los mismos con vista a reconocer posteriormente el modelo matemático de inventario adecuado.

Con este propósito se utiliza el paquete STATGRAPHIC, estudiado durante la carrera; en se desea obtener:

- **Estadísticos descriptivos de los productos.**

Se realiza el Análisis Descriptivo de los productos estudiados y se calculan media, varianza, desviación típica y para ganar en comodidad se codifica cada producto en una variable aleatoria X_j que representa la demanda del producto j durante cada período.

CERVEZA CRISTAL + BOTELLA	X_1
CERVEZA BUCANERO	X_2
AGUA CIEGO MONTERO NATURAL + PET.	X_3
REFRESCO LIMON: CIEGO MONTERO + PET 1500 ML.	X_4
RON HAVANA CLUB AÑEJO 7 AÑOS N.I...	X_5
AGUA CIEGO MONTERO NATURAL + PET	X_6
BEBIDA ENERGIZANTE RED BULL + 250 ML	X_7
RON HAVANA CLUB AÑEJO ESPECIAL N.I...	X_8

Luego se calcula, el coeficiente de variación se calcula para determinar si la variable bajo estudio se puede considerar estocástica y sigue una distribución estadística particular o si es posible aceptar como supuesto que esta es regular y estable, o sea, determinista.

Si $CV \geq 0.2$ (la Ley de Distribución de la demanda es de tipo Probabilista), en caso contrario (la Ley de Distribución de la demanda es de tipo Determinista).

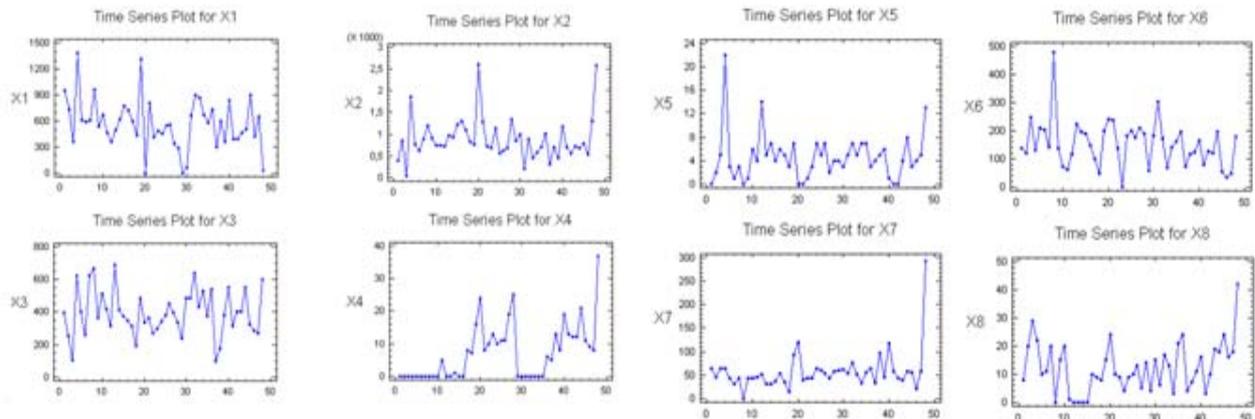
Tabla No 3.2 Summary Statistics

Columna1	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8
Media	571,563	888,979	395,917	7,125	4,604	152,688	56,646	12,229
Error típico	41,230	70,095	20,232	1,225	0,570	11,684	5,998	1,261
Mediana	571,000	765,000	379,000	5,500	4,000	145,000	51,500	10,500
Moda	363,000	#N/A	395,000	0,000	5,000	139,000	63,000	10,000
Desviación estándar	285,648	485,634	140,174	8,484	3,950	80,949	41,558	8,738
Varianza de la muestra	81594,97	235840,2	19648,71	71,984	15,606	6552,68	1727,08	76,351
Curtosis	1,233	5,159	-0,210	2,042	7,541	4,494	23,385	1,425
Coeficiente de asimetría	0,413	1,866	0,163	1,350	2,157	1,231	4,235	0,836
Rango	1385,000	2584,000	595,000	37,000	22,000	480,000	295,000	42,000
Mínimo	0,000	32,000	96,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Máximo	1385,000	2616,000	691,000	37,000	22,000	480,000	295,000	42,000
Suma	27435,00	42671,00	19004,00	342,00	221,00	7329,00	2719,00	587,00
Cuenta	0	0	0	0	0	0	0	0
Cuenta	48,000	48,000	48,000	48,000	48,000	48,000	48,000	48,000
Coef. de Variación	0,25	0,05	0,1254	1,42	0,74	0,28	0,54	0,51

Fuente: Tabla salida del complemento Análisis de Datos del M. Excel

Como se puede apreciar todos los productos tiene un coeficiente de variación inferior al 20% por tanto, la demanda que puede considerarse sea regular y con tasa constante. Esto puede verse en el diagramas de Demanda vs Tiempo, que se exponen a continuación.

Figura No.3.2 Diagrama de Demanda vs tiempo.



Nótese que las variables X4 y X5 presentan CV cercanos a 0,2 y a su vez el diagrama de la serie de tiempo por producto muestra los saltos en su comportamiento, esto se debe a la incertidumbre por la inestabilidad de los proveedores.

- **Las leyes de distribución de los productos.**

Para el cálculo de la ley de Probabilidad de la demanda de los productos se utiliza la prueba no paramétrica Kolmogorov-Smirnov contrastando con las distribuciones teóricas disponibles en el programa estadístico.

La Prueba de hipótesis correspondiente a este objetivo se plantea como:

- **Hipótesis Nula**, H_0 : La distribución de la demanda del producto sigue la ley de distribución estadística teórica dada (Normal, Exponencial, Poisson, etc...)
- **Hipótesis Alternativa**, H_1 : La distribución de la demanda del producto no sigue la distribución estadística teórica dada.

Los resultados de la aplicación de esta prueba Bondad de ajuste para la demanda de los productos fueron los siguientes:

Los productos cuyas demandas están representadas por las variables X_1 , X_3 , X_6 , X_8 tienen un comportamiento estocástico y no se puede rechazar la idea de que siguen una distribución normal, la prueba correspondiente, así como, el histograma de frecuencia que permiten llegar a tal conclusión se muestran en los Anexos 2, 3, 6, 8 y que son salidas del STATGRAPHIC,

también se presentan sus parámetros de tendencia central y dispersión en un breve resumen en la siguiente tabla.

Tabla No. 3.3 Resumen de los parámetros de la distribución normal según producto

	μ	σ
CERVEZA CRISTAL + BOTELLA	X ₁ 571,56	285,648
CERVEZA BUCANERO	X ₂ -	-
AGUA CIEGO MONTERO NATURAL + PET.	X ₃ 395,92	140,174
REFRESCO LIMON: CIEGO MONTERO + PET 1500 ML.	X ₄ -	-
RON HAVANA CLUB AÑEJO 7 AÑOS N.I...	X ₅ -	-
AGUA CIEGO MONTERO NATURAL + PET	X ₆ 152,69	80,9487
BEBIDA ENERGIZANTE RED BULL + 250 ML	X ₇ -	-
RON HAVANA CLUB AÑEJO ESPECIAL N.I...	X ₈ 12,23	8,73788

Fuente: Elaboración propia

Las variables X₄, X₅ y X₇, no pueden ser ajustadas mediante ninguna distribución teórica disponible en el paquete, así que estas serán caracterizadas a través de una distribución discreta de probabilidad de la forma DISC(X_i;P_i), ver Anexos 4,5,7. Mientras que la X₂, después de efectuar el estudio de la demanda de los productos seleccionados determinando la ley de distribución que siguen y el Coeficiente de Variación (CV), se pudo comprobar que sólo el producto “CERVEZA BUCANERO” presenta un coeficiente de variación menor de 0,20 lo que permite concluir que su demanda tiene un comportamiento determinista y su tasa de demanda es 888,98 unidades/mes.

3.3 Determinación de los costos asociado a la administración de inventarios.

Se procede a determinar los costos unitarios de inventarios asociados al modelo matemático a utilizar.

1. **Costo de Emisión:** es el costo en que se incurre cuando se solicita un pedido; fue realizada una estimación de este costo teniendo en cuenta:

- Salario de la persona encargada en la tienda de realizar los pedidos, especialista comercial. Salario mensual del especialista comercial 430,00 CUP
- Gasto de flete mensual promedio; el establecimiento paga el servicio de transportación; gasto promedio mensual 250,00 CUC. Suponiendo que el lote este formado por la sumatoria de los productos analizados quedaría:

$$\text{Lote} = \sum_{i=1}^n (\text{demanda media x producto})_i \text{ en el mes}$$

$$\text{Costo Emisión de un lote de producto} = \frac{680,00 \times \text{demanda media producto}_i; i = \overline{1, n}}{\sum_{\forall i} (\text{demanda media x producto})_i}$$

2. **Costo de Producción o precio de compra:** precio unitario de costo para cada producto.
3. **Costo de almacenamiento del producto:** no es conocido por la empresa, teniendo en cuenta que el sistema contable vigente no refleja el costo por actividad sino por centros de costos. En las empresas cubanas se toma del 12% al 15% del costo unitario del producto. Para esta investigación se tomó el 12%.
4. **Costo de Déficit o ruptura:** lo que se deja de ganar por la carencia de un producto demandado en un momento dado; se considera el margen comercial del producto (margen de utilidad).
5. **Lead Time:** Tiempo en que se reaprovisiona el producto una vez que se emite la orden; en la Sucursal se conoce que para los productos bajo estudio este tiempo es como promedio de 10 días.
6. **Nivel de Servicio deseado:** se da en por ciento, puede determinarse a partir del número de meses que presentan afectación en las ventas por la inexistencia de productos o puede considerarse un valor preferido o meta, o sea, el nivel de servicios que se desea prestar durante un período, así este determinará los niveles de existencia requeridos para cumplir tal meta.
7. **Costo de Revisión:** está determinado por el costo en que se incurre por parte del personal encargado de revisar las existencias de los productos para realizar los pedidos. Se determinó tomando el salario mensual del especialista comercial CUP 430.00 y dividiendo entre el número de días hábiles al mes (24), obteniéndose el costo promedio de un día del especialista CUP $430/24 = \underline{18,00 \text{ CUP}}$.

3.4 Identificación del Modelo Matemático y valoración de los resultados para el modelo aplicado.

3.4.1 Panorámica sobre el programa WinQSB, modelos y sus requisitos.

Con los datos analizados en el tratamiento estadístico se determina el tipo de modelo a utilizar Determinista o Probabilística, en dependencia del Coeficiente de Variación.

El cálculo de los parámetros óptimos del modelo matemático se realiza con el programa WinQSB y obteniéndose los resultados, que serán explicados más adelante.

El Paquete QSB tiene un modelo para abordar la Teoría de Inventarios:

- En su primera parte aparecen los modelos disponibles para demanda determinista.
Demanda Uniforme. Cantidad Económica del Pedido. (EOQ).
Demanda Uniforme. Modelos con Discontinuidad o saltos de Precios.
Demanda Estocástica con período Simple.

Se definen en este modelo los siguientes parámetros:

- D: Demanda por unidad de tiempo.
- A: Costo de Emisión.
- C: Costo Unitario de producto.
- h: Costo de Almacenamiento por unidad de tiempo.
- p: Costo unitario de Déficit por producto.
- t: Lead Time. Período de Reemplazo.
- Q: Cantidad a Pedir.
- b: Máxima acumulación de las órdenes.
- P: Promedio de Producción de Reemplazo.

- La segunda parte, con el que se estudian los modelos del tipo probabilística:
Modelo de Revisión Continua de Cantidad fija del Pedido. Sistema (s,Q). **FOQ**
Modelo de Revisión Continua Ordenar Hasta. Sistema (s,S). **OUT**
Modelo de Revisión Periódica de Intervalo Fijo para el Pedido.
Sistema (R, S). **FOI**
Sistema de Reemplazo Opcional. Sistema (R, s, S). **OR**

Se definen en este modelo los mismos parámetros de costo que en los anteriores y algunos que difieren por la característica aleatoria de la demanda y se mencionan a continuación:

- D: Demanda Promedio en el Período.
- x: Variable aleatoria que define la demanda.
- f(x): Función probabilística de densidad de la demanda para x.
- F(x): Función de Distribución de la Demanda) para x.
- d(t): Demanda promedio en el período de tiempo t.

SL: Nivel de Servicio.

Después de abordar los modelos disponibles en el programa a utilizar se define el modelo y la política aplicable a cada caso del presente estudio.

Para los productos (X_1 , X_3 , X_6 y X_8) cuyo coeficiente de variación dio superior a 0,2 y su demanda ajusta a una distribución normal, se utiliza el Modelo de Intervalo Fijo para el Pedido. El producto X_2 , que aparece con CV inferior a 0,2 permite aplicar un modelo clásico de inventario el EOQ, considerando establecer un punto de reorden como margen de seguridad. El resto de los productos se analizan a partir de su distribución empírica de frecuencia.

En necesario aclarar que en general se considerará en lo adelante como apropiado el estudio bajo la óptica de un sistema de revisión periódica

3.4.2. Resultados de los Modelos de Inventarios

Modelo EOQ para Demanda Determinista. Producto CERVEZA BUCANERO.

Para el caso del Todo por uno con $CV < 0.2$ se aplica un modelo Determinista EOQ en el paquete de programas QSB, los datos entregados al modelo y los resultados obtenidos se observan en la tabla a continuación:

Inventory Cost Analysis per mes for X2				
		Value		Value
06-19-2007	Input Data		Economic Order Analysis	
1	Demand per mes	888,98	Order quantity	121,7224
2	Order (setup) cost	680,00	Maximum inventory	121,7224
3	Unit holding cost per mes	81,60	Maximum backorder	0
4	Unit shortage cost		Order interval in mes	0,1369
5	per mes	M	Reorder point	49,9187
6	Unit shortage cost			
7	independent of time	0,80	Total setup or ordering cost	4.966,27
8	Replenishment/production		Total holding cost	4.966,27
9	rate per mes	M	Total shortage cost	0
10	Lead time in mes	0,33	Subtotal of above	9.932,54
11	Unit acquisition cost	0,38		
12			Total material cost	337,81
13				
14			Grand total cost	10.270,36

Según los resultados del modelo la cantidad económica del pedido, es decir la cantidad óptima a pedir es 122 productos, pidiéndose cada 0,14 meses (7 días), el inventario máximo del producto será precisamente igual a la cantidad de pedido con un punto de reorden de 49,9 productos, o sea, se debe revisar el estado del inventario semanalmente o cuando el inventario tenga 50 productos. Con los niveles de demanda del producto y con esta política no deben producirse déficit en el período.

Modelos Probabilísticos.

En el caso de los modelos probabilísticos con $CV > 0.2$ se trabaja con los modelos de revisión periódica, Sistemas FOI y OR por ser los que más se adaptan a las condiciones de la política de inventarios de la empresa y ser los más útiles en el caso de la toma de decisiones por la dirección. Los modelos de revisión continua como su nombre lo expresa hacen revisiones en todo momento del inventario a mano para tomar las decisiones correspondientes.

Para cada producto se hizo la corrida con Sistemas FOI y OR y se escogió casuísticamente el resultado que más se adapta a la realidad y cuyos resultados sean los más convenientes dentro de la optimalidad que expresan.

A continuación se explica brevemente el significado de cada uno de los sistemas probabilísticos estudiados:

Sistema FOI. Llamados Sistemas de políticas (R, S). Cada R unidades de tiempo se revisa el nivel de inventario disponible I y se hace un pedido para llevar el mismo a un nivel máximo calculado S, se pide S-I unidades. Estos sistemas permiten definir fechas de pedidos y reabastecimientos y son más fáciles de administrar.

Sistema OR. Llamados Sistemas de políticas (R,s,S). Cada R unidades de tiempo se revisa el nivel de inventario disponible I. Si I es menor o igual al punto de reorden s, se ordena completar el inventario hasta el nivel máximo S, es decir, se pide S-I unidades. En caso de que I supere al punto de reorden s no se realiza acción alguna.

Producto X₁: CERVEZA CRISTAL + BOTELLA

Para la cerveza cristal se seleccionó como mejor resultado el obtenido por el sistema OR, los datos proporcionados y los resultados de la corrida se dan a continuación.

FOI Analysis for Inventory Problem (R,S)

06-20-2007	Input Data	Value	Inventory & Cost Analysis (year)	Value
1	Demand distribution	Normal	Review interval (R) in year	0,13
2	Average demand (year)	571,56		
3	Std. dev. of demand (year)	285,648	Order-up-to quantity (S)	243,7244
4	Unit acquisition cost	0,38	Average minimum on hand	169,4216
5	Order (setup) cost	680,00	Average maximum on hand	243,7244
6	Review cost	0	Average on hand inventory	206,573
7	Unit holding cost per year	81,60	Safety stock	169,4216
8	Estimated % of shortage backordered	100%	Mean shortage during lead time	2,1512
9	Unit backordered cost	0	% of shortage during lead time	5%
10	Estimated % of shortage lost	0%	Total order/setup cost	5.230,77
11	Unit lost-sales cost	M	Total review cost	0
12	Fixed shortage cost	0	Total holding cost	16.856,36
13	Lead time distribution	Normal	Total backorder cost	0
14	Average lead time (year)	0	Total lost-sales cost	0
15	Std. dev. of lead time (year)	0	Total fixed shortage cost	0
16	Average lead time demand	0	Total shortage cost	0
17	Std. dev. of lead time demand	0	Total inventory relevant cost	22.087,13
18	Average R+L demand	74,3028	Expected total acquisition cost	217,19
19	Std. dev. of R+L demand	102,9919		

Este producto con una demanda distribuida normalmente con media de 571,56 unidades y una desviación estándar muy alta de 285,648, presupone un rango de variación muy elevada de la demanda mensual. La cantidad óptima es pedir hasta 244 unidades, con un inventario de seguridad de 169 unidades, esta es la cantidad que se debe tener para garantizar un nivel de servicio del 95% y durante el tiempo de entrega puede ocurrir un déficit con una probabilidad del 5% para una revisión periódica de 0.13 meses (7 días), el máximo inventario será igual al tamaño de lote y aproximadamente 206 unidades estarán como promedio en inventario a mano, en el mes.

Producto X₃: AGUA CIEGO MONTERO NATURAL + PET. 500 mL.

Para el Agua Ciego Montero se seleccionó como mejor resultado el obtenido por el sistema OR, los datos proporcionados y los resultados de la corrida se dan a continuación.

FOI Analysis for Inventory Problem (R,S)

06-20-2007	Input Data	Value	Inventory & Cost Analysis (mes)	Value
1	Demand distribution	Normal	Review interval (R) in mes	0,14
2	Average demand (mes)	395,92		
3	Std. dev. of demand (mes)	140,174	Order-up-to quantity (S)	141,7063
4	Unit acquisition cost	0,40	Average minimum on hand	86,2775
5	Order (setup) cost	680,00	Average maximum on hand	141,7063
6	Review cost	0	Average on hand inventory	113,9919
7	Unit holding cost per mes	81,60	Safety stock	86,2775
8	Estimated % of shortage backordered	100%	Mean shortage during lead time	1,0955
9	Unit backordered cost	0	% of shortage during lead time	5%
10	Estimated % of shortage lost	0%	Total order/setup cost	4.857,14
11	Unit lost-sales cost	M	Total review cost	0
12	Fixed shortage cost	0	Total holding cost	9.301,74
13	Lead time distribution	10	Total backorder cost	0
14	Average lead time (mes)	0	Total lost-sales cost	0
15	Std. dev. of lead time (mes)	0	Total fixed shortage cost	0
16	Average lead time demand	0	Total shortage cost	0
17	Std. dev. of lead time demand	0	Total inventory relevant cost	14.158,88
18	Average R+L demand	55,4288	Expected total acquisition cost	158,37
19	Std. dev. of R+L demand	52,4483		

Este producto con una distribución normal de su demanda con media de 395, 92 unidades al mes y una desviación estándar alta de 140,174. Se debe solicitar hasta 142 unidades, con un inventario de seguridad de 86 unidades que garantiza como promedio un déficit de 1 unidad por ciclo de reaprovisionamiento y un inventario en mano promedio de 114 unidades. Estos resultados óptimos producen un nivel de servicio del 95 %, y con niveles muy inferiores de costos actuales asociados al inventario.

Producto X₆. AGUA CIEGO MONTERO NATURAL + PET

Aquí aparece nuevamente el producto AGUA CIEGO MONTERO NATURAL en pomos de 1,5 mL. El producto se procesa también bajo un sistema de revisión periódica, obteniéndose:

FOI Analysis for Inventory Problem (R,S)

06-20-2007	Input Data	Value	Inventory & Cost Analysis (mes)	Value
1	Demand distribution	Normal	Review interval (R) in mes	0,14
2	Average demand (mes)	152,69		
3	Std. dev. of demand (mes)	80,9487	Order-up-to quantity (S)	71,2007
4	Unit acquisition cost	0,25	Average minimum on hand	49,8241
5	Order (setup) cost	680,00	Average maximum on hand	71,2007
6	Review cost	0	Average on hand inventory	60,5124
7	Unit holding cost per mes	81,60	Safety stock	49,8241
8	Estimated % of shortage backordered	100%	Mean shortage during lead time	0,6326
9	Unit backordered cost	0	% of shortage during lead time	5%
10	Estimated % of shortage lost	0%	Total order/setup cost	4.857,14
11	Unit lost-sales cost	M	Total review cost	0
12	Fixed shortage cost	0	Total holding cost	4.937,81
13	Lead time distribution	Normal	Total backorder cost	0
14	Average lead time (mes)	0	Total lost-sales cost	0
15	Std. dev. of lead time (mes)	0	Total fixed shortage cost	0
16	Average lead time demand	0	Total shortage cost	0
17	Std. dev. of lead time demand	0	Total inventory relevant cost	9.794,96
18	Average R+L demand	21,3766	Expected total acquisition cost	38,17
19	Std. dev. of R+L demand	30,2882		

La cantidad económica del pedido de 71,2 unidades, un ciclo de revisión semanal, un inventario promedio de 60,5 unidades, un stock de seguridad de 49,8 unidades y el número de unidades en déficit no supera la unidad para un nivel de servicio del 95 %.

Producto X₈: RON HAVANA CLUB AÑEJO ESPECIAL

En el Habana Club los resultados de la corrida se dan a continuación.

FOI Analysis for Inventory Problem (R,S)

06-20-2007 Input Data	Value Inventory & Cost Analysis (mes)		Value
1 Demand distribution	Normal	Review interval (R) in mes	0,14
2 Average demand (mes)	12,23		
3 Std. dev. of demand (mes)	8,7379	Order-up-to quantity (S)	7,0904
4 Unit acquisition cost	3,76	Average minimum on hand	5,3782
5 Order (setup) cost	680,00	Average maximum on hand	7,0904
6 Review cost	0	Average on hand inventory	6,2343
7 Unit holding cost per mes	81,60	Safety stock	5,3782
8 Estimated % of shortage backordered	100%	Mean shortage during lead time	0,0683
9 Unit backordered cost	0	% of shortage during lead time	5%
10 Estimated % of shortage lost	0%	Total order/setup cost	4.857,14
11 Unit lost-sales cost	M	Total review cost	0
12 Fixed shortage cost	0	Total holding cost	508,72
13 Lead time distribution	Normal	Total backorder cost	0
14 Average lead time (mes)	0	Total lost-sales cost	0
15 Std. dev. of lead time (mes)	0	Total fixed shortage cost	0
16 Average lead time demand	0	Total shortage cost	0
17 Std. dev. of lead time demand	0	Total inventory relevant cost	5.365,86
18 Average R+L demand	1,7122	Expected total acquisition cost	45,98
19 Std. dev. of R+L demand	3,2694		

Este producto tiene una demanda con esperanza matemática de 12,23 unidades y una desviación estándar considerable lo que permite apreciar la poca estabilidad de la demanda y justifica que la cantidad económica del pedido sea de 7 unidades, un ciclo de revisión para el pedido de 0,14 meses (≈ 7 días), en inventario promedio igual a Q, un stock de seguridad de 5,378 unidades y garantiza sólo un 5% de déficit.

Productos con demanda aleatoria discreta

Aquellos productos que no pudieron ser ajustados a ninguna distribución teórica y fueron caracterizados mediante una distribución empírica.

Sistema FOI, REFRESCO LIMON: CIEGO MONTERO

FOI Analysis for Inventory Problem (R,S)

06/20/2007	Input Data	Value	Inventory & Cost Analysis (year)	Value
1	Demand distribution	Discrete	Optimal review interval (R) in year	1.5541
2	Average demand (year)	6.901		
3	Std. dev. of demand (year)	8.3998	Optimal order-up-to quantity (S)	0
4	Unit acquisition cost	\$0.69	Average minimum on hand	0
5	Order (setup) cost	\$680.00	Average maximum on hand	0
6	Review cost	0	Average on hand inventory	0
7	Unit holding cost per year	\$81.60	Safety stock	0
8	Estimated % of shortage backordered	100%	Mean shortage during lead time	0
9	Unit backordered cost	0	% of shortage during lead time	100%
10	Estimated % of shortage lost	0%	Total order/setup cost	0
11	Unit lost-sales cost	M	Total review cost	0
12	Fixed shortage cost	0	Total holding cost	0
13	Lead time distribution	Constant	Total backorder cost	0
14	Average lead time (year)	0	Total lost-sales cost	0
15	Std. dev. of lead time (year)	0	Total fixed shortage cost	0
16	Average lead time demand	0	Total shortage cost	0
17	Std. dev. of lead time demand	0	Total inventory relevant cost	0
18	Average R+L demand	0	Expected total acquisition cost	0
19	Std. dev. of R+L demand	0		

Con una distribución empírica antes mencionada en el anexo, la demanda de este producto, se analiza bajo la política de revisión periódica y el modelo solo propone el seguimiento de un parámetro el ciclo de revisión para el pedido de 1.5541 meses (poco más de mes y medio), sin tener stock de seguridad en el almacén, y solicitando el valor esperado de la demanda, 6 unidades por ciclo, es importante resaltar que este producto presenta una desviación estándar enorme, superior incluso que la media. Es un producto que incluye un gran riesgo por su inestabilidad en el mercado y la escasa información que se posee de él.

Sistema FOI. RON HAVANA CLUB AÑEJO 7 AÑOS

En este Ron Havana Club se seleccionó como mejor resultado el obtenido por el sistema FOI, los datos proporcionados y los resultados de la corrida se dan a continuación.

FOI Analysis for Inventory Problem (R,S)

06/20/2007	Input Data	Value	Inventory & Cost Analysis (year)	Value
1	Demand distribution	Discrete	Optimal review interval (R) in year	1.8991
2	Average demand (year)	4.621		
3	Std. dev. of demand (year)	3.9192	Optimal order-up-to quantity (S)	0
4	Unit acquisition cost	\$6.61	Average minimum on hand	0
5	Order (setup) cost	\$680.00	Average maximum on hand	0
6	Review cost	0	Average on hand inventory	0
7	Unit holding cost per year	\$81.60	Safety stock	0
8	Estimated % of shortage backordered	100%	Mean shortage during lead time	0
9	Unit backordered cost	0	% of shortage during lead time	100%
10	Estimated % of shortage lost	0%	Total order/setup cost	0
11	Unit lost-sales cost	M	Total review cost	0
12	Fixed shortage cost	0	Total holding cost	0
13	Lead time distribution	Constant	Total backorder cost	0
14	Average lead time (year)	0	Total lost-sales cost	0
15	Std. dev. of lead time (year)	0	Total fixed shortage cost	0
16	Average lead time demand	0	Total shortage cost	0
17	Std. dev. of lead time demand	0	Total inventory relevant cost	0
18	Average R+L demand	0	Expected total acquisition cost	0
19	Std. dev. of R+L demand	0		

En este producto se debe chequear con un ciclo de revisión para el pedido de 1.8991 meses (dos meses). La política a seguir es la misma que en el caso anterior, al igual que en el producto restante en el que debe revisar el inventario cada 0.3448, o sea, aproximadamente cada diez días.

FOI Analysis for Inventory Problem (R,S)

06/21/2007	Input Data	Value	Inventory & Cost Analysis (mes)	Value
			Optimal review interval (R) in	
1	Demand distribution	Discrete	mes	0.3448
2	Average demand (mes)	140.2		
3	Std. dev. of demand (mes)	110.727	Optimal order-up-to quantity (S)	0
4	Unit acquisition cost	\$3.76	Average minimum on hand	0
5	Order (setup) cost	\$680.00	Average maximum on hand	0
6	Review cost	0	Average on hand inventory	0
7	Unit holding cost per mes	\$81.60	Safety stock	0
8	Estimated % of shortage backordered	0%	Mean shortage during lead time	0
9	Unit backordered cost	0	% of shortage during lead time	100%

10	Estimated % of shortage lost	0%	Total order/setup cost	0
11	Unit lost-sales cost	M	Total review cost	0
12	Fixed shortage cost	0	Total holding cost	0
13	Lead time distribution	Constant	Total backorder cost	0
14	Average lead time (mes)	0	Total lost-sales cost	0
15	Std. dev. of lead time (mes)	0	Total fixed shortage cost	0
16	Average lead time demand	0	Total shortage cost	0
17	Std. dev. of lead time demand	0	Total inventory relevant cost	0
18	Average R+L demand	0	Expected total acquisition cost	0
19	Std. dev. of R+L demand	0		

Al final de este análisis, se puede apreciar como a los productos que tienen una demanda estable o al menos, caracterizada por una función de probabilidad teórica, el modelo de revisión periódica R,s propone todos los parámetros óptimos para su control y da los costos estimados con los cuales operará los cuales mejoran sensiblemente de su estado actual.

3.5 Conclusiones del capítulo

Se estudia y clasifica el inventario del mercado objeto de estudio, aplicando el método ABC; se caracteriza la demanda según la ley de probabilidad que mejor ajusta y se calculan los estadísticos descriptivos necesarios. Se aplica la metodología estudiada para la gestión del inventario, obteniéndose los principales parámetros óptimos para cada producto. Finalmente se comenta brevemente como la política óptima a aplicar para la gestión de los inventarios en esta entidad.

Conclusiones

A modo de conclusiones de esta investigación se realizan los siguientes comentarios.

1. Se propone un sistema de gestión de inventario que garantiza un 95 % de nivel de servicio a costos óptimos y que reducir los pedidos innecesarios, o sea, establece una política de compras más acertada, cumpliendo así con el objetivo propuesto en esta investigación.
2. Se analiza y estudia las tendencias actuales sobre gestión de inventarios, bajo la óptica de la logística así como, otras tendencias actuales y se tiene en cuenta los métodos y modelos matemáticos, que definen el sistema de revisión apropiado y los parámetros óptimos necesarios, tanto para demanda sin importar el comportamiento de la demanda como variable principal de este sistema.
3. Se caracteriza la empresa y entidad específica, el la que se hace el estudio, dejando visible las necesidades de proponer un sistema de gestión que responda a los propósitos trazados por la administración y la dirección económica del país.
4. Se propone una metodología para la gestión de inventarios adecuada a las características de esta empresa, fácil y que ha sido estudiada por algunos autores nacionales, obteniendo resultados favorables.
5. Se aplica la metodología propuesta utilizándose los modelos matemáticos de inventario apropiados, con el objetivo de proporcionarle a la dirección una herramienta para la adecuada administración de inventario con el uso del programa WinQSB, obteniendose como resultado fundamental, los parámetros óptimos para control de las existencias, los tiempos de pedido, los stocks de inventarios y costos mínimos asociados.

Recomendaciones

1. Es recomendable para la organización el estudio y aplicación de los resultados obtenidos en esta investigación, teniendo en cuenta que los resultados generales mejoran sensiblemente.
2. La empresa debe trabajar por sistematizar las actividades referentes al estudio y seguimiento del mercado que le permita clasificar a sus clientes reales y potenciales en cuanto a las características de los servicios que prestan.
3. Se propone analizar la posibilidad de generalizar este estudio a otras entidades similares que forman parte de la empresa en distintos lugares de la geografía sureña y extender a otras, realizando las adecuaciones necesarias haciendo uso de la metodología aquí estudiada.

Bibliografía

- Adam, Everett E. Administración de la Producción y las Operaciones/ Everett E. Adam, Jr. Ronald, J.-- México: Prentice-Hall Hispanoamericana, 1991.-- 741 p.
- Administración de Inventarios. Tomado de: <http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/fin/adminven.htm>, marzo de 2007.
- Administración de la Producción e Inventario/ Donal Forgyat...[et.al]-- 2da Edición.-- México: CECSA, 1994.-- 994p.
- Álvarez, Mercedes. Modelos Económicos matemáticos II/ Mercedes Álvarez.-- Ciudad de la Habana: Editorial IPJAE, 1987.-- Tomo II.-- 652p.
- Anaya Tejero, J. J. Logística Integral. La gestión operativa de la empresa/ J.J Anaya Tejero.—Madrid: Editorial ESIC, 2000.—[s.p]
- Anderson, D. Introducción a los modelos cuantitativos para administración/ D. Anderson.—Mexico: Edit Grupo Iberoamericana S. A, 1993.-- [s.p]
- Aplicaciones de la Investigación de Operaciones. Tomado De: <http://gente.pue.uplap.mx/~absalon/papers/perfiles 96.html>, marzo de 2007.
- Ballou, R. Logística Empresarial. Control y Planificación/ R Ballou.-- Madrid: Editorial Diez de Santos, 1991.-- [s.p]
- Chiavenato, Adalberto. Iniciación a los procesos de producción / Idalberto Chiavenato. -- México: McGraw-Hill, 1998.-- 157 p.
- Cortés Cortés, Manuel E. Introducción a la Investigación de Operaciones.-- Guayaquil: Universidad de Guayaquil, 1999.-- 187p.
- Coyle,N. The management of bussiness logistics/ Coyle, N, Bordi Langley.-- West Publising Company. ST Paul. New York. Los Angeles, San Francisco. Fourt Edición, 1992
- David, Fred R. Strategic Management / Fred R. David.-- 2nd Edition.--Ohio: Merrill Publishing Company, 1989.-- 930p.
- Dilworth, James B. Production and Operations Management/ James B. Dilworth.-- 4a Ed.-- U.S.A: Kingdom House Business Division, 1995.--770 p.
- Domínguez, José A. Dirección de Operaciones/ José A. Domínguez Machuca.-- 1a Ed.-- México: Mc Graw Hill, 1995.-- 503 p.

- Drucker, Peter F. Management Cases/ Peter F. Drucker.-- New York: Harper & Row Publisher Inc, 1977.-- 179p.
- Eppen, G. D. Investigación de Operaciones en la Ciencia Administrativa/ G.P Eppen.-- México: Prentice Hall, 2000.-- 532p.
- Freund, John E. Estadística para la Administración con Enfoque Moderno/ John E. Freund...[et.la].-- 5ta Edición.-- México: Prentice Hall Hispanoamericana, S.A, 1990.- - 742p.
- Felipe Valdés, Pilar. Logística del aprovisionamiento: Técnicas cuantitativas para su gestión. /Pilar Felipe Valdés.-- La Habana: Universidad de la Habana, 2000.-- [s.p]
- Hague, Paul N. Cómo hacer una investigación de mercados/ Paul N. Hague, Peter Jackson.-- Madrid: Ediciones Deusto S.A, 1993.-- 335p.
- Heizer, J. Dirección de la Producción/ J. Heizer, Barry Render. -- México: Prentice Hall, 1998.-- 405 p.
- Heizer, J. Production and Operations Management/ Heizer, J, Render B.-- New York: Prentice Hall, 1998.-- 400 p.
- Hernández Sampieri, Roberto. Metodología de la Investigación/ Roberto Hernández Sampieri.-- México: McGraw-Hill, 1996.-- 305 p.
- Hillier, F.S. Introducción a la Investigación de Operaciones/ F.S. Hillier, G.Y. Lieberman.- - 5ta Ed.-- México: Editorial McGraw Hill, 1995.-- 955 p.
- Hoperman, Richard J. Administración de Producción y las Operaciones/ Richard J Hoperman.-- 2da Edición.-- México: Continental, 1990.-- 662 p.
- International Organization for Standardization. Tomado De: <http://www.iso.ch/> , marzo de 2007.
- Anderson, R. Introducción a los Métodos Cuantitativos para la Administración/ R. Anderson...[et.al].-- México: Grupo Editorial Iberoamérica, 1995.-- 616p.
- Eppen, G. D. Investigación de Operaciones en la Ciencia Administrativa/ Eppen, G. D...[et.al].-- Quinta edición.-- México: Pearson, 2000.-- 792p.
- Kaufmann, A. Métodos y modelos de la investigación económica/ A. Kaufmann.-- La Habana: Editorial revolución, 1975.-- 319p.
- Kenneth, Albert J. Manual del administrador de empresas/ Albert J. Kenneth.-- 2ª Edición.-- México: McGraw-Hill, 1987.-- 800 p.
- Kotler, Philip. Marketing Management/ Philip Kotler, Ronald E. Turner.-- Ontario: Prentice Hall Canada Inc, 1981.-- 756p

- Kotler, Philip. Mercadotecnia/ Philip Kotler, Gary Armstrong.-- 6ª Edición.-- México: Prentice-Hall, 1996.-- 826 p.
- Kinner, Thomas C. Investigación de Mercados: Un enfoque aplicado / Thomas C. Kinner, James R. Taylor.-- 4ta. Edición.-- Santa Fé de Bogotá: McGraw-Hill, 1994.-- 365p.
- Levin, Richard I. Enfoques cuantitativos a la administración/ Richard I Levin, Charles A. Kirkpatrick.-- México: CECSA, 1995.-- 728p.
- Drucker, P. Marketing/ Peter Drucker...[et.al].-- 2nd Edition.--Toronto: Prentice Hall, 1992.-- 635p.
- Matemáticas para Economistas. Tomado de: <http://www.unirioja.es/Informacion/Asignaturas/Empresas/207180.html>, marzo de 2007
- Mathur, K. Investigación de Operaciones: El arte de la toma de decisiones/ K. Mathur, D. Solow.-- México: Prentice Hall Hispanoamericana S. A, 1996.-- 977p.
- Mckeown, D. Modelos Cuantitativos para la Administración/ D Mckeown. -- México: Ed. Iberoamericana, S.A, 1986.-- 667p.
- Meredith, Jack R. Administración de operaciones/ Jack R. Meredith, Thomas E. Gibbs.-- México: Limusa, 1986.-- 760 p.
- Métodos de Optimización. Tomado De: <http://www.home.coqui.net/maan/empresa.htm>, marzo de 2007.
- Mintzberg, Henry. El Proceso Estratégico: Conceptos, contextos y casos/ Henry Mintzberg, James Brian Quinn.-- México: Editorial Prentice-Hall, 1997.-- 641 p.
- Monks, Joseph G. Administración de Operaciones/ Joseph G. Monks.-- 2da Reimpresión.-- México: Mc Graw-Hill, 1991.-- 441 p.
- Newman, G. Donald. Engineering economic analysis/ G. Donald Newman.-- 2th. Edition.- - California: Editorial McGraw Hill, 1983.-- 616 p.
- Ortiz Torres, Maritza. Aplicaciones del enfoque sistémico en la gestión de inventarios en empresas de servicios/ Maritza Ortiz Torres.— La Habana: Universidad de la Habana, 2003.— [s.p]
- Ortiz Torres, Maritza. Diseño y aplicación de sistemas de inventario mediante el uso de modelos cuantitativos/ Maritza Ortiz Torres.— La Habana: Universidad de la Habana, 2004.— [s.p]
- Planeación de la Producción y control de Inventarios/ Sim Narasimhan... [et.al].-- 2da Edición.-- México: Prentice Hall Hispanoamericana S.A, [s.a].-- 679p.

Programación Multicriterio: Un instrumento para el diseño de sistemas de producción.
Tomado De: <http://www.jalonso.com/programación.htm#multiobjetivo>, marzo de 2007.

Riggs, James. Sistemas de producción: Planeación, Análisis y Control/ James Riggs.-- 9a. reimpresión.-- México: Noriega-Limusa, 1990.-- 683 pp.

Salleneve, Juen Paul. La gerencia Integral/ Juen Paul Salleneve.-- Colombia: Grupo Editorial Norma, 1994.-- 220 p.

Schroeder, Roger G. Administración de Operaciones./ Roger G. Schroeder .-- 3ra Edición.--Mexico: Editorial McGraw Hill, 1990.-- 855p.

Schwever, H. Process engineering economics/ H Schwever.--La Habana: Revolución, 1966.-- 409p.

Slack, Chambers. Administración de Operaciones/ Chambers Slack.-- 1era Edición.-- México CECSA, [s.a].-- 896p.

Starr, Martin K. Administración de Producción, Sistemas y Síntesis/ Martín K. Starr, México: Prentice-Hall Internacional, 1979.-- 540 p.

Taha, H. A. Investigación de Operaciones/ H. A. Taha.-- 6ta Edición.-- México: Editorial Prentice Hall, 1998.-- 960 p.

Tawfik, L. Administración de la Producción/ L Tawfik, A.M Y Chauvel.-- 2da Edición.-- México: Interamericana. 1988.-- 424 p.

Teorías y metodologías principales de la Investigación de Operaciones. Tomado de: <http://www.sio-ams.com>, marzo de 2007.

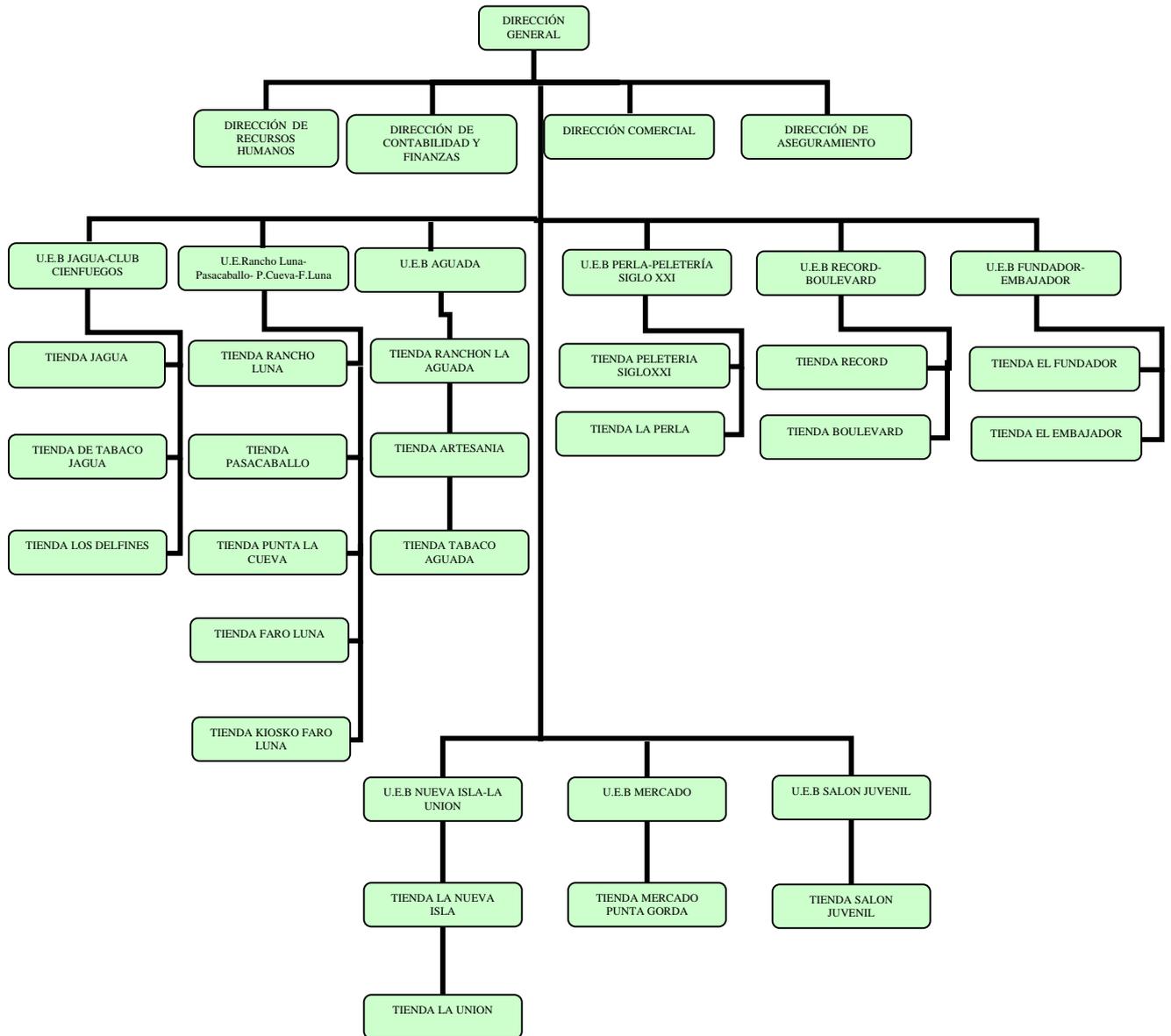
Thierauf, R. Toma de Decisiones por medio de la Investigación de Operaciones/ R. Thierauf, R. A. Grosse.-- México: Linusa Noriega, 1993.-- 984p.

Thuesen, G. J. Engineering economy/ G. J. Thuesen, W. J. Fabrycky.-- 6ta Edición.-- U.S.A: Prentice Hall, 1984.-- 717p.

Velásquez, Gustavo M. Administración de los Sistemas de Producción/ Gustavo M Velásquez.-- 6ta. Reimpresión.-- México: Noriega-Limusa, 1990.-- 290 p.

Wasson, Chester R. Research analysis for marketing decision/ Chester R. Wasson.-- New York: Meredith Publishing Company, 1965.-- 278p.

Anexo No. 1 Organigrama de la Sucursal Caracol Cienfuegos



Anexo No. 2 Pruebas de Bondad de Ajuste para la demanda de CERVEZA CRISTAL + BOTELLA

Goodness-of-Fit Tests for X_1

Estimated Kolmogorov statistic DPLUS = 0,087798

Estimated Kolmogorov statistic DMINUS = 0,0817754

Estimated overall statistic DN = 0,087798

Approximate P-Value = 0,85313

EDF Statistic	Value	Modified Form	P-Value
Kolmogorov-Smirnov D	0,087798	0,618176	$\geq 0.10^*$
Anderson-Darling A^2	0,545839	0,554901	0,1523*

*Indicates that the P-Value has been compared to tables of critical values specially constructed for fitting the currently selected distribution.

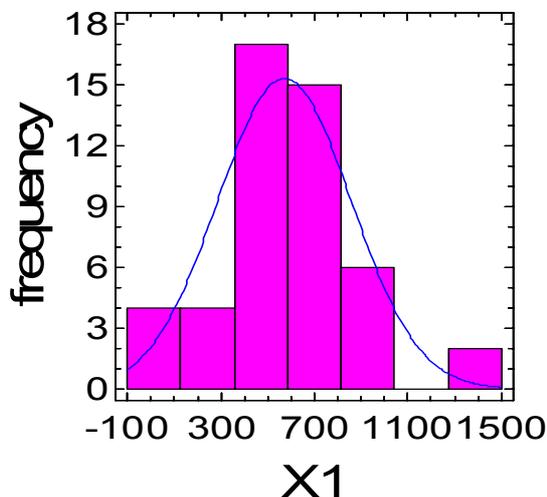
Other P-values are based on general tables and may be very conservative.

The StatAdvisor

This pane shows the results of tests run to determine whether X_1 can be adequately modeled by a normal distribution. The chi-square test divides the range of X_1 into nonoverlapping intervals and compares the number of observations in each class to the number expected based on the fitted distribution. The Kolmogorov-Smirnov test computes the maximum distance between the cumulative distribution of X_1 and the CDF of the fitted normal distribution. In this case, the maximum distance is 0,087798. The other EDF statistics compare the empirical distribution function to the fitted CDF in different ways.

Since the smallest P-value amongst the tests performed is greater than or equal to 0.10, we can not reject the idea that X_1 comes from a normal distribution with 90% or higher confidence.

Histogram for X_1



Anexo No. 3 Prueba de Bondad de Ajuste para la demanda de AGUA CIEGO MONTERO NATURAL + PET 500mL.

Goodness-of-Fit Tests for X_3

Estimated Kolmogorov statistic DPLUS = 0,107689

Estimated Kolmogorov statistic DMINUS = 0,0561575

Estimated overall statistic DN = 0,107689

Approximate P-Value = 0,633749

EDF Statistic Value Modified Form P-Value

Kolmogorov-Smirnov D 0,107689 0,758227 $\geq 0.10^*$

Anderson-Darling A^2 0,401228 0,407889 0,3474*

*Indicates that the P-Value has been compared to tables of critical values specially constructed for fitting the currently selected distribution.

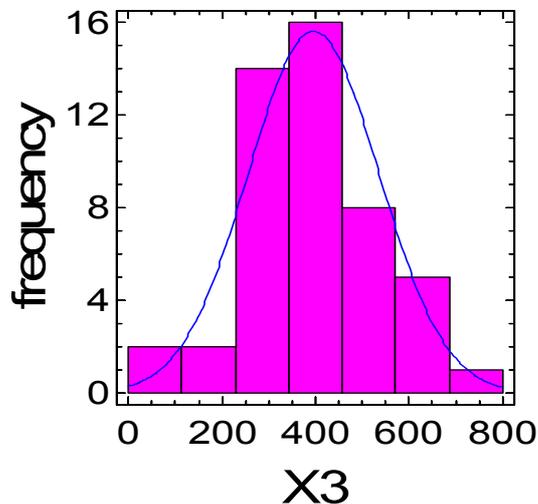
Other P-values are based on general tables and may be very conservative.

The StatAdvisor

This pane shows the results of tests run to determine whether X_3 can be adequately modeled by a normal distribution. The chi-square test divides the range of X_3 into nonoverlapping intervals and compares the number of observations in each class to the number expected based on the fitted distribution. The Kolmogorov-Smirnov test computes the maximum distance between the cumulative distribution of X_3 and the CDF of the fitted normal distribution. In this case, the maximum distance is 0,107689. The other EDF statistics compare the empirical distribution function to the fitted CDF in different ways.

Since the smallest P-value amongst the tests performed is greater than or equal to 0.10, we can not reject the idea that X_3 comes from a normal distribution with 90% or higher confidence.

Histogram for X_3



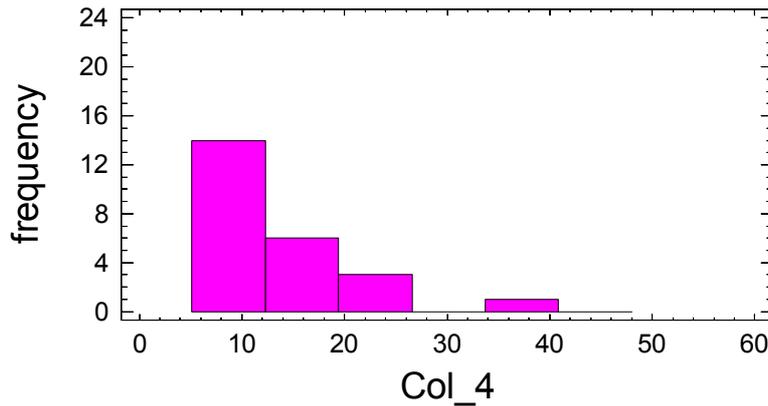
Anexo No. 4 Estudio de una distribución empírica para la demanda de REFRESCO LIMON: CIEGO MONTERO + PET 1500 ML

Tabla de Frecuencia de X_4

Frequency Tabulation for Col_4							
Class	Lower Limit	Upper Limit	Midpoint	Frequency	Relative Frequency	Cumulative Frequency	Cum. Rel. Frequency
at or below		-2.0		0	0.0000	0	0.0000
1	-2.0	5.14286	1.57143	24	0.5000	24	0.5000
2	5.14286	12.2857	8.71429	14	0.2917	38	0.7917
3	12.2857	19.4286	15.8571	6	0.1250	44	0.9167
4	19.4286	26.5714	23.0	3	0.0625	47	0.9792
5	26.5714	33.7143	30.1429	0	0.0000	47	0.9792
6	33.7143	40.8571	37.2857	1	0.0208	48	1.0000
7	40.8571	48.0	44.4286	0	0.0000	48	1.0000
above	48.0			0	0.0000	48	1.0000

Mean = 7.125 Standard deviation = 8.48434

Histogram



DISC(0/0.43,1/0.021,5/0.042,6/0.0.021,7/0.0.021,8/0.083,9/0.021,10/0.042,11/0.063,12/0.042,13/0.063,16/0.021,19/0.042,21/0.021,24/0.021,25/0.021,37/0.021)

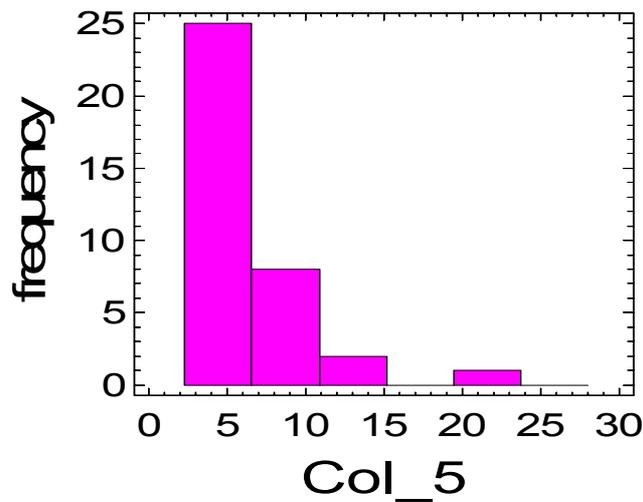
Anexo No. 5 Estudio de una distribución empírica para la demanda de RON HAVANA CLUB AÑEJO 7 AÑOS

Tabla de frecuencia de X_5
Frequency Tabulation for Col_5

Class	Lower Limit	Upper Limit	Midpoint	Frequency	Relative Frequency	Cumulative Frequency	Cum. Rel. Frequency
at or below		-2.0		0	0.0000	0	0.0000
1	-2.0	2.28571	0.142857	12	0.2500	12	0.2500
2	2.28571	6.57143	4.42857	25	0.5208	37	0.7708
3	6.57143	10.8571	8.71429	8	0.1667	45	0.9375
4	10.8571	15.1429	13.0	2	0.0417	47	0.9792
5	15.1429	19.4286	17.2857	0	0.0000	47	0.9792
6	19.4286	23.7143	21.5714	1	0.0208	48	1.0000
7	23.7143	28.0	25.8571	0	0.0000	48	1.0000
above	28.0			0	0.0000	48	1.0000

Mean = 4.60417 Standard deviation = 3.95044

Histogram



DISC(0/0.125,1/0.083,2/0.042,3/0.146,4/0.146,5/0.167,6/0.063,7/0.146,8/0.021,13/
0.021,14/0.021,22/0.021)

Anexo No. 6 Pruebas de Bondad de Ajuste para la demanda de AGUA CIEGO MONTERO NATURAL + PET 1,5 mL.

Goodness-of-Fit Tests for X6

Estimated Kolmogorov statistic DPLUS = 0,110649

Estimated Kolmogorov statistic DMINUS = 0,070759

Estimated overall statistic DN = 0,110649

Approximate P-Value = 0,599306

EDF Statistic	Value	Modified Form	P-Value
Kolmogorov-Smirnov D	0,110649	0,77907	$\geq 0.10^*$
Anderson-Darling A ²	0,690878	0,702348	0,0667*

*Indicates that the P-Value has been compared to tables of critical values specially constructed for fitting the currently selected distribution.

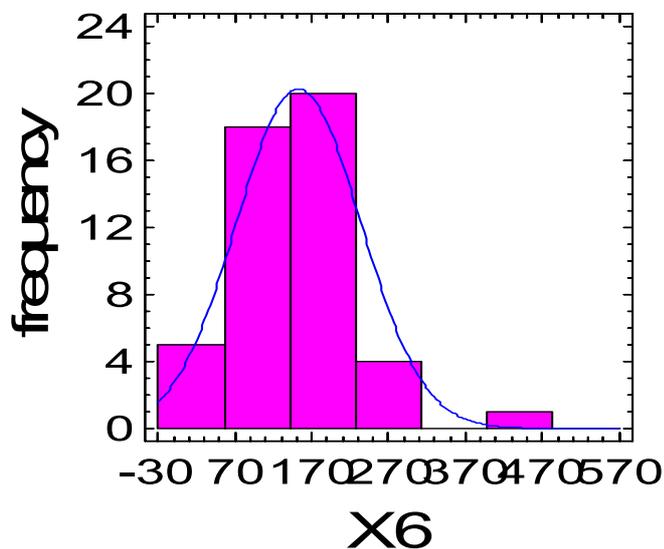
Other P-values are based on general tables and may be very conservative.

The StatAdvisor

This pane shows the results of tests run to determine whether X6 can be adequately modeled by a normal distribution. The chi-square test divides the range of X6 into nonoverlapping intervals and compares the number of observations in each class to the number expected based on the fitted distribution. The Kolmogorov-Smirnov test computes the maximum distance between the cumulative distribution of X6 and the CDF of the fitted normal distribution. In this case, the maximum distance is 0,110649. The other EDF statistics compare the empirical distribution function to the fitted CDF in different ways.

Since the smallest P-value amongst the tests performed is greater than or equal to 0.10, we can not reject the idea that X6 comes from a normal distribution with 90% or higher confidence.

Histogram for X6



Anexo No. 7 Estudio de una distribución empírica para la demanda de BEBIDA ENERGIZANTE RED BULL + 250 ML

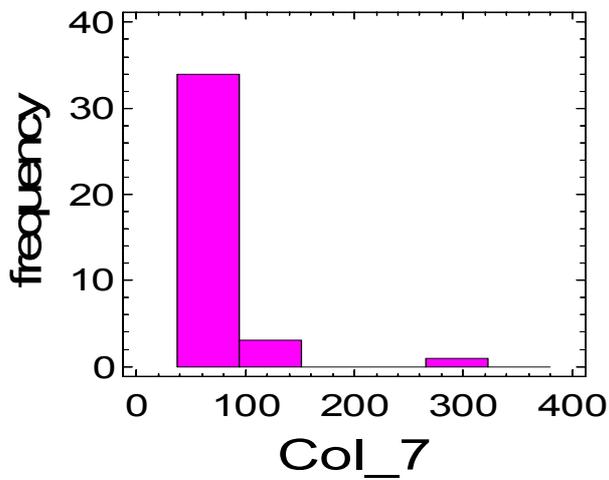
Tabla de frecuencia de X_7

Frequency Tabulation for Col_7							
Class	Lower Limit	Upper Limit	Midpoint	Frequency	Relative Frequency	Cumulative Frequency	Cum. Rel. Frequency
at or below		-20.0		0	0.0000	0	0.0000
1	-20.0	37.1429	8.57143	10	0.2083	10	0.2083
2	37.1429	94.2857	65.7143	34	0.7083	44	0.9167
3	94.2857	151.429	122.857	3	0.0625	47	0.9792
4	151.429	208.571	180.0	0	0.0000	47	0.9792
5	208.571	265.714	237.143	0	0.0000	47	0.9792
6	265.714	322.857	294.286	1	0.0208	48	1.0000
7	322.857	380.0	351.429	0	0.0000	48	1.0000
above	380.0			0	0.0000	48	1.0000

Mean = 56.6458 Standard deviation = 41.5582

DISC(0/0.21,94/0.71,151/0.06,208/0.0,265/0.0,322/0.2)

Histogram



Anexo No. 8 Pruebas de Bondad de Ajuste para la demanda de RON HAVANA CLUB AÑEJO ESPECIAL

Goodness-of-Fit Tests for X8

Estimated Kolmogorov statistic DPLUS = 0,100685

Estimated Kolmogorov statistic DMINUS = 0,0808228

Estimated overall statistic DN = 0,100685

Approximate P-Value = 0,715283

EDF Statistic	Value	Modified Form	P-Value
---------------	-------	---------------	---------

Kolmogorov-Smirnov D	0,100685	0,708912	$\geq 0.10^*$
----------------------	----------	----------	---------------

Anderson-Darling A ²	0,445426	0,452821	0,2717*
---------------------------------	----------	----------	---------

*Indicates that the P-Value has been compared to tables of critical values specially constructed for fitting the currently selected distribution.

Other P-values are based on general tables and may be very conservative.

The StatAdvisor

This pane shows the results of tests run to determine whether X8 can be adequately modeled by a normal distribution. The chi-square test divides the range of X8 into nonoverlapping intervals and compares the number of observations in each class to the number expected based on the fitted distribution. The Kolmogorov-Smirnov test computes the maximum distance between the cumulative distribution of X8 and the CDF of the fitted normal distribution. In this case, the maximum distance is 0,100685. The other EDF statistics compare the empirical distribution function to the fitted CDF in different ways.

Since the smallest P-value amongst the tests performed is greater than or equal to 0.10, we can not reject the idea that X8 comes from a normal distribution with 90% or higher confidence.

Histogram for X8

