

**Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez”  
Grupo de Estudio de Gerencia Organizacional.**

**Tesis en Opción al Título de Master en Dirección.**

**Título: Metodología para la gestión de inventarios en la Tienda “La Casa  
Mimbre” perteneciente a la Sucursal Cienfuegos de CIMEX.**

**Autor: Lic. Yaniet Cortés Iglesias.**

**Tutor: Dr. Manuel Eduardo Cortés Cortés  
Dra. Miriam Iglesias Leon.**

**Cienfuegos 2006  
“Año de la Revolución Energética en Cuba”**

## **Resumen.**

Desde la Revolución Industrial, la empresa ha sido objeto de estudio y su importancia ha ido creciendo ininterrumpidamente. El avance tecnológico alcanzado por la humanidad en la época moderna pone en riesgo los métodos más tradicionales de la gerencia empresarial. Es por ello, que se debe concebir el problema desde una perspectiva acorde a las exigencias actuales. La toma de decisiones en la empresa debe estar avalada por métodos y modelos de la llamada Teoría de la Decisión matemática, que se levanta sobre la llamada Modelación Económico Matemática.

En las empresas comercializadoras, la adecuada administración de inventarios es de vital importancia en la esfera económica concreta actual. La Tienda “La Casa Mimbres” de Cienfuegos perteneciente a la Sucursal Cienfuegos de CIMEX. Se caracteriza por ser la más grande de su tipo en la provincia; generando altos volúmenes de ingreso y manejando elevados niveles de inventarios.

El presente trabajo de investigación está dirigido a la elaboración de una metodología gerencial que posibilite la toma de decisiones que contribuya a una adecuada gestión de los inventarios en este establecimiento. Analizando las teorías modernas de la administración; búsqueda de modelos económicos para la gestión de inventarios; entrevista a los principales directivos de la tienda y análisis documental; utilización del Paquete de programa SPSS para determinar estadígrafos fundamentales de los productos seleccionados para la investigación y uso del modelo QSB para la gestión de inventarios.

Obteniéndose como resultado de la aplicación de la metodología gerencial propuesta y del uso de los modelos matemáticos de inventario con el manejo del paquete de programa QSB, resultados favorables de administración de inventario, mejorando el manejo de las existencias, los tiempos de pedido, los stocks de inventarios y costos mínimos asociados.

## Índice

	<b>Página</b>
<b>Introducción</b>	<b>1</b>
<b>Capítulo I “Los modelos de inventario como estrategia para la administración de empresas comerciales.”</b>	<b>6</b>
1.1- Conceptos básicos de la administración.	<b>6</b>
1.2- La toma de decisiones en la administración orientada hacia los nuevos estilos empresariales.	<b>8</b>
1.3- La decisión acertada sobre la administración de los inventarios constituye un elemento fundamental en las empresas comercializadoras.	<b>11</b>
1.4- La gestión de inventarios en las empresas comercializadoras.	<b>12</b>
1.5- Modelos de Inventarios desde la perspectiva de las Técnicas cuantitativas de apoyo a la Toma de Decisiones en la administración.	<b>18</b>
<b>Capítulo II: Metodología para la aplicación de los Modelos de Inventarios en la Tienda Casa Mimbres perteneciente a la Sucursal de CIMEX en Cienfuegos.</b>	<b>24</b>
2.1- Caracterización general de la Sucursal CIMEX y la Tienda La Casa Mimbres”	<b>24</b>
2.2- Metodología para la administración de inventarios como alternativa interesante para la Administración Empresarial.	<b>26</b>
	<b>42</b>
<b>Capítulo III. Análisis de los resultados de la aplicación de la metodología gerencial elaborada en la tienda “La Casa Mimbres”.</b>	<b>42</b>
3.1- <i>Diagnóstico.</i>	<b>42</b>
	<b>44</b>
3.2- <i>Análisis Estadístico de la Demanda.</i>	<b>44</b>
3.3- Identificación del Modelo Matemático y valoración de los resultados para el modelo aplicado	<b>48</b>
Conclusiones.	<b>63</b>
Recomendaciones.	<b>64</b>
Bibliografía.	<b>65</b>
Anexos.	

## **Introducción .**

Desde el pasado siglo, fundamentalmente, debido a la Revolución Industrial, la empresa ha sido objeto de estudio y su importancia ha ido creciendo ininterrumpidamente. El avance tecnológico alcanzado por la humanidad en la época moderna pone en riesgo los métodos más tradicionales de la gerencia empresarial. Es por ello, que se debe concebir el problema desde una perspectiva acorde a las exigencias actuales. La toma de decisiones en la empresa debe estar avalada por métodos y modelos de la llamada Teoría de la Decisión matemática, que se levanta sobre la llamada Modelación Económico Matemática.

Desde siglos pasados grandes científicos trabajaron en problemas óptimos condicionados que desarrollaron el cálculo infinitesimal y el cálculo de las variaciones; pero como tal la Investigación de Operaciones nace como disciplina en 1937, época en la cual la tormenta amenazaba nuestro mundo y fue precisamente el marco de la guerra el que creó las condiciones favorables para que se pudiese desarrollar. Fueron dos los factores esenciales que contribuyeron a su evolución: las necesidades de la defensa y los progresos realizados por los matemáticos; que propiciaron a los investigadores nuevos procedimientos de análisis en esas circunstancias.

A pesar de ser una teoría relativamente nueva, es indiscutible el auge que ha tomado en la época actual la Investigación de Operaciones debido a que responde a una verdadera necesidad práctica u objetiva; su amplia aplicación ha permitido que sus procedimientos puedan ser utilizados para resolver problemas de naturaleza totalmente diversa. En todos los casos nos encontramos frente a uno o varios objetivos que se pretenden alcanzar en las óptimas condiciones, acompañados de otras restricciones o condiciones impuestas. Aún cuando resulta diversa la aplicación de los modelos anteriormente señalados, es válido destacar que estos problemas de optimización tienen un gran objetivo común desde el punto de vista de las matemáticas y es el de encontrar valores mínimos o máximos, según sea el caso.

La empresa debe verse como un conjunto de actividades económico-financieras, productivas y logísticas, entendiendo en esta última a las materias primas y materiales, el

almacenamiento de bienes imprescindibles para la producción y la producción misma así como la distribución. Una buena decisión empresarial por tanto, debe contar, entre otras con un sistema de inventarios que sea óptimo con vistas a reducir los grandes costos asociados al mal manejo de los inventarios y los modelos económico matemáticos de Inventarios vienen a ocupar el punto clave en dicho sistema.

Por la importancia que revisten los inventarios en la esfera económica concreta actual y más aún en la Sucursal Cienfuegos de la Corporación CIMEX entidad que tiene como característica que el 55% por ciento de sus ingresos proviene de la venta de mercancías a la población, las cuales se comercializan a través de una red de Tiendas Panamericanas, donde una de sus principales tareas es la correcta administración de inventarios y que para la controlabilidad y eficiencia en el manejo de los mismos, resulta apremiante usar políticas que permitan su operación fluida en tanto que el procedimiento a emplear resulte de fácil utilización. La principal tienda panamericana de la Sucursal Cienfuegos es “La Casa Mimbres” la cual genera altos volúmenes de ingresos y es la más grande de su tipo en la provincia.

**Problema Científico:**

Cómo contribuir a mejorar la administración de inventarios en la tienda “La Casa Mimbres” de Cienfuegos.

**Objeto a investigar:** Los inventarios de mercancía de la tienda “La Casa Mimbres”.

**Campo de acción:** la administración de los Inventarios de mercancía.

Objetivo General:

**Elaboración de una metodología gerencial que posibilite la toma de decisiones que contribuya a una adecuada gestión de los inventarios en la tienda “La Casa Mimbres”.**

Objetivos Específicos:

- Analizar los sistemas que utiliza la administración de la tienda para la gestión de inventarios.

- Analizar la política de Inventarios de productos fundamentales en la tienda “La Casa Mimbres” de Cimex en Cienfuegos.
- Aplicar la Modelación Económico Matemática de Administración de Inventarios a los productos fundamentales la tienda “La Casa Mimbres.”

### **Hipótesis:**

“Si se elabora una metodología gerencial basada en modelos económicos matemáticos de inventarios para la administración de la tienda La Casa Mimbres” entonces se tomarán mejores decisiones en la gestión de inventarios”.

Esta hipótesis nos permite establecer las siguientes variables:

### **Variable Independiente:**

Proceso de Inventario en la tienda “La Casa Mimbres”

Definición Conceptual:

La gestión de los inventarios en la tienda “La Casa Mimbres” abarca entre los aspectos más importantes la demanda de los artículos, las existencias en el inventario con sus cantidades máximas y mínimas así como los costos y tiempos asociados.

### **Variable Dependiente:**

Metodología gerencial para la toma de decisiones en los inventarios de la tienda “La Casa Mimbres”.

### **Tareas Científicas:**

- Análisis de la revisión bibliográfica sobre la administración empresarial, la administración de inventarios y la utilización de modelos económicos matemáticos.
- Elaboración de la metodología para la gestión de inventarios en la tienda “La Casa Mimbres”
- Propuesta del modelo matemático que fundamente la toma de decisiones en la administración de inventarios.

- Análisis e interpretación de los resultados y presentación del informe de investigación.

### **Métodos de investigación:**

#### **Del nivel Teórico**

- Método Histórico lógico para el análisis de las teorías modernas de la administración.
- Inducción y deducción en la búsqueda de los modelos económicos para la gestión de inventarios.

#### **Del nivel empírico**

- Entrevista a los principales directivos de la tienda objeto de estudio.
- Análisis documental de la tienda “La Casa Mimbre”

#### **Del nivel Estadístico y Matemático con utilización de la computación.**

- Revisión y análisis del sistema estadístico minorista de la Sucursal Cienfuegos de Cimex.
- Utilización del Paquete de programa SPSS para determinar estadígrafos fundamentales de los productos seleccionados para la investigación
- Utilización del modelo QSB para la gestión de inventarios.
- Trabajo con hojas de cálculo de Microsoft Office Excel para la conformación de series históricas de los productos seleccionados.

### **Aporte Práctico:**

La obtención de una metodología gerencial con la utilización de la modelación económica matemática de inventarios en la tienda “La Casa Mimbre” posibilitará una adecuada gestión de los mismos minimizando el almacenamiento de productos ociosos de lenta

comercialización, logrando ciclos de reaprovisionamiento más ventajosos y con costos mínimos asociados, buscando un nivel elevado de satisfacción al cliente. El valor metodológico de este aporte radica en su aplicabilidad en las empresas comerciales.

El trabajo de investigación consta de tres capítulos, en el Capítulo I se exponen los resultados de la búsqueda bibliográfica realizada, exponiendo teóricamente los conceptos de administración y métodos modernos para la toma de decisiones en la administración, así como de gestión de inventarios. En el Capítulo II se propone la metodología a seguir para la toma de decisiones que contribuya a una adecuada gestión de inventarios utilizando los modelos económicos matemáticos de inventario. El Capítulo III se realiza el estudio estadístico descriptivo para encontrar los estadígrafos principales y obtener la ley de distribución estadística de la demanda de cada uno de los productos seleccionados, se determinan los costos asociados a la administración de inventarios y se exponen los resultados de la aplicación de la metodología utilizada.

Se adjuntan también las conclusiones, recomendaciones, bibliografía y anexos del trabajo realizado.

## **CAPITULO I “Los modelos de inventario como estrategia para la administración de empresas comerciales.”**

### **1.1 Conceptos básicos de la administración.**

La Administración es vital para cualquier organización, su función general es la de integrar las distintas partes y elementos de la empresa entre sí y con su entorno. El concepto de administrar es diverso según diferentes estudiosos del tema, Brook Adams considera que administrar es tener la capacidad de coordinar hábilmente muchas energías sociales con frecuencia conflictivas, en un solo organismo, para que ellas puedan operar como una sola unidad, Koontz & O'Donnell plantea que es la dirección de un organismo social, y su efectividad en alcanzar sus objetivos, fundada en la habilidad de conducir a sus integrantes, G. P. Terry piensa que la administración consiste en lograr un objetivo predeterminado, mediante el esfuerzo ajeno, Henry Farol estima que Administrar es prever, organizar, mandar, coordinar y controlar, E. F. L. Brench dice que es un proceso social que lleva consigo la responsabilidad de planear y regular en forma eficiente las operaciones de una empresa, para lograr un propósito dado, Stoner lo define como el proceso de planear, organizar, liderar y controlar el trabajo de los miembros de la organización y de utilizar todos los recursos disponibles de la empresa para alcanzar objetivos organizacionales establecidos. Koontz 1994, considera que es el proceso de influir en los seres humanos para que éstos contribuyan a los propósitos organizacionales. Consiste en liderazgo, motivación, y comunicación. Es el proceso de diseñar y mantener un ambiente en el que las personas, trabajando en grupos, alcancen con eficiencia metas seleccionadas. Finalmente Chavienato, 2000, plantea que es nada más que la conducción racional de las actividades de una organización sea lucrativa o no lucrativa. Trata del planeamiento, de la organización (estructuración) de la dirección y del control de todas las actividades diferenciadas por la división del trabajo que ocurre dentro de las organizaciones, además, plantea que administración es el proceso de planear, organizar, dirigir y controlar el empleo de los recursos organizacionales para conseguir determinados objetivos con eficiencia y eficacia.

Se impone en la época actual de crisis y de una necesidad de convivencia y trabajo en grupo, una eficiente aplicación de la administración, que se verá reflejada en la productividad y eficiencia de la institución o empresa que la requiera.

Para demostrar lo anterior nos basamos en los siguientes hechos según (Schnettler, 2004)

1. La administración puede darse adonde exista un organismo social, y de acuerdo con su complejidad, ésta será más necesaria.
2. Un organismo social depende, para su éxito de una buena administración, ya que sólo a través de ella, es como se hace buen uso de los recursos materiales y humanos con que ese organismo cuenta.
3. En las grandes empresas es donde se manifiesta mayormente la función administrativa. Debido a su magnitud y complejidad, la administración técnica o científica es esencial, sin ella no podrían actuar.
4. Para las pequeñas y medianas empresas, la administración también es importante, por que al mejorarla obtienen un mayor nivel de competitividad, ya que se coordinan mejor sus elementos: maquinaria, mano de obra, mercado, etc.
5. La elevación de la productividad, en el campo económico social, es siempre fuente de preocupación, sin embargo, con una adecuada administración el panorama cambia, repercutiendo no sólo en la empresa, sino en toda la sociedad.
6. Para los países en vías de desarrollo, como el nuestro, mejorar la calidad de la administración es requisito indispensable, porque se necesita coordinar todos los elementos que intervienen en ésta para poder crear las bases esenciales del desarrollo como son: la capitalización, la calificación de sus trabajadores y empleados, etc.

Es de vital importancia que nuestros empresarios sean capaces de conjuntar principios y técnicas para el logro eficiente de una meta grupal, mediante el uso de sus recursos y esfuerzo, dado la importancia que esto tiene para la empresa y su repercusión desde el punto de vista social, económico y político, utilizando en forma adecuada los modelos matemáticos de apoyo a la decisión. A esto añadimos los principios administrativos de Farol que se resumen en División del trabajo, Autoridad y responsabilidad, Disciplina, Unidad de Mando, Unidad de Dirección, remuneración, Subordinación del interés individual al interés general, jerarquía de autoridad, el orden, la equidad, la estabilidad en el

empleo y espíritu de equipo e iniciativa. Lo que permite al directivo tomar decisiones correctas, integrarse, mantener un equipo de trabajo motivado con una adecuada comunicación y logrando la supervisión que le permita el control a las tareas encomendadas, en fin, para desarrollar una buena dirección empresarial se debe aunar lo social, lo organizacional y lo económico pues constituyen valores institucionales de la administración.

## **1.2 La toma de decisiones en la administración orientada hacia los nuevos estilos empresariales.**

La toma de decisiones se ve como un proceso continuo con una serie de cambios consecutivos que se experimentan en el seno del sistema empresa a partir de unos flujos de información. La administración de la empresa consiste en un proceso integrado por planificación, organización y control. Cada una de estas fases del proceso de administración supone un conjunto de decisiones; así quienes la desempeñan han de decidir cuáles serán los objetivos empresariales, qué estrategias se han de poner en práctica, los planes y los presupuestos, qué equipos productivos se han de adquirir, en qué mercado se ha de vender, qué medios de financiación emplear etc. Todo ello implica la necesidad de elección entre alternativas, es decir, de adoptar una decisión. Por ello encontramos expresiones de autores tales como: Gutenberg, 1968 “La decisión es el núcleo central de toda política” Le Moigne 1976 “La decisión está en el corazón del management” Duncan 1975 “La toma de decisiones es parte integral del comportamiento administrativo que los dos son realmente sinónimos, o sea la adopción de decisiones es la esencia del management”

Todo lo anteriormente expuesto nos lleva a definir el proceso de administración como proceso global de adopción de decisiones que es la administración o management, las fases de las que se componen están en constante interacción, no pudiéndose hablar de un proceso secuencial.

La cada vez mayor complejidad de las empresas, así como de su entorno y por consiguiente de los problemas planteados, ha exigido una cantidad de información tan importante que ha llegado a sobrepasar la capacidad de análisis y síntesis del cerebro humano. Se puede hacer frete a este rápido crecimiento de la información necesaria en las decisiones de la empresa

gracias a dos fenómenos que se han desarrollado de forma paralela; por un lado, el importante progreso de las técnicas de análisis que se hacen cada vez más sofisticadas, y por el otro lado, el rápido avance de la tecnología de la información que ha inducido una nueva concepción de los sistemas de información, culminando en los sistemas interactivos información – decisión y en los sistemas de expertos. Parece pues si se mejora el nivel y la calidad de la información podremos tomar decisiones en mejores condiciones.

Las decisiones a adoptar son de diversos tipos y sus consecuencias de diversa índole existen 3 tipologías de decisiones; por niveles, por métodos y de síntesis. La clasificación más conocida es en base a los niveles jerárquicos de la estructura organizacional en la que están situados los sujetos decisores, el modelo por niveles más clásico es el modelo piramidal, en el cual se identifican 3 niveles en base a los que se distinguen tres tipos de decisiones:

Decisiones estratégicas: se refieren principalmente a las relaciones entre la organización o empresa y su entorno. Son decisiones de gran trascendencia en cuanto definen los objetivos y las líneas de acción a seguir por la empresa, por lo que suelen ser a largo plazo, no repetitivas, por lo que la información es escasa y sus efectos son difícilmente reversibles; y además, los errores pueden comprometer a este nivel el desarrollo de la empresa y en determinados casos su supervivencia, requiriendo un alto grado de reflexión y de juicio.

Decisiones operativas: Son las relacionadas con las actividades corrientes de la empresa. Sus características son las opuestas a las anteriores, como lo es su situación en la pirámide. El grado de repetitividad es elevado: se traducen a menudo en rutinas y procedimientos automáticos, por lo que la información necesaria es fácilmente disponible. Los errores se pueden corregir rápidamente ya que el plazo de manifestación es muy corto y las sensaciones son mínimas.

Decisiones tácticas: son las más complejas de definir, tratan de asignar eficientemente los recursos disponibles para alcanzar los objetivos fijados a nivel estratégico. Sus características son algo difuminadas en relación con las anteriores, pueden ser repetitivas y el grado de repetición es suficiente para confiar en precedentes. Sus consecuencias suelen producirse en un plazo no largo de tiempo y son generalmente reversibles. Los errores no implican sanciones muy fuertes a menos que se vayan acumulando.

En la evolución de la teoría de la administración han sido muchas las escuelas que han ido apareciendo; señalando en esta investigación la escuela matemática, dentro de este enfoque se agrupan un conjunto de trabajo, tanto teóricos como empíricos, que van desde los situados dentro de la teoría de la decisión, hasta los que aplican la investigación operativa en el management. Los decisores, según las aportaciones enclavadas en esta escuela, actúan en ambiente de certeza, o de riesgo (con distribuciones de probabilidad para todos los sucesos inciertos), y su conducta es optimizadora.

La investigación operativa, con su aplicación a problemas correspondientes a las distintas áreas funcionales de la empresa, da lugar a la escuela matemática, la cual según Miller y Starr (Renal, 1985) “se ocupa de la planificación, tanto a corto como a largo plazo”. Intenta asimismo determinar cuáles son las relaciones de todo orden existentes entre los objetivos de la empresa y los recursos disponibles. Pueden ser aplicados tanto procedimientos cuantitativos como cualitativos y en un caso o en el otro, la investigación operativa es utilizada para la toma de decisiones racionales y la confección de planes de acción lógicos. Las aportaciones de esta escuela van, pues, encaminadas bien a la toma de decisiones, bien al diseño de planes óptimos. Surgen así los métodos cuantitativos, los cuales juegan un papel importante en la administración, su uso se está extendiendo. Se emplean de tres maneras:

1. Como guía en la toma de decisiones
2. Como ayuda en la toma de decisiones
3. Para automatizar la toma de decisiones

La primera aplicación es la más extensa pero la menos tangible. Al aprender los métodos y modelos para manejar los problemas administrativos en forma cuantitativa, se gana práctica y experiencia en el pensamiento racional. El conocimiento de los métodos cuantitativos ayudará a guiar el pensamiento aun cuando nunca se haya escrito una ecuación.

La segunda aplicación de los métodos cuantitativos coadyuva en el proceso de toma de decisiones. Muchas veces no existirá un modelo para dar una solución, pero puede haber información útil que se puede obtener cuantitativamente. Estos pronósticos se consideran

entonces la opinión de otros ejecutivos y personal experto para dar un pronóstico subjetivo final. Aquí el enfoque matemático es una ayuda en la toma de decisiones.

La tercera aplicación es la más sencilla y la más impresionante. Si se puede modelar con exactitud un problema específico, entonces se puede desarrollar una fórmula o un conjunto de fórmulas para su solución. Si el problema no cambia, las fórmulas permanecen válidas y pueden programarse en una computadora. La computadora entonces toma la decisión. Así la toma de decisiones se ha automatizado. Muchas empresas han realizado esto, por ejemplo, para el control de inventarios. En algunos casos la computadora maneja por completo el inventario, decide cuánto y cuándo debe ordenarse e imprimen una orden de compra. Esto alivia a la administración de una toma de decisiones rutinaria.

### **1.3 La decisión acertada sobre la administración de los inventarios constituye un elemento fundamental en las empresas comercializadoras.**

Mantener las empresas con altos niveles competitivos implica la necesidad y la obligación de que todos aquellos que mantienen una estrecha relación con la actividad, brinden el mejor de sus esfuerzos y los directivos tomen las decisiones acertadas ante un mundo caracterizado por la tendencia a la globalización y transnacionalización de la economía.

Por tanto en la actualidad el alcance de determinado grado de competitividad de las empresas es una necesidad que hoy se acrecienta. Y más aún cuando se trata de empresas comercializadoras, las cuales deben velar, fundamentalmente, el manejo de las mercancías que ponen a la venta y que el costo de las mismas sea razonable para lograr los niveles de utilidad deseados, sin descuidar la calidad de los productos que comercializa, esto unido al proceso de globalización ya mencionado, a la existencia de clientes cada vez más exigentes, a cortos ciclos de vida de las mercancías o un avanzado desarrollo de la telemática, entre otros factores, hacen que estas se dirijan hacia la búsqueda de soluciones centradas en la satisfacción del cliente y la eficiencia.

Las empresas comerciales incluyen tanto a las minoristas como a las mayoristas. Una minorista es un negocio que vende mercancías directamente al público. Éstos varían de tamaño, van desde grandes cadenas de almacenes por departamento hasta pequeños puntos de venta de vecindarios. Las mayoristas por su parte compran grandes cantidades de

mercancías a manufactureras diferentes y luego las revenden a varios detallistas, las mayoristas no venden directo al público. Aún así el mayoreo es el tipo más grande de actividad comercial. En esencia una empresa comercializadora es aquella que vende mercancías directamente al público o a otras entidades al mayoreo para que éstas la comercialicen.

El cambiante entorno de las empresas comercializadoras de hoy día precisa de administrativos sensibilizados con el aspecto costo (inventarios) en el momento de la toma de decisiones ([printech.com/resources/earticle.shtml](http://printech.com/resources/earticle.shtml)). El avance del siglo XXI conduce a tendencias económicas y demográficas que causen un gran impacto en la cultura organizacional. Según estas tendencias y los cambios dinámicos hacen que las organizaciones y sus directivos se debatan en la urgente necesidad de orientarse hacia los nuevos rumbos, hechos que tiene una relevancia no sólo local; sino a nivel mundial.

Los administrativos de las empresas comerciales hacen uso extensivo para la toma de decisiones de la información contable que brinda la situación con sus activos corrientes, por tanto conservan la trayectoria de los inventarios en existencia, están pendientes de cuáles productos (mercancías para la venta) son los mejores y cuándo comprar más mercancía (ciclo de reaprovisionamiento). También guardan la trayectoria de las cantidades apropiadas a adquirir de cada proveedor y lo adecuado y lo más aceptado por los clientes, manteniendo entonces una mirada aguada sobre la tendencia de las ventas netas y las utilidades brutas.

En esencia, la adecuada gestión de las mercancías a comercializar (inventarios) es imprescindible para el desarrollo de las organizaciones comerciales ya que éstos constituyen activos importantes que si se inmovilizan, deterioran los niveles de liquidez de las organizaciones al no realizarse los niveles de ventas esperados para el desarrollo de la entidad. La adecuada administración de inventarios hace pues, más eficiente y competitiva a las empresas comercializadoras.

#### **1.4 La gestión de inventarios en las empresas comercializadoras.**

Los bienes que una empresa comercial vende a sus clientes se llaman inventarios (de mercancía); en todas las empresas comercializadoras el inventario debe ser un activo

relativamente líquido, esto es que usualmente pueden ser vendidos en pocas semanas o meses.

Las empresas que están relacionadas con las ventas desean tener volúmenes de stock tal que puedan satisfacer los pedidos de los clientes de forma inmediata, aunque esto no es conveniente desde el punto de vista de los costos.

El concepto de inventario es diverso, según Juan Carlos Fernández Fernández, (1997), una acumulación de artículos y productos en el tiempo y en el espacio, también se identifica como el conjunto de artículos de que dispone una empresa para su venta más o menos inmediata, M. Lilia lo define 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.

Otros conceptos, 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.

Se definen además, por Aquilano (1 993), 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.

En un sistema de inventarios intervienen, entre otros, los factores siguientes (Rogelio 2002):

**Aprovisionamiento:** Comprende todas aquellas actividades que permiten que se muevan desde los puntos proveedores hasta la empresa, aquellas materias primas, materiales, piezas y componentes que se requieren. Este subsistema se encarga también del movimiento de dichos materiales desde el almacén de materias primas hasta los talleres de producción. Comprende por lo tanto, actividades de transporte, manipulación, almacenaje, manejo de inventarios, control de calidad, entre otras.

**Producción** (en el caso de empresas productivas): Este subsistema se encarga propiamente de la fabricación, o sea, de la transformación de los distintos objetos de trabajo (materias primas, materiales, etc.) en productos terminados. Comprende actividades que van desde la recepción de los materiales hasta su arribo al almacén de productos terminados, por lo que necesariamente incluye, además de las actividades de fabricación, transportación, almacenaje, manipulación, control de la calidad, manejo de inventarios, entre otras.

**Distribución:** Mediante este subsistema es que se logra llevar hasta los consumidores, los productos terminados que les fueron entregados por el subsistema anterior. Comprende su ejecución: labores de almacenaje, manipulación, transportación, embalaje, manejo de inventarios, entre otras.

**Reutilización:** Este subsistema se encarga de establecer la nueva utilización que se le dará a los productos finales, una vez concluido su ciclo de vida, comprendiendo además todo lo relativo al retorno, cuando esto sea necesario. Puede contemplar entonces, actividades de transporte, almacenaje, manejo de inventarios, manipulación, control de calidad, entre otras.

**Costos Asociados:** Aquí participan todos los costos que de una forma u otra entran en el sistema general, costos de producción, costos de almacenamiento, costos de emisión, costos déficit, costos de la distribución, y otros.

Los sistemas de inventarios dirigen el proceso productivo hacia una mejor satisfacción del cliente, una correcta administración y menores costos asociados; por tanto constituyen una herramienta importante para los administrativos de las empresas comercializadoras.

Los inventarios en la empresa tienen considerable importancia, y deben mantenerse de manera equilibrada en relación con sus ventas.

Un inventario puede traer para la empresa si es elevado o excesivo, altos costos que se reflejen en: Gastos de mantenimiento, gastos de mano de obra, gastos de local y edificio.

Si es reducido e insuficiente conlleva a la insatisfacción o pérdida de los clientes y al descenso de las ventas, entre otras causas.

Específicamente en los aprovisionamientos el inventario debe cumplir los siguientes requisitos:

- Cubrir las necesidades en un período determinado (generalmente el que transcurre entre dos períodos).
- Permitir su presentación en el establecimiento en una cantidad suficiente.
- Responder a los posibles cambios que se produzcan en el ritmo de las ventas.

Para cumplir a tiempo con la demanda, las empresas mantienen con frecuencia existencias a la espera de su venta.

Los problemas de inventarios se presentan bajo la forma de fenómenos de espera de una naturaleza particular. Cualquier problema de inventarios incluye:

- Una demanda de ciertos artículos que, en general, es aleatoria siendo una función del tiempo, pero que también puede conocerse y determinarse.
- La existencia de un inventario de esos artículos para satisfacer la demanda; este inventario se agota y debe ser reaprovisionado o renovado. El reaprovisionamiento puede ser continuo, periódico o inclusive realizarse a intervalos cualesquiera.
- Costos asociados a estas operaciones, inversiones, depreciaciones, seguros, riesgos diversos y almacenamiento.
- Objetivos a alcanzar o restricciones que intervienen en razón de la naturaleza misma del problema.

En la gestión de inventarios deben tenerse en cuenta elementos o factores siguientes:

Proyección de las demandas.

Diferenciación de los productos.

Medidores del desempeño.

Costos asociados.

Tiempos de suministros.

### **Proyección de la demanda.**

Las demandas pueden ser de dos tipos: dependientes e independientes. Las demandas dependientes, son aquellos artículos que forman parte de otro más próximo al que se le determinan sus necesidades en primera instancia. Estas pueden ser dependientes aleatorias y no se pueden predecir con exactitud. Pueden ser además, dependientes determinísticas, son aquellas que se pueden predecir con exactitud.

Las demandas independientes son aquellas que no dependen de una demanda anterior, o sea, en ella no existe relación entre la demanda de varios artículos, por lo que hay que determinar por separado las cantidades necesarias de cada uno.

### **Diferenciación de artículos.**

La diferenciación de artículos se realiza sólo 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, la Ingeniería de Productos y la matriz de Impacto - riesgo.

Para seleccionar el total de productos, los que se le aplicarán los métodos mencionados, se toman un 20 % aproximadamente del total de productos que represente; un 80 % aproximadamente, del total de utilidades recibidas en el período estudiado, basado en el principio de Pareto.

En las empresas un elemento de importancia, que constituye la base de los análisis en la administración de inventarios es la diferenciación de productos, o sea, saber cuáles son los más representativos, para ello puede aplicarse el método ABC, la Ingeniería de Productos u otros. 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. Para ello, se realiza un estudio de Ingeniería de Productos que es más completo donde se miden dos efectos la diferenciación basada en la utilidad que reporta cada producto y la cantidad demandada por productos.

También existe un método que aparece en bibliografía (Santos, 1998), llamado matriz impacto-riesgo. Esta matriz trabaja con el impacto de los productos en el beneficio y el riesgo en el suministro, figura 1.2.

<b>Impacto del beneficio</b>	Alto	<b>BÁSICO</b>	<b>ESTRATÉGICO</b>
	Bajo	<b>NO CRÍTICO</b>	<b>CUELLO DE BOTELLA</b>
		Bajo	Alto
		<b>Riesgo en el suministro</b>	

**Figura 1.2 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.

### **Costos asociados.**

Los costos de inventarios están compuestos por:

- Costos de conservación.

- Costo de emisión de un pedido.
- Costo de ruptura.
- Costos de adquisición.

### **Tiempo de suministros.**

El tiempo que tarda desde que se comienza la gestión del pedido con el proveedor hasta que se entregan los productos es importante y determinante en la estrategia que sobre los inventarios se trate. La empresa debe hacer un análisis regular del riesgo de cada proveedor y evaluarlo de acuerdo con la importancia del producto que se trate.

Existen dos tipos de sistemas de revisión de inventarios: revisión periódica y revisión continua. La revisión periódica implica revisar continuamente el nivel de inventario en intervalos de tiempo fijos (LT). Después de cada revisión, se ordena una cantidad (q) de artículos para colocar el inventario en el nivel máximo (Nmax). La revisión continua, tamaño del lote fijo(q) y punto de pedido fijo(PP), implica revisar continuamente el nivel de inventario y cuando el mismo caiga por debajo del PP, se ordena la cantidad fija. La revisión continua requiere un mayor inventario de seguridad, ya que en él el inventario debe estar protegido durante todo el período de tiempo. Mientras que en la revisión periódica el inventario debe estar protegido solamente durante el tiempo de entrega (t).

### **1.5 Modelos de Inventarios desde la perspectiva de las Técnicas cuantitativas de apoyo a la Toma de Decisiones en la administración:**

La tarea de los inventarios surge, cuando a la administración le es necesario crear reservas de recursos materiales o bienes de consumo con el objetivo de cumplir las demandas en el período establecido. Entre otros aspectos los más allegados a los problemas de inventario son, la demanda, las restricciones y los costos asociados.

De acuerdo con la demanda los problemas de inventarios son clasificados (Cortés, 1999) en:

**Determinísticos:** cuando la demanda está determinada o es previsible con cierta precisión.

**Aleatorios:** cuando la demanda se comporta estadísticamente estable o inestable; pero que puede ser determinada su ley de distribución. Ejemplo: Varía con las estaciones del año.

### **Las restricciones en los inventarios pueden ser:**

De interacciones entre los diversos productos.

De limitaciones de los medios (volumen, peso, tiempo de operación, disponibilidades financieras, etc.).

### **Tipos de Modelos de Inventario**

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

El carácter de estos modelos depende del carácter de la demanda tal y como vimos anteriormente.

Los problemas de inventarios se presentan bajo la forma de fenómenos de espera de una naturaleza particular. Cualquier problema de inventarios incluye: (Taha, 2001):

- ❑ Una **demanda** de ciertos artículos que, en general, es aleatoria siendo una función del tiempo, pero que también puede conocerse y determinarse.
- ❑ La **existencia de un inventario** de esos artículos para satisfacer la demanda; este inventario se agota y debe ser reaprovisionado o renovado. El reaprovisionamiento puede ser continuo, periódico o inclusive realizarse a intervalos cualesquiera.
- ❑ **Costos** asociados a estas operaciones, inversiones, depreciaciones, seguros, riesgos diversos y almacenamiento.
- ❑ **Objetivos** a alcanzar o **restricciones** que intervienen en razón de la naturaleza misma del problema.

El objetivo de la teoría de inventarios es determinar reglas que pueda aplicar la gerencia para reducir al mínimo los costos relacionados con el mantenimiento de existencias y cumplir con la demanda del consumidor. Los modelos de inventario responden a las siguientes preguntas:

**¿Cuándo se debe pedir un producto?**

**¿Cuánto se debe pedir del producto?**

Desde el punto de vista del cliente, un inventario debe contener tantas unidades como puedan demandarse, y nunca debería quedar fuera de existencia. Los inventarios cuestan dinero, representan el capital inútil. No obstante, existen razones para llevar inventarios. Estas son:

1. Independizar las etapas en producción.
2. Aprovechar los descuentos al comprar grandes cantidades.
3. Atender oportunamente al cliente cuando requiera el producto.

**Modelos Determinísticos:** Demanda Conocida.

Uno de los modelos de inventarios más conocidos son los de Cantidad Económica del pedido o Modelos EOQ por sus siglas en idioma inglés, para ellos es necesario que se cumplan algunos requisitos:

1. La demanda  $D$  sea **determinística** o con fluctuaciones muy discretas y se presente a frecuencia o velocidad constante.
2. Se incurren en costos de hacer el pedido y de almacenamiento para cualquier cantidad que se pida.
3. El reaprovisionamiento se hace instantáneo.
4. No se permite la escasez.

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

determinística y que se produzca el reabastecimiento en forma instantánea acorta significativamente su aplicabilidad a la práctica empresarial. Por otra parte, resulta complejo, desde el punto de vista administrativo, calcular los costos que se piden.

### **Modelos Probabilísticas: Demanda Aleatoria**

Se supone ahora que la demanda es aleatoria, pero conocida en probabilidades que hay que estudiar para conocer su ley de distribución estadística. Uno de los modelos más comunes es cuando se conocen los costos o pérdidas unitarias sobre los excedentes al final del período y sobre los faltantes. Este modelo es más simple, desde el punto de vista de los cálculos pero presenta el inconveniente de que se debe hacer el estudio de la demanda en las empresas según las series de datos que se tengan.

En el caso de modelos probabilísticos se estudian los llamados Modelos de Decisión de Período Único (Hillier, 1997). En estos casos la decisión se toma sólo una vez (el vendedor de periódicos), por eso se llama modelo de decisión de período único.

- Modelos  $(r,q)$  y  $(s,S)$  revisión continua con demanda incierta.

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  $(r,q)$  o política de dos apartados o dos lugares y es posible llevarla a cabo con facilidad mediante el uso de dos lugares para almacenar un artículo. Cuando la demanda es de tamaño mayor que una unidad en determinado momento, el modelo  $(r,q)$  puede no dar una política que minimice el costo anual esperado. En tales casos, se ha demostrado que es óptima una 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  $S$ , suponiendo que el tiempo de entrega es cero.

- 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.

En todos los casos anteriores se establecen las fórmulas de cálculo de  $r$ ,  $R$ ,  $s$ ,  $S$  y  $q$ , son estos modelos interesantes en la aplicación práctica y muy útiles en la toma de decisiones de la administración para lograr una correcta eficacia económica y de servicios.

### **Conclusiones del Capítulo 1:**

- Las empresas actuales necesitan auxiliarse de métodos modernos de administración basados en la modelación matemática para lograr ser competitivos alcanzando niveles óptimos de eficiencia.
- La administración adecuada de los inventarios en las empresas comerciales es de vital importancia para su desarrollo.

- Existen modelos económicos matemáticos de inventario que se pueden aplicar en las empresas comerciales para lograr una mejor gestión de los mismos.

## **Capítulo II: Metodología para la aplicación de los Modelos de Inventarios en la Tienda Casa Mimbres perteneciente a la Sucursal de CIMEX en Cienfuegos.**

### **2.1- Caracterización general de la Sucursal CIMEX y la Tienda La Casa Mimbres”**

#### **2.1.1 Caracterización de la Sucursal Cienfuegos.**

CIMEX es una Corporación cubana, con más de 20 años de creada, compuesta por más de 80 empresas, 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.

Surge así la Sucursal Cienfuegos la cual tiene por objeto social la realización de actividades de carácter comercial mayorista y minorista y minoritariamente actividades productivas y de servicios, entre las que se pueden relacionar las siguientes:

- Comercialización de artículos del hogar, de joyería, bisutería, productos eléctricos y electrónicos, de ferretería, confecciones textiles, calzado, quincallería, alimentos, bebidas, confituras y otros artículos de consumo personal y familiar.
- Producción y comercialización de bienes, entre ellos, elaboración de espejos, corte y grabado de cristales, cortinas y pinturas.
- Elaboración y comercialización de productos de panadería y dulcería, porcionado y empaque de productos cárnicos, etc.
- Comercialización de combustible, lubricantes, partes, piezas, accesorios e insumos para vehículos automotores.
- Comercialización y alquiler de artículos referentes a vídeo y audio, incluyendo equipos, comercialización de medios de publicidad gráfica y para la televisión incluyendo la señal por cable y venta de publicaciones.

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: liderar el 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 comercialización de la Corporación, subordinado a la Gerencia Comercial, se ejecuta a través de dos áreas:

- Ventas minoristas.
- Ventas mayoristas.

La actividad minorista se desarrolla en bocas de ventas, a través de cinco cadenas de establecimientos:

- Tiendas Panamericanas.
- ServiCupet.
- Cafeterías “El Rápido”.
- Tiendas Fotográficas “Photo Service”.
- Vídeo Centros.
- Puntos de Ventas.

### **2.1.2 Caracterización de la Tienda “La Casa Mimbres”.**

La Sucursal dispone en estos momentos, dentro de las instalaciones minoristas, de 19 Servi Cupet, 2 Rápidos, 29 Puntos de Ventas, 2 Photo Service y 25 Tiendas Panamericanas una de ellas la mayor y más importante por los volúmenes de ingresos que genera es la Tienda Casa Mimbres con un total de 60 trabajadores, la cual cuenta con más de 20 departamentos de venta, utilizándose como método de venta el sistema de autoservicio y el de área cerrada. En los últimos años la tienda ha promediado ingresos anuales por más de 3.0 millones destacándose los departamentos de Confecciones, Canastilla, Sedería, Soda, Calzado, Perfumería y aseo, Electrónica, Útiles del Hogar y ferretería doméstica, Muebles y colchones, alimentos golosinas y postres, Bebidas licores y cervezas y artículos varios por un precio, siendo este último departamento uno de los más aceptados por la población. Es de destacar que aproximadamente el 50% de las mercancías que vende es de producción nacional. El almacén de la tienda es el más grande de la Sucursal, alcanzando niveles de inventarios que superan los 350.0MCUC al costo.

### **2.2 Metodología para la administración de inventarios como alternativa interesante para la Administración Empresarial. .**

En la vida moderna se imponen las nuevas tecnologías, muchas veces no alcanzables por nuestras empresas, ejemplo de ello lo representa el enfoque japonés con su Just in Time, filosofía de mantener reducida a la mínima expresión los niveles de inventarios, mediante el uso de sofisticados procedimientos productivos con altísima automatización y enormes costos asociados, que la alejan del alcance de nuestros recursos. Es por esto que se continúan estudiando en la literatura especializada, y se aplican cada vez con mayor fuerza en nuestros procesos productivos los modelos de inventarios que permiten una administración empresarial cómoda, con la toma de decisión ayudada por la Modelación Matemática con los fines, entre otros, de mejorar el proceso productivo o de los servicios, reducir los costos, mayor control sobre el proceso de entradas y salidas en almacenes, estudiar las demandas y actuar en consecuencia para lograr una eficiencia en la gestión empresarial.

Los Modelos de Inventarios se describen en la literatura especializada y se estudian en los niveles superiores, presentan un alto grado de modelos matemáticos y en general se carece de las explicaciones sobre cómo aplicarlos en la realidad objetiva y cómo pueden ser utilizados en la dirección empresarial para la toma de decisiones.

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 constituye la médula espinal de la dirección empresarial. En estas, la administración adecuada del capital de trabajo garantiza resultados óptimos. El predecir en forma acertada el comportamiento de la demanda constituye el principal desafío del comerciante. Se trata especialmente de predecir una 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, por ejemplo, productos “incógnita” que representan verdadera innovación, le

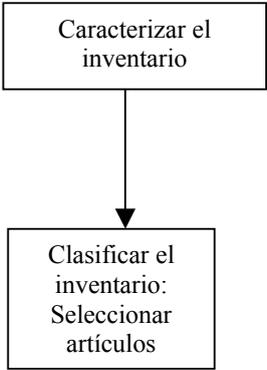
tocará al empresario estimar la cantidad de dinero que se podría congelar o perder en el evento de no acertar, sin que la empresa sufra impacto en su liquidez.

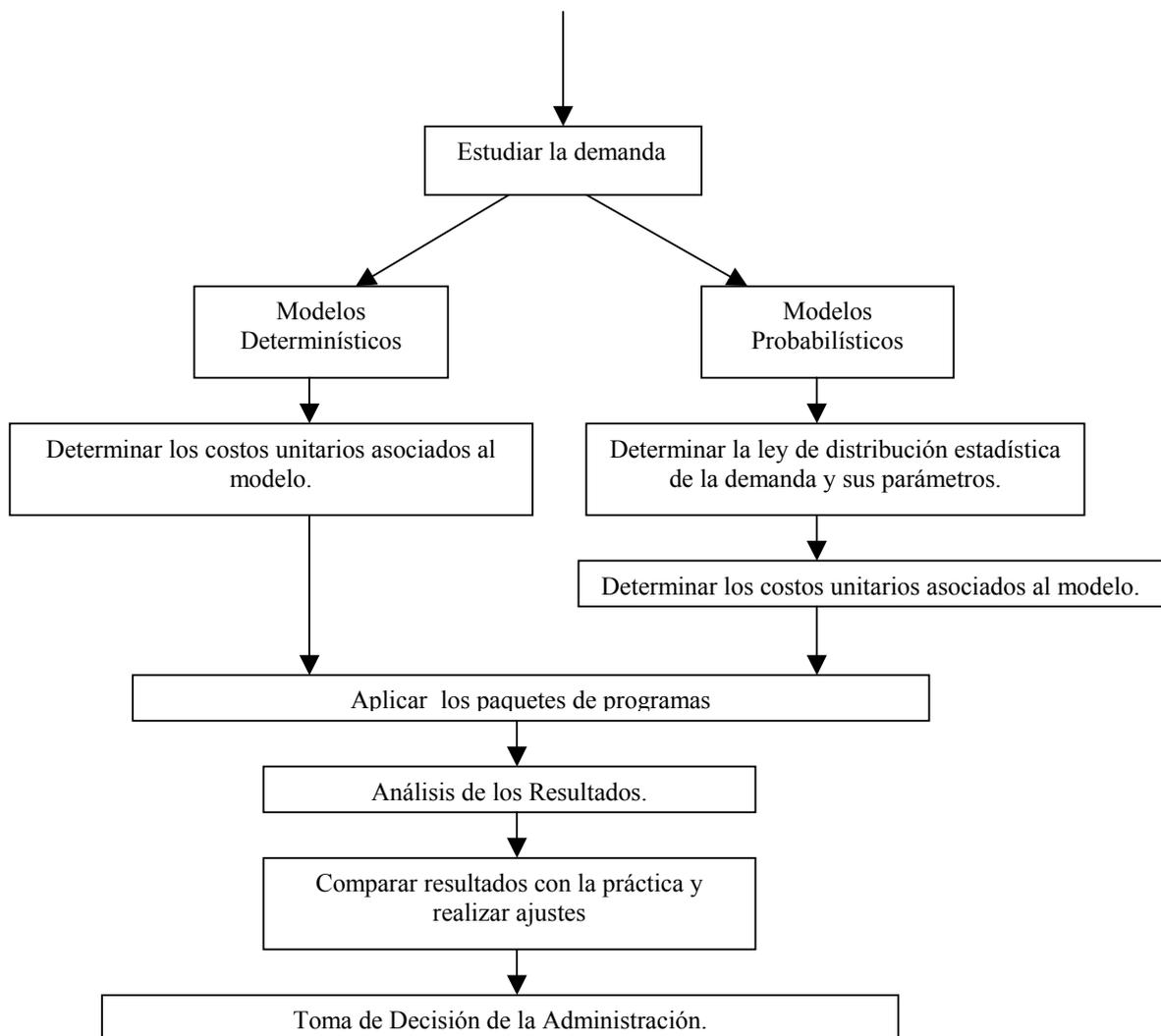
La elaboración de una metodología constituye el elemento integrador de todas las herramientas de trabajo brindadas por la investigación, constituye además, un aspecto simplificador para que nuestros directivos apliquen las nuevas tecnologías y aprovechen con su interpretación todas las salidas de resultados que se puedan obtener.

Se propone una metodología a seguir para ser incorporadas en la toma de decisiones de la tienda Casa Mimbres, con vistas al trabajo con los modelos de inventarios siguiendo los siguientes pasos:

- Caracterizar el inventario.
- Clasificar el inventario: Seleccionar artículos.
- Estudiar la demanda.
- Identificar el modelo. Aplicar Paquetes de Programas.
- Analizar los resultados.
- Comparar resultados con la práctica y realizar ajustes adecuados.
- Tomar la decisión administrativa.

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. En el mismo se pueden ver todas las etapas del proceso de clasificación, estudio de la demanda y la división de los modelos de inventarios en sus dos grandes grupos generales: los modelos determinísticos para la administración de inventarios con demanda estable y los modelos probabilísticos con demanda aleatoria a la que se le debe encontrar la ley de distribución estadística que proceda.





### 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 estada 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 Determinísticos o Probabilísticos 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 probabilísticos, en caso contrario aplicar modelos Determinísticos.

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.

□ 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  $\mu$  y  $\sigma$  son los parámetros de esta ley.

□ **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  $\theta$  es un parámetro siempre positivo.

□ **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  $\lambda$  es el parámetro de la distribución o valor promedio.

□ **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 Determinísticos:**  $VC \leq 0.2$

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 **determinística** 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:

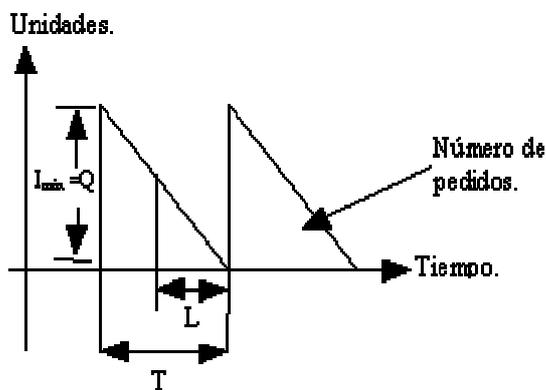
$\frac{KD}{q}$  : costo de orden al año

$pD$  : 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 determinística 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 determinísticos, 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.

### 1. 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 como igualdad.

Luego la cantidad óptima a pedir se puede obtener al determinar el valor de  $q^*$  que satisfaga:

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

$$P(D \geq q^*) = \frac{C_u}{C_o + C_u}$$

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.

## 2. 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  $\tau_D$ .

$C_B$ : 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:

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

### 3.- 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 estudian en paquetes de programas tales como el WinQsb y QSB.

### **2.2.5 Analizar 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 Tomar la Decisión Administrativa:**

La toma de la decisión de la administración es 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.

## **Conclusiones del Capítulo II**

- Se realizó la caracterización de la Sucursal de CIMEX en Cienfuegos y de la tienda “La Casa Mimbre”, la cual genera altos niveles de ingreso con más de 20 departamentos de venta y cuenta con uno de los almacenes más grandes de la Sucursal.

- Se presenta la propuesta de la metodología a seguir por parte de la dirección de la tienda la que consiste en 7 pasos; 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 tomar la decisión administrativa.
- Esta metodología posibilitará a “La Casa Mimbres” tomar mejores decisiones en la administración de inventario.

### **Capítulo III. Análisis de los resultados de la aplicación de la metodología gerencial elaborada en la tienda “La Casa Mimbres”.**

#### **3.1 Diagnóstico.**

La gestión de los inventarios hoy, se ha convertido en uno de los puntos claves para la empresa, pues ello determina la existencia física óptima del capital de trabajo, de manera que queden liberados los recursos financieros para las operaciones de la empresa.

La Tienda Panamericana “La Casa Mimbres” perteneciente a la Sucursal Cienfuegos de CIMEX, es el establecimiento más grande de su tipo en la región central del país. Los períodos seleccionados para el análisis fueron los años 2003, 2004 y 2005. Realizándose un estudio de las mayores ventas mensuales por producto de los 3 años estudiados; investigándose en total 36 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 nivel de código del producto hasta el del departamento de ventas, del 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, origen de la compra y tipo de proveedor. Luego se filtraron los productos escogidos y se preparó para cada uno de ellos en ficheros Excel independientes hojas de cálculos con toda la información recopilada de los 36 períodos analizados.

Por el gran volumen de ventas y de productos que comercializa el establecimiento se seleccionaron 13 productos que a criterio 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, clasifican en las clases A o B y cualquier problema con el suministro los colocaría en productos básicos por los altos niveles de demanda. Todo lo antes expuesto nos lleva a la conclusión de que estos productos son los que deben ser elegidos para el presente estudio.

A continuación se expone el comportamiento de las ventas y las utilidades de cada uno de los productos que se estudiaron en el período comprendido en la investigación.

<b>Producto</b>	<b>Ventas</b>	<b>Utilidad</b>	<b>% Ventas</b>	<b>% Utilidad</b>
Artículos Varios Todo X 1	894888.0	429546.2	55	59

Televisor ATEC Panda	158930.0	7746.4	10	1
Refrigerador Samsung SRA-24NFE	142651.3	73543.2	9	10
Artículos Varios Todo X 3	108624.0	52501.6	7	7
Artículos Varios Todo X 5	101090.0	48725.4	6	7
Artículos Varios Todo X 10	60540.0	29180.3	4	4
Refrigerador LG GR-24W11	53795.4	28058.3	3	4
Refrigerador Samsung SRA-19NFE	31253.0	18294.3	2	3
Lavadora semi automática Daytron 60-288S	28100.2	14145.9	2	2
Pintura Blanca Acrilec 4Litros	21094.9	11868.2	1	2
Jabón de Tocador Sport 125GM	10882.8	5340.4	1	1
Cerveza Bucanero lata 355ML	9976.4	6181.8	1	1
Aceite As de Soya 100% 1 lt.	8886.2	4791.5	1	1
<b>Total</b>	<b>1630712.0</b>	<b>729923.4</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>

Como podemos observar los resultados de la tabla se refieren en la primera columna a las ventas totales de todos los productos detallados por código, la segunda columna el valor de las utilidades, la tercera columna el por ciento que representan las ventas del total seleccionado y la cuarta columna el por ciento de utilidad de cada producto dentro del total seleccionado.

Podemos observar que las mayores ventas están determinada por los artículos varios por un dólar y es también quien nos determina la mayor utilidad, le sigue el TV PANDA que por política de precios no es de los que mayor por ciento de utilidad genera. Como regularidad se aprecia que casi todos los productos equiparan el por ciento de ventas con la utilidad que generan; siendo los artículos varios por un dólar, el refrigerador Samsung SRA-24NFE y los artículos varios por 5 dólares los que en su relación porcentual supera el por ciento de utilidad al de ventas.

Es válido aclarar que existen otros productos que son muy demandados en la tienda, dentro del departamento de confecciones y calzados, pero como estos difieren en los 3 años estudiados en sus códigos por la diversidad de estilos y modelos, fueron eliminados del análisis porque resultaba muy difícil hacer un seguimiento históricos de éstos.

### **3.2 Análisis Estadístico de la Demanda.**

Con los datos obtenidos sobre los productos en “La Casa Mimbres” se hace un estudio estadístico descriptivo para encontrar los estadígrafos principales de los parámetros estudiados y obtener la ley de distribución estadística de la demanda de los mismos para poder modelar posteriormente el proceso de inventario, los pasos a seguir con el paquete de programas SPSS son:

- **Estadígrafos descriptivos de los parámetros principales de los productos.**

Se realiza el Análisis Descriptivo de los productos estudiados y se calculan media, varianza, desviación típica, mediana, moda y el Coeficiente de variación (CV) para conocer el tipo de distribución de la demanda:

**Anexo (del 1 al 13)** con las tablas estadísticas descriptivas para cada uno de los productos.

El coeficiente de variación se calcula para determinar el tipo de distribución estadística que se le dará a la demanda:

Si  $CV > 0.2$  (la Ley de Distribución de la demanda es de tipo Probabilístico), en caso contrario (la Ley de Distribución de la demanda es de tipo Determinístico).

El procedimiento para el Análisis Descriptivo en el SPSS:

- Analizar.
- Estadística Descriptiva.
- Frecuencias.
- Demanda: cantidades vendidas por producto.
- Estadísticos: Máximo, Mínimo, Media, Mediana, Moda, Varianza y Desviación Típica.
- Continuar.
- Aceptar.

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

Para el cálculo de la ley de distribución de los productos se trabaja con la prueba no paramétrica de Kolmogorov-Smirnov para una sola variable ajustando a las distribuciones Normal, Exponencial, Poisson y Uniforme quedándonos con el mejor ajuste. La Prueba de Hipótesis para la determinación de la ley de distribución de la demanda del producto se plantea como:

- $H_0$ : La distribución de la demanda del producto sigue la ley de distribución estadística teórica dada (Normal o Exponencial o Poisson, según el caso).

**Hipótesis Nula.**

- $H_1$ : La distribución de la demanda del producto no sigue la distribución estadística teórica dada.

**Hipótesis Alternativa.**

Procedimiento para encontrar la ley de distribución de la demanda según el SPSS.

- Analizar.
- Pruebas no paramétricas.
- Kolmogorov-Smirnov para 1 sola muestra.
- Contrastar Variables: cantidad vendida del producto.
- Distribución de Contraste: Normal, Exponencial, Poisson y Uniforme.
- Aceptar.

Los resultados de la Aplicación del SPSS del cálculo de la ley de distribución de la demanda de los productos seleccionados se dan a continuación:

Tabla: Demanda de los productos y ley de distribución para un período 3 años (36 meses).

Producto	Períodos Nivel de Servicios (Meses)	Media de la Cantidad	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación: Probabilístico (P) Determinístico (D)	Ley de Distribución.
Aceite AS de Oro	27	161.33	105.95	0.43 P	Normal
TV ATEC Panda	35	16.51	9297	0.31 P	Normal
Cerveza Bucanero	31	404.26	516.4	14.9 P	Exponencial
Jabón Tocador SPORT	27	1026.37	1185.33	1.33 P	Exponencial
Lavadora Daytron	25	6.12	4631	0.57 P	Exponencial
Pintura Emuls, Blanca	21	168.5	171031	1.03 P	Exponencial
Refrigerador LG 24	18	5.61	4231	0.56 P	Normal
Refrigerador Samsung 19	22	3.68	2009	0.30 P	Poisson
Refrigerador Samsung 24	29	9.83	6459	0.43 P	Normal
Todo por 1	36	24858	9933.84	0.16 D	Normal
Todo por 3	36	100.78	556.38	0.3 P	Normal
Todo por 5	36	561.61	301.29	0.29 P	Normal
Todo por 10	27	224.22	142.78	0.40 P	Normal

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) de cada uno de ellos se pudo constatar que sólo el producto “Artículo varios todo por un dólar” presenta un coeficiente de variación determinístico.

### 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

- Gasto de flete mensual promedio; el establecimiento paga el servicio de transportación; gasto promedio mensual \$ 690.00 Suponiendo que el lote este formado por la sumatoria de los productos analizados quedaría:

$$\text{Lote} = \Sigma (\text{demanda media} \times \text{producto})_i \text{ en el mes}$$

Costo Emisión de un lote de producto =  $(\$1120 \times \text{demanda media producto } i) / \Sigma (\text{demanda media} \times \text{producto})_i$

2. **Costo de Producción o precio de compra:** precio unitario de costo para cada producto.
3. **Costo de almacenamiento del producto:** no se conoce por la empresa. 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 está establecido que para los productos que distribuye la base central de almacenes BCAPI II es de **10 días** y para los contenedores de todo por un precio que son de origen importado es de **45 días**.
6. **Nivel de Servicio deseado:** se da en por ciento, para determinarlo se analizó para cada uno de los productos el número de meses que presentaron afectación en las ventas por la inexistencia de estos y se dividió entre el total de períodos analizados (36) determinándole un por ciento de satisfacción.
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 \$ 430.00 y dividiéndolo entre el número de días hábiles dentro del mes (24) obteniéndose el costo de un día del especialista  $\$430 / 24 = \$18.00$ .

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

#### **3.4.1 Teoría de Inventarios.**

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

El tratamiento matemático se realiza con los paquetes de Programas WinQsb y el Qsb respectivamente obteniéndose los mejores resultados con el paquete Qsb, que serán explicados más adelante. El Paquete Qsb tiene dos modelos para abordar la Teoría de Inventarios:

- Inventory Theory con el que se estudian los modelos del tipo determinístico:  
Demanda Uniforme. Cantidad Económica del Pedido. (EOQ).  
Demanda Uniforme. Modelos con Discontinuidad o saltos de Precios.  
Demanda Estocástica con período Simple.

Se asume que la demanda media es constante, los artículos son independientes, el tiempo de reaprovisionamiento es constante y no hay incertidumbre en los problemas de decisión en el inventario En el EOQ minimiza el costo total del inventario.

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.

- Inventory Theory 2 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 siguientes parámetros:

- 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.  
 I: Nivel de Inventario.  
 C: Costo Unitario de adquisición.  
 A: Costo de Emisión por lote.  
 J: Costo de revisión del inventario.  
 h: Costo unitario de almacenamiento.  
 L: Lead Time. Tiempo de reaprovisionamiento.  
 R: Intervalo de Revisión.  
 s: Punto de Reorden.  
 S: Nivel máximo de inventario.  
 Q: Cantidad del Pedido.  
 SS: Stock de seguridad.  
 d(t): Demanda promedio en el período de tiempo t.  
 SL: Nivel de Servicio.

### **3.4.2 Resultados del Modelo Matemático de Inventarios:**

**Modelo EOQ para Demanda Determinística. Producto Todo por uno.**

Para el caso del Todo por uno con  $CV < 0.2$  se aplica un modelo determinístico 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 for todo uno -----			
05-23-2006 15:59:02		Page: 1 of 1	
Input Data	Value	Inventory and Cost	Value
Demand per mes	24858	Order quantity (EOQ)	29673.2
Order (setup) cost	978	Maximum inventory	26259.47
Holding cost per mes	.0624	Maximum backorder	3413.731
Shortage cost per mes	.48	Order interval in mes	1.193708
Lost-sale cost per unit	0	Reorder point	21444.27
Replenishment/production rate per mes	M	Total setup or ordering cost	819.2955
Lead time in mes	2	Total holding cost	725.0403
Unit cost	.52	Total shortage cost	94.25523
		Total lost-sales cost	0
		Subtotal	1638.591
		Total material cost	12926.16
		Grand total cost	14564.75
		Elapsed CPU seconds	0

Según los resultados del modelo la cantidad económica del pedido, es decir la cantidad óptima a pedir es 29 673 productos, pidiéndose cada 1.19 meses (36 días), el inventario máximo del producto será de 26 259 productos con un punto de reorden de de 21 444 productos, lo que implica que se debe pedir cuando se llegue a 1.19 meses en el tiempo o cuando el inventario tenga 21 444 productos. Con los niveles de demanda del producto y para obtener valores económicos óptimos se van a producir déficit en el período de 3413 productos. En los datos históricos procesados por el SPSS se tenía como valor medio de pedidos 24 858 productos, por lo que los déficit superaban la cantidad propuesta por el modelo. En la Tabla se observan los valores económicos óptimos alcanzados por el paquete implicando ahorros considerables.

### **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.

**Sistema OR. Aceite AS de Oro.**

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

----- OR(s,S) Analysis for Aceite Vegetal - Optimal -----			
05-23-2006 07:15:07		Page: 1 of 1	
-----			
Input Data	Value	Input Data	Value

Demand distribution	Normal		
Average demand per mes	161.33	Standard deviation	105.94
Unit acquisition cost	.94	Order + review cost	24.35
Unit shortage cost	1.21	Shortage are	Lost
Unit holding cost	.1128	Lead time in mes	.33
Cycle+lead time demand	246.104	Standard deviation	130.8464
Best Order-Up-To Qty. =	510.02	Cost per mes:	
Reorder Point =	413.5874	Order + Review Cost =	19.89087
Review Cycle in mes =	1.19547	Holding Cost =	44.55764
Maximum Inventory =	456.7811	Shortage Cost =	8.144392
Safety Stock =	317.1548	Subtotal =	72.59291
Expected Shortage Qty. =	8.046589	Material Cost =	145.3232
Service Level (%) =	91.96971	Total Cost =	217.9161
	Elapsed CPU seconds =	0	

Este producto con una demanda distribuida normalmente con media de 161.33 unidades y una desviación estándar muy alta de 105, que presupone un rango de variación muy elevada de la demanda mensual y una inestabilidad grande en el suministro. La cantidad óptima a pedir es de 510 unidades, con un punto de reorden muy cercano de pedir cuando se llegue a 413 unidades en el almacén o si se quiere pedir por período fijo sería cada 1.19 meses (36 días), el máximo inventario será de 456 unidades con un stock de seguridad de 317 unidades en el almacén y aproximadamente 8 unidades de déficit en el mes. Estos resultados óptimos producen un nivel de servicio del 92 %, superior al 75 % de los resultados estadísticos reales promedio de la empresa y con niveles muy inferiores de costos asociados al inventario.

### **Sistema OR. TV ATEC PANDA.**

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

----- OR(s,S) Analysis for ATEC Panda - Optimal -----			
05-23-2006 07:06:55		Page: 1 of 1	
Input Data	Value	Input Data	Value
Demand distribution	Normal		
Average demand per mes	16.51	Standard deviation	9.297
Unit acquisition cost	290	Order + review cost	18.65
Unit shortage cost	10	Shortage are	Lost
Unit holding cost	34.8	Lead time in mes	.33
Cycle+lead time demand	8.347684	Standard deviation	6.610774
-----			
Best Order-Up-To Qty. =	26.4062	Cost per mes:	
Reorder Point =	10.39702	Order + Review Cost =	105.9085
Review Cycle in mes =	0.33	Holding Cost =	367.9677
<b>Maximum Inventory =</b>	<b>20.9579</b>	Shortage Cost =	165.187
<b>Safety Stock =</b>	<b>15.5096</b>	Subtotal =	639.0632
Expected Shortage Qty. =	5.28	Material Cost =	0
Service Level (%) =	98.000	Total Cost =	639.0632
	Elapsed CPU seconds =	0	

Este producto con una distribución normal de su demanda con media de 16.51 unidades al mes y una desviación estándar alta de 9.29, que presupone un rango de variación muy elevado de la demanda mensual y una inestabilidad grande en el suministro. La cantidad óptima a pedir es de 26 unidades, con un punto de reorden de pedir cuando se llegue a 10.397 unidades en el almacén o si se quiere pedir por período fijo sería cada 0.33 meses (10 días), el máximo inventario será de 21 unidades con un stock de seguridad de mantener 15.50 unidades en el almacén y aproximadamente 3 unidades de déficit en el mes. Estos resultados óptimos producen un nivel de servicio del 98 %, superior al 97 % de los resultados estadísticos reales promedio de la empresa y con niveles muy inferiores de costos asociados al inventario.

### **Sistema FOI. Cerveza Bucanero.**

Con la Cerveza Bucanero enlatada de 355 ml se obtuvieron los mejores resultados con el Sistema FOI. Los datos proporcionados y los resultados obtenidos se dan a continuación:

----- FOI Analysis for bucanero - Optimal -----	
06-01-2006 10:43:08	Page: 1 of 1

Input Data	Value	Input Data	Value
Demand distribution	Exponential		
Average demand per ms	404.26	Standard deviation	404.26
Unit acquisition cost	.3	Order + review cost	33.91
Unit shortage cost	.58	Shortage are	Lost
Unit holding cost	.045	Lead time in ms	.33
Cycle+lead time demand	600.7439	Standard deviation	600.7439
Best Order-Up-To Qty. =	1113.008	Cost per ms:	
Review Cycle in ms =	1.156033	Order + Review Cost =	29.33306
Minimum Inventory =	512.2645	Holding Cost =	37.80615
Maximum Inventory =	979.6026	Shortage Cost =	47.2631
Safety Stock =	512.2645	Subtotal =	114.4023
Expected Shortage Qty. =	94.20297	Material Cost =	96.83157
Service Level (%) =	84.31895	Total Cost =	211.2339
	Elapsed CPU seconds =	0	

Con una distribución exponencial de la demanda con media de 404.26 unidades, único parámetro de la distribución, la cantidad económica del pedido de 1113 unidades, un ciclo de revisión para el pedido de 1.15 meses (35 días), un inventario máximo de 979 unidades, un stock de seguridad de 512 unidades y un aproximado de 94 unidades de déficit nos da un inventario de costo mínimo y un nivel de servicio del 84 %; ambos superiores al 67 % de los resultados estadísticos reales promedio de la empresa adquiridos por la base central de almacenes (BCAPI II) y los costos reales asociados al inventario.

### **Sistema OR. Jabón de Tocador SPORT.**

En el Jabón de tocador SPORT se seleccionó como mejor resultado el obtenido por el sistema OR, los datos proporcionados y los resultados de la corrida se dan a continuación.

|----- OR(s,S) Analysis for Jabon - Optimal -----|

Input Data	Value	Input Data	Value
Demand distribution	Exponentia		
Average demand per mes	1026.37	Standard deviation	1026.37
Unit acquisition cost	.2	Order + review cost	58.4
Unit shortage cost	.2	Shortage are	Lost
Unit holding cost	.024	Lead time in mes	.5
Cycle+lead time demand	1659.503	Standard deviation	1659.503
Best Order-Up-To Qty. =	4117.042	Cost per mes:	
Reorder Point =	3543.884	Order + Review Cost =	49.47227
Review Cycle in mes =	1.116866	Holding Cost =	98.32915
Maximum Inventory =	3603.857	Shortage Cost =	145.0051
Safety Stock =	2970.725	Subtotal =	292.8066
Expected Shortage Qty. =	809.7567	Material Cost =	60.26886
Service Level (%) =	116.0517	Total Cost =	353.0754
Elapsed CPU seconds =		0	

Con una distribución exponencial de la demanda con media de 1026.37 unidades, único parámetro de la distribución, la cantidad económica del pedido de 4117 unidades, un ciclo de revisión para el pedido de 1.116 meses (34 días), un inventario máximo de 3603.857 unidades, un stock de seguridad de 2970.725 unidades y un aproximado de 809.7567 unidades de déficit nos da un inventario de costo mínimo y un nivel de servicio del 116 % (lo que significa que el nivel de productos en el almacén en el año superan a los déficit esperados); muy superior al 67 % de los resultados estadísticos reales promedio de la empresa adquiridos por la base central de almacenes (BCAPI II) y los costos reales asociados al inventario.

**Sistema FOI. Lavadora Daytron.**

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

Input Data	Value	Input Data	Value
Demand distribution	Exponential		
Average demand per mes	6.12	Standard deviation	6.12
Unit acquisition cost	94.38	Order + review cost	18.24
Unit shortage cost	103.6	Shortage are	Lost
Unit holding cost	11.32	Lead time in mes	.33
Cycle+lead time demand	5.012971	Standard deviation	5.012971
Best Order-Up-To Qty. =	4.915743	Cost per mes:	
Review Cycle in mes =	.4891129	Order + Review Cost =	37.29201
Minimum Inventory =	0	Holding Cost =	37.1267
Maximum Inventory =	2.896143	Shortage Cost =	398.2673
Safety Stock =	0	Subtotal =	472.686
Expected Shortage Qty. =	1.880286	Material Cost =	214.7825
Service Level (%) =	62.49158	Total Cost =	687.4685
	Elapsed CPU seconds =	0	

Con una distribución exponencial de la demanda con media de 6.12 unidades, único parámetro de la distribución, la cantidad económica del pedido de 5 unidades, un ciclo de revisión para el pedido de 0.49 meses (15 días), sin tener stock de seguridad en el almacén, con una cantidad máxima a almacenar de solo 3 unidades para un nivel de servicio del 62% que este aunque es menor que el que realmente presenta la empresa disminuye los costos relacionados con el inventario por lo que se considera que es mejor el resultado que ofrece el modelo matemático. De acuerdo con nivel de servicio las cantidades de déficit alcanzarían casi las 2 lavadoras.

### **Sistema FOI. Pintura Acrilec Blanca.**

En la Pintura Acrilec Blanca se seleccionó como mejor resultado el obtenido por el sistema FOI, los datos proporcionados y los resultados de la corrida se dan a continuación.

Input Data	Value	Input Data	Value
Demand distribution	Exponentia		
Average demand per mes	168.5	Standard deviation	168.5
Unit acquisition cost	2.32	Order + review cost	24.6
Unit shortage cost	3.08	Shortage are	Lost
Unit holding cost	.27	Lead time in mes	.5
Cycle+lead time demand	202.5102	Standard deviation	202.5102
-----			
Best Order-Up-To Qty. =	326.2778	Cost per mes:	
Review Cycle in mes =	.7018409	Order + Review Cost =	35.05068
Minimum Inventory =	123.7676	Holding Cost =	60.29903
Maximum Inventory =	242.0278	Shortage Cost =	177.4344
Safety Stock =	123.7676	Subtotal =	272.7841
Expected Shortage Qty. =	40.43206	Material Cost =	257.2681
Service Level (%) =	80.03455	Total Cost =	530.0522
	Elapsed CPU seconds =	0	

Con una distribución de la demanda exponencial con media de 168.5 unidades, único parámetro de la distribución, la cantidad económica del pedido de 326 unidades, un ciclo de revisión para el pedido de 0.70 meses (21 días), un inventario máximo de 242 unidades, un stock de seguridad de 124 unidades aproximadamente y unas 40 unidades de déficit nos da un inventario de costo mínimo y un nivel de servicio del 80 %; ambos superiores al 67 % de los resultados estadísticos reales promedio de la empresa y los costos reales asociados al inventario.

## Sistema OR Refrigerador LG.

----- OR(s,S) Analysis for RefLG - Optimal -----			
05-23-2006 07:19:27		Page: 1 of 1	
Input Data	Value	Input Data	Value
Demand distribution	Normal		
Average demand per mes	5.61	Standard deviation	4.231
Unit acquisition cost	261	Order + review cost	18.22
Unit shortage cost	244	Shortage are	Lost
Unit holding cost	31.32	Lead time in mes	.5
Cycle+lead time demand	4.757246	Standard deviation	3.896183
-----			
Best Order-Up-To Qty. =	13.7345	Cost per mes:	
Reorder Point =	11.45868	Order + Review Cost =	52.3047
Review Cycle in mes =	0.4322	Holding Cost =	325.7345
Maximum Inventory =	10.9433	Shortage Cost =	241.2171
Safety Stock =	8.5046	Subtotal =	619.2562
Expected Shortage Qty. =	0.0277	Material Cost =	1206.187
Service Level (%) =	98.233	Total Cost =	1825.443
Elapsed CPU seconds =		0	

Con una distribución Normal de la demanda con media de 5.61 unidades, una desviación estándar de 4.231 unidades, valor de la desviación muy alto lo que implica una variación elevada de la demanda mensualmente, la cantidad económica del pedido calculada por el modelo de inventarios de 13.7345 unidades, un ciclo de revisión para el pedido de 0.4322 meses (13 días), un inventario máximo de 10.94 unidades, un stock de seguridad de 8.5046 unidades y un aproximado de 0.0277 unidades de déficit nos da un inventario de costo mínimo y un nivel de servicio del 98 %, muy superior al 50 % de los resultados estadísticos reales promedio de la empresa adquiridos por la base central de almacenes (BCAPI II) y los costos reales asociados al inventario.

## Sistema OR. Refrigerador Samsung 19N.

En el Refrigerador Samsung 19N se seleccionó como mejor resultado el obtenido por el sistema OR, los datos proporcionados y los resultados de la corrida se dan a continuación.

----- OR(s,S) Analysis for Refrigerador S.19 - Optimal -----			
06-01-2006 10:55:20		Page: 1 of 1	
Input Data	Value	Input Data	Value
Demand distribution	Poisson		
Average demand per mes	3.68	Standard deviation	1.918333
Unit acquisition cost	200.09	Order + review cost	18.14
Unit shortage cost	197	Shortage are	Lost
Unit holding cost	24	Lead time in mes	.33
Cycle+lead time demand	3.572987	Standard deviation	1.890235
-----			
Best Order-Up-To Qty. =	7.179294	Cost per mes:	
Reorder Point =	6	Order + Review Cost =	28.2707
Review Cycle in mes =	.6409205	Holding Cost =	133.2025
Maximum Inventory =	5.964893	Shortage Cost =	48.35038
Safety Stock =	4.820706	Subtotal =	209.8235
Expected Shortage Qty. =	.1573033	Material Cost =	687.2224
Service Level (%) =	91.13701	Total Cost =	897.046
	Elapsed CPU seconds =		0
-----			

Este producto con una demanda de distribución del tipo poisson con media de 3.68 unidades y una desviación estándar muy alta de 1.91, que presupone un rango de variación muy elevada de la demanda mensual y una inestabilidad grande en el suministro. La cantidad óptima a pedir es de 7 unidades, con un punto de reorden muy cercano de pedir cuando se llegue a 6 unidades en el almacén o si se quiere por cantidad cuando el inventario llegue a su punto máximo de 6 unidades, lo que indica que por lo general aunque exista un nivel máximo en el almacén habrá que pedir el reaprovisionamiento, con un stock de seguridad de 4.82 unidades, con un nivel de servicio de 91% que supera ampliamente el 61 % obtenido en la realidad, un nivel muy bajo de déficit de 0.15 en el mes. Estos resultados óptimos superan los resultados estadísticos reales promedio de la empresa y los niveles de costos reales asociados al inventario.

**Sistema FOI. Refrigerador Samsung 24N.**

En el Refrigerador Samsung 24 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 Refrig Samsun 24 - Optimal -----			
05-23-2006 07:31:05		Page: 1 of 1	
Input Data	Value	Input Data	Value
Demand distribution	Normal		
Average demand per mes	9.83	Standard deviation	6.459
Unit acquisition cost	226.65	Order + review cost	18.39
Unit shortage cost	270.69	Shortage are	Lost
Unit holding cost	27	Lead time in mes	.33
Cycle+lead time demand	6.446563	Standard deviation	5.230614
Best Order-Up-To Qty. =	11.52026	Cost per mes:	
Review Cycle in mes =	.325805	Order + Review Cost =	56.44481
Minimum Inventory =	5.073696	Holding Cost =	192.6806
Maximum Inventory =	8.276359	Shortage Cost =	383.2557
Safety Stock =	5.073696	Subtotal =	632.3811
Expected Shortage Qty. =	.4612901	Material Cost =	1907.068
Service Level (%) =	83.17635	Total Cost =	2539.449
Elapsed CPU seconds =		0	

Con una distribución de la demanda normal con media de 9.83 unidades, y desviación estándar de 6.46, la cantidad económica del pedido de casi 12 unidades, un ciclo de revisión para el pedido de 0.33 meses (9.9 días), un inventario máximo de 8 unidades, un stock de seguridad de 5 unidades aproximadamente; de esta forma no se alcanzaría ni siquiera una unidad de déficit con un nivel de satisfacción del servicio del 83 %; superior al 80.5 % de los resultados estadísticos reales promedio; si se analizan los costos relacionados con los inventarios, comparados con los reales de la empresa los resultados del modelo son superiores al minimizar los costos asociados.

**Sistema OR. Artículos varios todo por 3.**

En los artículos varios todo por 3 se seleccionó como mejor resultado el obtenido por el sistema OR, los datos proporcionados y los resultados de la corrida se dan a continuación.

----- OR(s,S) Analysis for Todox3 - Optimal -----			
05-23-2006 07:55:02		Page: 1 of 1	
Input Data	Value	Input Data	Value
Demand distribution	Normal		
Average demand per mes	1005.78	Standard deviation	556.384
Unit acquisition cost	1.55	Order + review cost	58
Unit shortage cost	1.45	Shortage are	Lost
Unit holding cost	.186	Lead time in mes	2
Cycle+lead time demand	2686.612	Standard deviation	909.3386
-----			
Best Order-Up-To Qty. =	4306.306	Cost per mes:	
Reorder Point =	3968.78	Order + Review Cost =	80.633
Review Cycle in mes =	.6711729	Holding Cost =	557.7604
Maximum Inventory =	2294.746	Shortage Cost =	77.15228
Safety Stock =	1590.41	Subtotal =	715.5457
Expected Shortage Qty. =	35.71208	Material Cost =	1476.486
Service Level (%) =	96.07903	Total Cost =	2192.031
	Elapsed CPU seconds =	0	
-----			

Este producto con una demanda distribuida normalmente con media de 1005.78 unidades y una desviación estándar relativamente alta de 556.4. La cantidad óptima a pedir es de 4306.30 unidades, con un punto de reorden muy cercano de pedir cuando se llegue a 3968.78 unidades en el almacén o si se quiere pedir por período fijo sería cada 0.67 meses (20 días), el máximo inventario será de 2294.74 unidades con un stock de seguridad de 1590.41 unidades en el almacén y aproximadamente 35.71 unidades de déficit en el mes. Estos resultados óptimos producen un nivel de servicio del 96 %, superior al 95 % de los resultados estadísticos reales promedio de la empresa y con niveles muy inferiores de costos asociados al inventario.

### **Sistema OR. Artículos varios todo por 5.**

En los artículos varios todo por 5 se seleccionó como mejor resultado el obtenido por el sistema OR, los datos proporcionados y los resultados de la corrida se dan a continuación.

----- OR(s,S) Analysis for Todox5 - Optimal -----			
05-23-2006 07:58:41		Page: 1 of 1	
Input Data	Value	Input Data	Value
Demand distribution	Normal		
Average demand per mes	561.61	Standard deviation	301.29
Unit acquisition cost	2.59	Order + review cost	40
Unit shortage cost	2.41	Shortage are	Lost
Unit holding cost	.31	Lead time in mes	2
Cycle+lead time demand	1469.706	Standard deviation	487.3966
-----			
Best Order-Up-To Qty. =	2349.673	Cost per mes:	
Reorder Point =	2176.431	Order + Review Cost =	61.35514
Review Cycle in mes =	.6169505	Holding Cost =	506.1183
Maximum Inventory =	1226.453	Shortage Cost =	69.60728
Safety Stock =	877.00	Subtotal =	637.0808
Expected Shortage Qty. =	17.81919	Material Cost =	1379.764
Service Level (%) =	96.85851	Total Cost =	2016.844
	Elapsed CPU seconds =	0	

Este producto con una demanda distribuida normalmente con media de 561.61 unidades y una desviación estándar relativamente alta de 301.29 unidades. La cantidad óptima a pedir según el modelo es de 2349.67 unidades, con un punto de reorden muy cercano de pedir cuando se llegue a 877 unidades en el almacén o si se quiere pedir por período fijo sería cada 0.6169 meses (18 días), el máximo inventario será de 1226.45 unidades con un stock de seguridad de 877 unidades en el almacén y aproximadamente 17.819 unidades de déficit en el mes. Estos resultados óptimos producen un nivel de servicio del 96.9 %, superior al 95 % de los resultados estadísticos reales promedio de la empresa y con niveles muy inferiores de costos asociados al inventario.

### **Sistema OR. Artículos varios todo por 10.**

En los artículos varios todo por 10 se seleccionó como mejor resultado el obtenido por el sistema OR, los datos proporcionados y los resultados de la corrida se dan a continuación.

----- OR(s,S) Analysis for Todox10 - Optimal -----			
05-23-2006 07:51:05		Page: 1 of 1	
Input Data	Value	Input Data	Value
Demand distribution	Normal		
Average demand per mes	224.22	Standard deviation	142.78
Unit acquisition cost	5.18	Order + review cost	27
Unit shortage cost	4.82	Shortage are	Lost
Unit holding cost	.61	Lead time in mes	2
Cycle+lead time demand	580.6666	Standard deviation	229.7701
Best Order-Up-To Qty. =	986.8397	Cost per mes:	
Reorder Point =	920.7264	Order + Review Cost =	44.2172
Review Cycle in mes =	.5897179	Holding Cost =	431.2572
Maximum Inventory =	538.3997	Shortage Cost =	85.5975
Safety Stock =	445.94	Subtotal =	561.0719
Expected Shortage Qty. =	10.47269	Material Cost =	1069.469
Service Level (%) =	100.5831	Total Cost =	1630.541
Elapsed CPU seconds = 0.058593			

Este producto con una demanda distribuida normalmente con media de 224.22 unidades y una desviación estándar de 142.78. La cantidad óptima a pedir es de 986.83 unidades, con un punto de reorden cercano de pedir cuando se llegue a 920.72 unidades en el almacén o si se quiere pedir por período fijo sería cada 0.5897 meses (18 días), el máximo inventario será de 538.40 unidades con un stock de seguridad de 445.94 unidades en el almacén y aproximadamente 10.47 unidades de déficit en el mes. Estos resultados óptimos producen un nivel de servicio del 100 %, superior al 95 % de los resultados estadísticos reales promedio de la empresa y con niveles muy inferiores de costos asociados al inventario.

### **Conclusiones del Capítulo III:**

- Se trabajó con el paquete de programa SPSS, para calcular la estadística descriptiva de los parámetros fundamentales y se encontró la ley de distribución de la demanda estadística que mejor ajustara a los datos de cada producto seleccionado.
- Se utilizó el paquete de programa QSB, se trabajó con el modelo EOQ para inventarios determinísticos y con los sistemas FOI y OR para los sistemas probabilísticos tomándose en este último caso el mejor resultado para la toma de decisiones concerniente a la gestión de inventario. En el sistema FOI se pide en un período fijo  $R$  lo necesario para llevar el inventario a la cantidad máxima  $S$ , en el sistema OR en el período  $R$  se revisa el inventario y se pide hasta llenar la cantidad máxima de inventarios  $S$  solo si el inventario a mano es menor o igual al punto de reorden  $s$ .
- Se aplicó la metodología propuesta utilizándose los modelos matemáticos de inventario con el manejo del paquete de programa QSB, con el objetivo de proporcionarle a la dirección una herramienta que tribute a una adecuada administración de inventario propiciando resultados tendientes, sino a lo óptimo al menos a mejorar el manejo de las existencias, los tiempos de pedido, los stocks de inventarios y costos mínimos asociados.

## **Conclusiones.**

- En el estado del arte de la literatura científica aparece que las empresas actuales necesitan auxiliarse de métodos modernos de administración basados en la modelación matemática para lograr ser competitivas alcanzando niveles óptimos de eficiencia. La administración adecuada de los inventarios en las empresas comerciales es de vital importancia pues minimiza los problemas asociados con los déficit de productos y la inmovilización de recursos financieros, mejora la satisfacción de la demanda y optimiza los costos asociados; contribuyendo con el desarrollo de este tipo de entidades.
- Se elaboró la propuesta de la metodología gerencial a la tienda “La Casa Mimbre”; la cual permitió tomar mejores decisiones en la administración de inventario; cumpliéndose con el objetivo de la investigación.
- Se trabajó con el paquete de programa SPSS, para calcular la estadística descriptiva de los parámetros fundamentales y se encontró la ley de distribución de la demanda para cada uno de los productos seleccionados.
- Se utilizó el paquete de programa QSB, aplicando el modelo de inventario EOQ determinístico para demandas conocidas y el modelo probabilístico para demandas aleatorias trabajando dentro de este con los sistemas FOI y OR tomándose el mejor resultado para la toma de decisiones concerniente a la gestión de inventario.
- Se aplicó la metodología propuesta utilizándose los modelos matemáticos de inventario con el manejo del paquete de programa QSB, y proporcionó a la dirección una herramienta adecuada de administración de inventario mejorando los resultados en el manejo de las existencias, los tiempos de pedido, los stocks de inventarios y costos mínimos asociados.

### **Recomendaciones.**

- Que se utilice la metodología gerencial propuesta para tomar decisiones que contribuyan a una mejor administración de inventarios; auxiliándose de los modelos matemáticos de inventarios propuestos.
- Se generalice la utilización de la metodología propuesta y los modelos matemáticos de inventario en otros establecimientos comerciales.

## **Bibliografía:**

Aquilano, C. Dirección y Administración de la Producción y las Operaciones./ Chase

Aquilano. – México: Mac Graw Hill, 1995. – 450p.

Álvarez - Buylla Valle, Mercedes. Modelos Económico – Matemáticos II. Tomo 2 /

Mercedes Álvarez – Buylla. -- Ciudad de La Habana: Editorial ENPES, 1987.--652p.

Anderson, R. Introducción a los Métodos Cuantitativos para la Administración./ R

Anderson, J. Sweeney, A. Williams.-- México: Grupo Editorial Iberoamérica, 1995.—

620p.

Antelo Collado, Aurelio. Paquete de programas de Herramientas Matemáticas para el

análisis de la calidad de los servicios hoteleros/Aurelio Antelo Collado; Manuel E.

Cortés, Tutor. --Cienfuegos: Universidad de Cienfuegos,1995. -- Trabajo de Diploma.

Total de Hojas. 100h.

Azurang, M. R. Simulación y Análisis de Modelos Estocásticos./ M. R. Azurang, García E.

García D.-- México: Editorial McGraw - Hill, 1996. —356p.

Calero Vinelo, A. Estadística I / Aristides Calero Vinelo. -- Ciudad de La Habana: Editorial

Pueblo y Educación, 1985. —248p.

Chevienato, F. Administración de los Recursos Humanos/ F. Chavienato. — [SL;Sn,

200?]. p29.

Chiang, Alpha C. Métodos Fundamentales de Economía Matemática./ Alpha Chiang. –

Madrid.: Mc Graw Hill. 1987. – 580.

Cortés Cortés, Manuel E. Introducción a la Investigación de Operaciones./Manuel E.

- Cortés Cortés. – Guayaquil: Editorial Universidad de Guayaquil, 1999. --187p.
- Cué Muniz, J. Estadística P-I./Juan L Cué Muñiz. -- Ciudad de La Habana. Editorial ENPES, 1987.--243p.
- \_\_\_\_\_. Estadística P-II /Juan L. Cué Muñiz. --/Ciudad de La Habana. Editorial ENPES, 1987.--315p.
- Eppen, G. D. Investigación de Operaciones en la Ciencia Administrativa/ Eppen. G.D. – [et.al] México: Prentice Hall., 2000. —430p.
- Farol, H. Teoría Básica de la Administración/ H. Farol. – [sl:sn, 199?]. —p.40.
- Felipe, P. Programación Matemática I. /Pilar Felipe. -- Ciudad de La Habana: Editorial Combinado Poligráfico Evelio Rodríguez Curbelo, 1988.--352p.
- Freund, J. E. Estadística para la Administración con Enfoque Moderno./ John E. Freund, Benjamin M. Perles, Frank J. Williams.-- México: Editorial Prentice-Hall Hispanoamericana, S.A, 1990. —270p.
- Felipe, P. Programación Matemática II./Pilar Felipe. -- Ciudad de la Habana: Editorial Combinado Poligráfico Evelio Rodríguez Curbelo, 1982. –281p.
- Hernández, L. M. Probabilidades. /Luis M. Hernández . -- Ciudad de La Habana: Editorial Pueblo y Educación, 1986.--381p.
- Hillier, F. S, G. J. Lieberman. Operations Research. /Frederick S. Hillier, Gerald J. Lieberman. -- San Francisco: Editorial Holden-Day, Inc., 1974.--582p.
- Kaufmann, A. Métodos y modelos de la Investigación de Operaciones./Arnold Kaufmann. -- Ciudad de La Habana: Editorial Pueblo y Educación, 1981.--570p.

- Kohlor, H. Statistics for Business and Economics./ H. Kohlor.-- New York: Harper Collins Publishers,1994. –290p.
- Koontz, H. Administración: Una Perspectiva Global/ H. Koontz. – México: Ed. Mc. Graw Hill, -- [sl, 199?]. –220p.
- Mathur, K., D. Solow. Investigación de Operaciones. El arte de la toma de decisiones./ K. Mathur, D. Solow.-- México: Editorial Prentice - Hall Hispanoamericana, S. A, 1996. –450p.
- La Dirección estratégica de la Empresa/ [sl; sn], 2004. – 468p.
- Newman, G. D. Engineering economic analysis./ G. Donald Newman.-- San José California: Editorial Mcgraw Hill., 1983. – 448p.
- Pérez Betancourt, A., Díaz Yorca, C. El Directivo y la Ideología Organizacional Cubana/ A. Pérez Betancourt, C. Díaz Yorca. – Habana: Editorial Ciencias Sociales, 2003. – 345p.
- Portuondo Pichardo, F. M. Economía de Empresas Industriales Tomo II./ Fernando M. Portuondo Pichardo.-- Ciudad de La Habana: Editorial Pueblo y Educación, 1985.— 520p.
- Schroeder, R. G. Operations Management. Decision marking in the operations funtion./ G. Roger Schroeder.-- Minnesota: Editorial Mcgraw Hill, 1985. – 386p.
- Schwever, H. Process engineering economics./ H Schwever.--La Habana: Editorial Revolución, 1966.—279p.

Stoner, R. Administración/ R. Stoner. – [sl:sn],1998. —p120.

Taha, H. Investigación de Operaciones. /Handy Taha.-- México. Editorial Alfaomega. 1991.—989p.

Thierauf, R. Grosse, A. Toma de Decisiones por medio de la Investigación de Operaciones./ R. Thierauf, R. A. Grosse,-- México: Editorial Linusa Noriega, 1993. .— 356p.

Thuesen, G. J. Engineering economy./ G. J. Thuesen, W. J. Fabrycky.-- U.S.A: Editorial Prentice Hall int, 1984. .—370p.

Trujillo, J. M., Díaz J. Métodos Económico - Matemáticos I. Tomo I./José M. Trujillo, José A. Díaz. -- Ciudad de La Habana: Editorial ENPES, 1988.--339p.

---

\_\_\_\_\_ Métodos Económicos - Matemáticos II. Tomo I.  
Ciudad de La Habana. Editorial ENPES,1988.-395p.

Un enfoque renovador del Management [sl;sn],2003. 427p.

Watson, Gallagher. Métodos Cuantitativos para la toma de decisiones en Administración./ Gallagher Watson/. –México: Editorial Mc Graw-Hill, 1982.--612p.

Winston, W. L. Investigación de Operaciones: Aplicaciones y Algoritmos./ Wayne L. Winston. \_\_ México: Editorial Iberoamericana, 1994.--1337p.

