

FUNDAMENTOS DE CONTROL Y GESTIÓN DE INVENTARIOS

• CARLOS JULIO VIDAL HOLGUÍN •



Programa Editorial

Fundamentos de control y gestión de inventarios



Colección Ciencias de la Administración

En este texto se presentan los principales conceptos y técnicas cualitativas y cuantitativas para el control y la gestión de inventarios de demanda independiente. El texto se ha ideado como una herramienta básica para cursos de Logística o de Gestión de Inventarios, a nivel de pregrado o de postgrado. Se ha escrito con base en una extensa bibliografía actualizada, consistente en libros y artículos científicos sobre los diversos temas y con base en las propias experiencias del autor en el área de logística y de administración y optimización de cadenas de abastecimiento.

El tópico de inventarios es un tema muy sensible del área de logística y administración de la cadena de abastecimiento. Puede decirse que, después del transporte, los inventarios constituyen el principal componente de los costos totales de logística en la mayoría de las organizaciones. Por ello, que el lector aprenda a pronosticar la demanda y a gestionar y controlar los inventarios de demanda independiente de la mejor forma posible en la práctica, es el principal objetivo de este texto. Por este motivo, se hace especial énfasis en los modelos matemáticos y en las técnicas cuantitativas de pronósticos y control de inventarios y se privilegia el diseño y la aplicación de hojas electrónicas como una herramienta de optimización.

En el texto se tratan diversos temas, incluyendo sistemas de pronósticos de demanda independiente, control de inventarios de demanda determinística y probabilística, control conjunto de inventarios, control de inventarios de productos de moda y perecederos y control de inventarios en cadenas de abastecimiento. De cada uno de estos temas, se han diseñado ejemplos resueltos y ejercicios propuestos para el desarrollo por parte de los estudiantes, extractados en buena parte de las experiencias propias del autor. Además, todos los capítulos contienen un listado de lecturas adicionales comentadas para la profundización independiente de parte del lector.



Carlos Julio Vidal Holguín

Fundamentos de control y gestión de inventarios



Colección Ciencias de la Administración

Vidal Holguín, Carlos Julio

Fundamentos de control y gestión de inventarios / Carlos Julio Vidal Holguín. --
Santiago de Cali : Programa Editorial Universidad del Valle, 2010.

436 p. ; 24 cm. -- (Colección Ciencias Sociales)

1. Administración de inventarios 2. Control de inventarios 3. Gestión de existencias

I. Tít. II. Serie.

658.7 cd 21 ed.

A1247616

CEP-Banco de la República-Biblioteca Luis Ángel Arango

Universidad del Valle
Programa Editorial

Título: *Fundamentos de control y gestión de inventarios*

Autor: Carlos Julio Vidal Holguín

ISBN: 978-958-670-863-0

ISBN PDF: 978-958-765-488-2

DOI: 10.25100/peu.48

Colección: Ciencias de la Administración

Primera Edición Impresa diciembre 2010

Edición Digital julio 2017

Rector de la Universidad del Valle: Édgar Varela Barrios

Vicerrector de Investigaciones: Javier Medina Vásquez

Director del Programa Editorial: Francisco Ramírez Potes

© Universidad del Valle

© Carlos Julio Vidal Holguín

Diseño de carátula: Anna Echavarría. Elefante

Diagramación: Artes Gráficas del Valle S.A.S.

Este libro, o parte de él, no puede ser reproducido por ningún medio sin autorización escrita de la Universidad del Valle.

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión del autor y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad del Valle, ni genera responsabilidad frente a terceros. El autor es el responsable del respeto a los derechos de autor y del material contenido en la publicación (fotografías, ilustraciones, tablas, etc.), razón por la cual la Universidad no puede asumir ninguna responsabilidad en caso de omisiones o errores.

Cali, Colombia, julio de 2017



Universidad
del Valle

**PÁGINA EN BLANCO
EN LA EDICIÓN IMPRESA**

CONTENIDO

Prefacio	11
Capítulo 1	
Introducción	15
Motivación, naturaleza e importancia de los inventarios.....	15
La gran pregunta: ¿qué nivel de inventarios mantener y en dónde?.....	19
Ítems individuales o <i>Stock Keeping Units (SKU)</i>	24
Aspectos que influyen en el diseño de un sistema de administración de inventarios.....	30
Lecturas adicionales	41
Capítulo 2	
Elementos para la toma de decisiones en sistemas de inventarios	43
La diversidad de ítems y el marco de referencia	43
para las decisiones de inventarios	43
Clasificación funcional de los inventarios	47
Factores de importancia para la toma de decisiones en inventarios	48
Lecturas adicionales	62
Capítulo 3	
Pronósticos de demanda	63
Introducción	63
Naturaleza de los sistemas de pronósticos	64
Análisis de datos históricos y patrones de demanda.....	82
Sistema de pronósticos de promedio móvil	87

Suavización exponencial simple	95
Suavización exponencial doble.....	107
Sistemas de pronósticos para demanda estacional.....	123
Sistemas de pronósticos para ítems con demanda errática,	136
ítems nuevos y otros temas relacionados	136
Introducción al cálculo de inventarios de seguridad.....	150
Errores suavizados y señales de rastreo	157
Lecturas adicionales	171

Capítulo 4

Control de inventarios de demanda determinística	173
Introducción	173
Control de inventarios de demanda constante	174
Tamaño de lote económico con descuentos	184
por cantidades de compra o producción.....	184
Tamaño de lote óptimo de producción (<i>EPQ</i>).....	191
Control de inventarios de demanda conocida variable con el tiempo ..	195
Ejercicios adicionales y de repaso	216
Lecturas adicionales	221

Capítulo 5

Control de inventarios con demanda aleatoria	223
Introducción	223
Definiciones básicas.....	224
Formas de revisión del nivel de inventario	225
Tipos de sistemas de control	227
Criterios para la selección de inventarios	229
de seguridad para ítems individuales	229
El sistema de control continuo (<i>s, Q</i>).....	233
El sistema de control periódico (<i>R, S</i>)	254
Tiempo de reposición aleatorio.....	259
Inventario en tránsito y su efecto sobre la selección	262
del modo de transporte	262
Ejercicios adicionales y de repaso	271
Lecturas adicionales	278

Capítulo 6

Introducción al control conjunto de ítems	279
Generalidades.....	279
Curvas de intercambio	280
Reabastecimiento conjunto	290
Lecturas adicionales	308

Capítulo 7	
Control de inventarios de ítems especiales	309
Control de inventarios de ítems clase A.....	309
Control de ítems clase C	328
Control de ítems perecederos y estacionales	334
Ejercicios adicionales y de repaso	356
Lecturas adicionales	359
Capítulo 8	
Control de inventarios en cadenas de suministro	361
Introducción	361
Modelos de demanda constante	362
La complejidad de la demanda aleatoria.....	368
Un sistema de control tipo <i>push</i>	383
El impacto de la consolidación de inventarios.....	387
Otros sistemas de control de inventarios	391
Lecturas adicionales	400
Apéndice A	401
La distribución normal.....	401
La distribución normal unitaria y sus propiedades	401
Funciones en Excel™ para la distribución normal.....	402
Tablas de las principales funciones de la distribución normal unitaria	405
Apéndice B	413
Resumen sobre pronósticos de demanda	413
Bibliografía	423

**PÁGINA EN BLANCO
EN LA EDICIÓN IMPRESA**

PREFACIO

MOTIVACIÓN Y OBJETIVOS

Este libro se ha ideado como una herramienta básica para cualquier curso de Gestión de Inventarios a nivel de pregrado o de postgrado, para cursos generales de Logística y para temas selectos en cursos de Investigación de Operaciones. El documento brinda una introducción a las principales técnicas cualitativas y cuantitativas para el eficiente y eficaz control y gestión de inventarios, principalmente, de demanda independiente. Se ha escrito con base en la más actualizada bibliografía relacionada con el tema, y en las experiencias propias del autor en este campo, a través de versiones secuenciales que se han ido mejorando gradualmente. Se han consultado los principales textos clásicos de Logística y de gestión de inventarios específicamente y muchos artículos científicos actualizados a la fecha. De algunos de ellos se han adaptado y extractado varios conceptos, en todos los casos, citando la fuente original.

El tópico de inventarios es un tema muy sensible del área de Logística y administración de la cadena de abastecimiento. Puede decirse que, después del transporte, los inventarios constituyen el principal componente de los costos totales de logística en la mayoría de las organizaciones. Por ello, que el lector aprenda a pronosticar la demanda y a gestionar y controlar los inventarios de demanda independiente de la mejor forma posible en la práctica, es el principal objetivo de este texto. Por este motivo, se hace especial énfasis en los modelos matemáticos y en las técnicas cuantitativas de pronósticos y control de inventarios, y se privilegia el diseño y la aplicación de hojas electrónicas como una herramienta de optimización.

Se destaca aquí la necesidad de considerar la variabilidad de la demanda y de los tiempos de reposición en cualquier sistema de control adecuado, aspecto que se ignora en la gran mayoría de las empresas de nuestro medio y, muchas veces, a nivel internacional. Igualmente, se resalta la importancia de los temas de administración de inventarios, del papel de las tecnologías de información en la cadena de abastecimiento y de la interrelación entre los componentes de la misma, como elementos primordiales para el manejo integral de los inventarios en cualquier organización.

NIVEL MATEMÁTICO Y USO DEL COMPUTADOR

Cualquier estudiante que haya tomado, al menos, un curso básico de probabilidad y estadística, de cálculo y de optimización, está en capacidad de asimilar todos los temas de este libro. El tratamiento matemático se limita al meramente necesario para la comprensión y sustento de cada tema; se prefiere destacar la utilización de cada concepto y sus posibilidades de aplicación real. Se requiere por otra parte un cierto grado de manejo de hojas electrónicas para el máximo aprovechamiento de todos los temas.

CONTENIDO

El libro presenta inicialmente, en los capítulos 1 y 2, una introducción general al tema de gestión de inventarios, resaltando la importancia que tienen éstos en cualquier tipo de organización y describiendo los principales elementos para la toma de decisiones en esta área. Posteriormente, en el capítulo 3, se presenta un amplio contenido sobre pronósticos de demanda, aspecto fundamental e ineludible para el correcto control de los inventarios. Se incluyen aquí detalles sobre métodos auto-adaptivos, pronósticos de demanda errática, pronósticos combinados y pronósticos de ítems nuevos, los cuales no son muy tratados en los textos tradicionales de Logística. En el apéndice B se presenta un resumen sobre este capítulo, el cual puede ser utilizado como una rápida referencia hacia todos los temas de pronósticos de demanda.

El texto continúa en el capítulo 4 con los diversos sistemas de control de inventarios de ítems individuales con demanda determinística, tanto constante como variable con el tiempo. Después, en el capítulo 5, se presentan los aspectos fundamentales sobre control de inventarios de ítems individuales con demanda aleatoria, el cual es básico para el desarrollo de los capítulos restantes. Se consideran aquí los principales tópicos relacionados con los sistemas de control continuo y periódico y los conceptos de nivel de servicio y cálculo de inventarios de seguridad. Es en este capítulo donde se explica la íntima relación que existe entre el sistema de pronósti-

cos y el sistema de control, enmarcados dentro del sistema administrativo y de información de la empresa, aspecto que muchas veces no se reconoce en nuestro medio.

En el capítulo 6 se describen los principales métodos de control conjunto de ítems, incluyendo el tema de curvas de intercambio y de reabastecimiento conjunto. Aquí se ilustra el hecho de que se puede llegar a mejorar el nivel de servicio con menor inversión de capital en inventarios. El capítulo 7 se dedica al control de inventarios de ítems con características especiales, como son los ítems más importantes (clase A), los ítems de lento movimiento (clase C), incluyendo partes y repuestos, y los ítems de demanda estacional y perecederos. Se incluye aquí un tema de gran interés sobre contratos de aprovisionamiento, los cuales pueden traer grandes beneficios a todos los actores de la cadena de abastecimiento. Finalmente, el capítulo 8 ilustra los principales aspectos sobre control de inventarios en la cadena de abastecimiento, destacándose su gran complejidad, incluso si la demanda fuese constante. Se da aquí un especial tratamiento al problema de control de inventarios en cadenas de abastecimiento con una bodega y N puntos de venta, con base en casos reales en los que el autor ha participado. Al final del capítulo se incluye una introducción a la simulación de inventarios.

De cada uno de los temas, se ha diseñado un número adecuado de ejemplos resueltos y de ejercicios propuestos para el desarrollo por parte de los estudiantes, extractados, en buena parte, de las experiencias propias del autor en el área. Varios capítulos contienen, al final, ejercicios adicionales y de repaso, algunos con un grado de dificultad mayor que el promedio y otros en forma de caso de estudio. Todos los capítulos contienen un listado de lecturas adicionales comentadas, las cuales están disponibles para consulta y profundización por parte de los estudiantes. La bibliografía general, al final del documento, está comentada en gran parte y contiene algunas referencias adicionales de consulta.

USO DEL INGLÉS

Por dos motivos principales, a lo largo del libro se resaltan y definen los más importantes términos en inglés relacionados con cada tema. Primero, en nuestro medio se utilizan muchos de estos términos en el lenguaje tradicional de las personas que trabajamos en el área de Logística y de gestión y optimización de la cadena de abastecimiento. Por ejemplo, los términos *Lead Time* y *SKU* son de uso común, aunque nos reframamos a ellos principalmente como “tiempo de reposición” e “ítem”, respectivamente. Segundo, una gran parte de la bibliografía disponible en el tema de inventarios y la gran mayoría de los artículos científicos, están escritos en inglés

y, por lo tanto, es recomendable que el estudiante se familiarice con los principales términos logísticos en este idioma. Es así como, por ejemplo, el término *Economic Order Quantity (EOQ)*, es decir, el “tamaño económico de pedido”, es universalmente conocido por todas las personas que se desempeñan en esta área y por ello se prefirió en este caso conservarlo, en lugar de definir otro término en español que pudiera causar confusión.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece sinceramente a todas las personas que han contribuido, de una u otra forma, con esta publicación, especialmente a aquellos profesores y estudiantes a quienes les he dirigido su proyecto de grado de pregrado o posgrado en temas relacionados con inventarios. Igualmente, mis mayores agradecimientos para las empresas con las que hemos desarrollado proyectos en el área de gestión y control de inventarios por su invaluable aporte para las experiencias adquiridas por el autor en esta área, las cuales se han podido transmitir por medio de artículos científicos, mediante la labor docente en el aula de clase, a través de la dirección y asesoría de proyectos de grado y ahora, en su gran mayoría, se encuentran plasmadas en este libro.

A todos los lectores les agradezco cualquier sugerencia u observación de cualquier tipo y la identificación de posibles errores a lo largo de esta publicación para mejorarla y actualizarla en ediciones posteriores.

Carlos Julio Vidal Holguín, Ph.D.
Octubre de 2010

INTRODUCCIÓN

MOTIVACIÓN, NATURALEZA E IMPORTANCIA DE LOS INVENTARIOS

El control de inventarios es uno de los temas más complejos y apasionantes de la Logística y de la planeación y administración de la cadena de abastecimiento (*Supply Chain Management, SCM*). Es muy común escuchar a los administradores, gerentes y analistas de Logística afirmar que uno de sus principales problemas a los que se deben enfrentar es la administración de los inventarios. Uno de los problemas típicos, por ejemplo, es la existencia de excesos y de faltantes de inventarios: “Siempre tenemos demasiado de lo que no se vende o consume, y muchos agotados de los productos que más rotan”. Lo interesante de este problema es que ocurre prácticamente en cualquier empresa del sector industrial, comercial o de servicios, las cuales administran, de una u otra forma, materias primas, componentes, repuestos, insumos y/o productos terminados, productos y materias primas en proceso o en tránsito, manteniendo unidades en inventario en mayor o menor grado.

Las causas fundamentales que originan la necesidad del mantenimiento de inventarios, en cualquier empresa, son las fluctuaciones aleatorias de la demanda y de los tiempos de reposición (conocido también con el término en inglés *Lead Times*). Los inventarios también surgen del desfase que existe entre la demanda de los consumidores y la producción o suministro de dichos productos. Se puede, sin embargo, atenuar estas causas mediante una o más de las siguientes estrategias:

- La obtención de información precisa y en tiempo real sobre la demanda en el punto de consumo. A mayor información disponible

oportunamente, la planeación será mucho más fácil y eficaz. En realidad, podría decirse que el problema de planeación de demanda y control de inventarios es básicamente un *problema de información en la cadena de abastecimiento*.

- La consolidación de centros de distribución y bodegas para aumentar los volúmenes de demanda por instalación, ya que más altos volúmenes de demanda conducen, generalmente, a menores niveles de variabilidad de la misma.
- La estandarización de productos para evitar el mantenimiento de inventarios de una gran diversidad de ítems que sólo difieren en aspectos menores de forma, color, condición, etc. Las características finales del producto pueden ser implementadas en el momento de recibir las órdenes de los clientes. A esta práctica se le denomina como el *principio de posposición de forma* del producto y ha producido grandes resultados en muchas empresas.
- El mejoramiento de los sistemas de pronósticos de demanda, a través de técnicas estadísticas de reconocida eficacia, y mediante la combinación de diversas estrategias para pronosticar.
- El mejoramiento de alianzas y de sistemas de comunicación con proveedores y clientes para la reducción de los tiempos de reposición. En general, esto se conoce como procesos colaborativos en la cadena de abastecimiento.
- La emisión de órdenes conjuntas para diversos grupos de ítems con el objeto de balancear su inventario y la consolidación de despachos desde (hacia) diversas localidades, a través de técnicas como el *cross-docking*, el cual consiste en pasar directamente los productos de la sección de recepción de un centro de distribución hacia la zona de despacho en un tiempo muy limitado (una hora máximo, de acuerdo con varios autores), para así eliminar la necesidad de mantener el producto en inventario. Esto es más conocido como el *principio de posposición de tiempo*.
- La reducción de demoras y tiempos de reposición a lo largo de toda la cadena de abastecimiento, incluyendo los tiempos de tránsito en los sistemas de transporte.

Debido a que las causas que generan la necesidad de mantener inventarios no pueden ser eliminadas totalmente, la mejor alternativa es aplicar sistemas óptimos de gestión y control para responder a dichas causas. El problema, en la mayoría de las empresas, radica en que los inventarios de seguridad y sus correspondientes puntos de reorden (o inventarios máximos) se determinan exclusivamente con base en el *promedio* de la demanda, ignorando su *variabilidad y la variabilidad de los tiempos de*

reposición. Por ejemplo, para cierto ítem, se podría establecer el inventario de seguridad en “dos semanas de inventario”. Esto significa que, en *promedio*, el inventario de seguridad duraría aproximadamente dos semanas de demanda. En realidad, dicho inventario puede durar mucho menos, o mucho más de dos semanas, dependiendo de la variabilidad de la demanda del ítem considerado.

Es un error conceptual grave, por lo tanto, definir inventarios de seguridad y puntos de reorden (o inventarios máximos) de un ítem proporcionalmente a su demanda promedio en forma exclusiva. De aquí, precisamente, proviene el desbalanceo del inventario mencionado anteriormente. Cuando la variabilidad de la demanda del ítem del ejemplo del párrafo anterior es baja, dos semanas de inventario de seguridad puede ser un exceso en el que se está invirtiendo capital innecesariamente. Por el contrario, si la variabilidad de la demanda del ítem es alta, dos semanas de inventario de seguridad puede no ser suficiente y probablemente ocurrirán agotados frecuentes de dicho ítem.

Sólo en algunas ocasiones los inventarios de seguridad y los puntos de reorden calculados solamente con base en la demanda promedio, coinciden con el valor óptimo obtenido como resultado de un análisis estadístico formal. *La clave consiste en liberar capital invertido en inventarios de seguridad de ítems con baja variabilidad y distribuirlo en inventarios de seguridad de ítems con alta variabilidad*. El balance de esta operación es frecuentemente positivo y se puede mejorar significativamente el servicio al cliente sin invertir un peso adicional en inventarios, se puede mantener el servicio actual (si éste es adecuado) con mucho menos capital invertido, o se puede diseñar una combinación intermedia de ambos beneficios.

La solución a estos problemas frecuentes de desbalanceo de inventarios es la de diseñar e implementar estrategias adecuadas de control, a través de las siguientes alternativas:

- Utilización de sistemas adecuados de pronósticos de demanda, que permitan estimar con precisión el patrón, el promedio y la variabilidad de la demanda de cada ítem que se mantenga en inventario. De esta forma, los inventarios de seguridad se calculan proporcionalmente a la variabilidad de la demanda, de acuerdo con el nivel de servicio deseado, y no proporcionalmente al promedio de la misma. Debe minimizarse las causas frecuentes de errores excesivos en los pronósticos, tales como la selección del modelo matemático inadecuado, la utilización de datos poco confiables y de *datos de ventas* en lugar de *demandas*, los sesgos en los pronósticos, la inclusión de datos atípicos y la selección errada del período fundamental del pronóstico. Estos temas se tratarán con mayor detalle en el capítulo 3.

- Medición adecuada de los tiempos de reposición y su variabilidad. Desafortunadamente, se ha encontrado en la mayoría de los casos que esto no se hace y simplemente se trabaja con un valor estándar del tiempo de reposición asumido constante y seguro, especialmente de los proveedores, cuando la realidad dista mucho de esto.
- Implementación de la clasificación ABC para establecer prioridades de administración y diferenciar los sistemas de control de ítems en cada categoría. Por ejemplo, una reducción del 25% del inventario de los ítems clase A (alrededor del 20% de todos los ítems, catalogados como “los más importantes”), puede causar una reducción global del 20% del valor del inventario.
- Definición de los lugares más adecuados dentro de la cadena de abastecimiento donde se debe mantener inventarios y determinación de sus niveles correspondientes.
- Consideración de aspectos fundamentales como el ciclo de vida del producto, la naturaleza del proceso productivo bajo estudio, los aspectos administrativos del control de inventarios y los aspectos financieros relacionados con inventarios, tales como los plazos de pago y sus descuentos asociados.
- Generación de indicadores de eficiencia que consideren simultáneamente todas las variables de interés. Es muy común el error, por ejemplo, de sólo medir el desempeño de un sistema de control de inventarios a través de la rotación del mismo y querer mejorarla, incluso, a costa del nivel de servicio ofrecido al cliente.

Además de los puntos anteriores, debe tenerse en cuenta algunas sugerencias para reducir inventarios, sin compromiso de los niveles de servicio, tales como:

- Concentrarse en ítems clase A y los primeros ítems clase B (los de “mediana importancia”) a través de su revisión individual y continua, tamaños de orden más pequeños, pero más frecuentes, y la interacción con los proveedores y clientes para influir en su demanda y reducir sus tiempos de reposición.
- Evitar tamaños excesivos de órdenes, incluso para ítems clase C (los “menos importantes”). En este sentido, un ítem C puede estar desapareciendo del mercado y un tamaño de lote grande podría ocasionar su rápida obsolescencia, generar excesos y problemas de almacenamiento y de saturación de los sistemas de información.
- Depurar periódicamente el inventario, eliminando excesos e ítems obsoletos y de muy bajo movimiento que carezcan de importancia para la organización y para los consumidores.

- Controlar las compras de grandes volúmenes sin los beneficios financieros adecuados.
- Controlar y rastrear continuamente: el nivel de servicio ofrecido a los consumidores a través de indicadores adecuados; el valor, rotación, cobertura y grado de obsolescencia del inventario; el porcentaje de precisión del inventario físico y la influencia del nivel de inventarios sobre indicadores financieros como el retorno sobre la inversión.
- Racionalizar la compra inicial de ítems nuevos y hacerles un seguimiento exhaustivo.

Todos los anteriores conceptos serán analizados con detalle a lo largo de los próximos capítulos, “con énfasis en los sistemas de control de demanda independiente”. Los sistemas de control de demanda dependiente se tratan principalmente en textos de control y administración de las operaciones en sistemas de producción, mediante técnicas como *MRP (Material Requirements Planning)*.

LA GRAN PREGUNTA: ¿QUÉ NIVEL DE INVENTARIOS MANTENER Y EN DÓNDE?

Algunos factores por los cuales los inventarios tienen gran importancia para el funcionamiento de las organizaciones, desde el punto de vista de la gestión administrativa y de la competitividad de la empresa, son los siguientes:

- Los inventarios representan el segundo sistema más importante, después del transporte, para muchas empresas.
- Una gran proporción de los activos corrientes de las empresas está representada en inventarios.
- El mantenimiento y manejo de los inventarios es costoso para las organizaciones; puede representar, junto con el sistema de almacenamiento, entre un 15 y un 30% de los costos totales de logística. Sin embargo, el mantenimiento de los inventarios puede representar ahorros por economías de escala en otros costos, como transporte, compra y producción, incentivando la reducción de los precios de los productos.
- El manejo de los inventarios tiene un impacto significativo en la gestión administrativa, ya que afecta directamente a los estados financieros de la empresa, como son el balance general y el estado de pérdidas y ganancias. Igualmente, algunos indicadores de eficiencia importantes pueden verse significativamente afectados, tales como la relación entre activos corrientes y pasivos corrientes, y el *Retorno sobre la Inversión (ROI)*. Narasimhan *et al.* (1996, p. 94) presentan, por ejemplo, la siguiente expresión para el cálculo del *ROI*:

$$ROI = \frac{\text{Ventas} - \text{Costo de los productos vendidos}}{\text{Existencias físicas} + \text{Cuentas por cobrar} + \text{Inventario}} \quad (1.1)$$

En la Ec. (1.1) se observa la influencia del nivel de inventario sobre este indicador de eficiencia, el cual es muy comúnmente utilizado por la administración. Es importante notar, sin embargo, que actualmente hay mucho debate sobre el papel del mejoramiento del inventario como un indicador del desempeño financiero global de la empresa. Cannon (2008) presenta un estudio para analizar esta correlación; el autor utiliza cuatro indicadores del desempeño global de la empresa: el *ROI*, el retorno sobre los activos (*ROA*, *Return on Assets*) y otros dos indicadores más complejos basados en mercadeo, los cuales, de acuerdo con el autor, miden de forma más precisa el desempeño global de la empresa que los indicadores meramente contables como el *ROI* y el *ROA*. El principal resultado de este estudio indicó que, en general, no existe relación entre el mejoramiento del inventario y el desempeño global de la empresa. En otras palabras, no siempre el efecto de la reducción de inventarios y del mejoramiento de la rotación del inventario [Ec. (1.2)] conlleva automáticamente al mejoramiento del desempeño global de la organización.

Existen diversas razones por las cuales es ventajoso que una empresa mantenga inventarios de materias primas y/o productos terminados. De acuerdo con Ballou (2004, pp. 328-330), las principales ventajas de mantener inventarios son las siguientes:

- *Mejoramiento del tiempo de respuesta y servicio al cliente*, en el sentido de satisfacer sus órdenes directamente del inventario disponible en forma inmediata, sin producir despachos pendientes u órdenes perdidas. El nivel de respuesta es también un factor fundamental en cualquier cadena de abastecimiento, muy apreciado por los clientes actualmente, y está directamente relacionado con los niveles de inventario que se mantengan en lugares clave de la cadena. Este factor puede, incluso, generar aumento de ventas.
- *Reducción indirecta de costos de producción, de compra y/o de transporte*, a través de la producción o compra de lotes más grandes y más homogéneos, con los cuales se logran economías de escala en la cadena de suministro. Adicionalmente, puede pensarse en realizar compras de lotes mayores a bajo costo actual, en anticipación de un alza de precios en el futuro. Desde este punto de vista, el costo de llevar el inventario es dominado por los ahorros potenciales produ-

cidos por las economías de escala, los bajos precios de compra y las posibles condiciones de pago y financiación de los inventarios.

- *Reducción de costos de operación*, al reducir el impacto de la variabilidad de los tiempos de producción y transporte.
- *Implementación de mecanismos para responder a factores externos o internos inesperados*, como derrumbes en carreteras, huelgas, demoras excesivas en el envío de materiales, desastres naturales, etc.

De manera análoga, Ballou (2004, p. 330) plantea también algunas desventajas de mantener inventarios:

- *Absorción excesiva de capital sin adicionar un valor significativo al producto*. Desde este punto de vista, algunos analistas consideran los inventarios como un desgaste innecesario. En nuestro medio, sin embargo, en la mayoría de las veces se hace necesario mantener inventario para responder a todas las variabilidades que se presentan frecuentemente en la cadena de abastecimiento. La clave es, por lo tanto, definir los niveles adecuados de inventario de tal forma que no se comprometa demasiado capital y, simultáneamente, se le responda al cliente con el nivel de servicio ofrecido.
- *Enmascaramiento de problemas de calidad*, los cuales pueden permanecer ocultos y tardar mucho tiempo en ser corregidos. Esto puede ocurrir cuando se corren lotes muy grandes de producción y no se detectan problemas de calidad del producto a tiempo.
- *Dificultad para el diseño integrado de las cadenas de abastecimiento*, al establecer “islas” con intereses propios que ocasionan la suboptimización del sistema como un todo. Por ejemplo, en las cadenas que tienen muchos puntos de venta, normalmente hay una pugna entre ellos por mantener inventarios para responder a sus metas de ventas y frecuentemente niegan la transferencia de productos a otro punto de venta que puede necesitarlos. De esta forma, no se tiene en cuenta el funcionamiento de la cadena en forma integral.

¿Qué nivel de inventarios es entonces conveniente mantener? La respuesta depende de muchos aspectos, principalmente de la naturaleza de la organización y de la evaluación que la administración haga de las ventajas y desventajas de tenerlos. El punto está, obviamente, en la cantidad de inventario que debe mantenerse y en su correcta administración, con el objeto de mejorar la competitividad de la organización sin sacrificar recursos innecesariamente.

Una idea muy importante: debe recordarse siempre que la disminución arbitraria de los inventarios, para aumentar su rotación, puede ser un gran

error que puede degenerar en un pésimo servicio al cliente y, eventualmente, en la quiebra de la organización. Por ello, la reducción de inventarios debe analizarse cuidadosamente dentro del marco del sistema bajo estudio.

Históricamente, se ha dado un proceso en el que ha cambiado radicalmente el pensamiento humano y el rumbo de las organizaciones con respecto a la tenencia de inventarios:

- Hace alrededor de 300 años, el tener inventarios era una medida de riqueza.
- A comienzos del siglo pasado se enfatizó en la liquidez de los inventarios y la rapidez de la *rotación del inventario*, indicador de eficiencia dado por:

$$\text{Rotación del inventario} = \frac{\text{Ventas al costo periódicas (\$/ período)}}{\text{Inventario promedio durante el período (\$)}} \quad (1.2)$$

Es muy importante notar la inconveniencia de utilizar este indicador en forma aislada, ignorando el nivel de servicio a los clientes y los indicadores financieros de los inventarios. Por ejemplo, podría pensarse en bajar los niveles de inventario al mínimo para tratar de aumentar su rotación (en número de veces/período) y posiblemente pudiera lograrse. Pero, con altísima probabilidad, los niveles de servicio se verían tan afectados que habría que reconsiderar dicha decisión. Algunos administradores, en su afán de aumentar la rotación de inventarios, han tratado de reducirlos a cero, con resultados desastrosos.

Ejemplo 1.1. (Rotación del inventario)

Una empresa comercial presenta ventas al costo en un mes determinado por \$15 millones. El primer día del mes, el valor del inventario era de \$10 millones y, el último día contable de dicho mes, el inventario fue de \$4 millones. Calcular la rotación del inventario en número de veces por mes y también en días, asumiendo que 1 mes = 30 días.

De acuerdo con la Ec. (1.2) se debe primero calcular el inventario promedio durante el mes en cuestión. La forma más común de calcular el inventario promedio es la siguiente:

$$\text{Inventario promedio} = \frac{\text{Inventario inicial (al costo)} + \text{Inventario final (al costo)}}{2} \quad (1.3)$$

Posteriormente se estudiará una forma más general y precisa de calcular el inventario promedio. El cálculo aquí viene dado por:

Inventario promedio = $(\$10 \text{ millones} + \$4 \text{ millones})/2 = \7 millones

Por lo tanto, la rotación del inventario de acuerdo con la Ec. (1.2) sería:

Rotación = $(\$15 \text{ millones/mes})/(\$7 \text{ millones}) = 2,14 \text{ veces por mes.}$

Esta cifra se interpreta como las veces que rota el inventario durante el período en cuestión. En otras palabras, la estantería donde están los productos, en promedio, es renovada 2,14 veces por mes.

El cálculo de la rotación en unidades de tiempo (especialmente dada en días) también es una práctica común. Se le conoce también como *días de inventario a la mano*. Para calcularla se toma el inverso de la Ec. (1.2) y se multiplica por el número de días que hay en el período de referencia. En este caso se tendría:

Días de inventario a la mano (en promedio) =
 $[(\$7 \text{ millones})/(\$15 \text{ millones/mes})] \times [30 \text{ días/mes}] = 14 \text{ días.}$

Es decir, el inventario se renueva en promedio cada 14 días o, también, que cada ciclo de renovación del inventario tarda 14 días en promedio.

- Actualmente, los inventarios son vistos como un riesgo potencial mayor. Han aparecido aspectos, como el riesgo de obsolescencia tecnológica, que hacen a los inventarios cada vez de más cuidado, al presentarse productos con ciclo de vida mucho más cortos, como el caso de teléfonos móviles o de computadores en general. Lo que se trata de hacer, sin embargo, es un equilibrio entre tener y no tener inventarios. El arte del manejo adecuado de los inventarios radica en descubrir su nivel óptimo de acuerdo con cada caso en particular, dependiente del sector productivo, las características propias de la empresa y su localización, su estrategia competitiva y el mercado, entre otros.
- En la globalización actual de la economía, la administración de inventarios, la planeación de la producción, y la estrategia corporativa, están íntimamente ligadas. Esto se conoce como el ajuste estratégico que debe lograrse entre las capacidades competitivas de la empresa y su correspondiente cadena de abastecimiento. Por ejemplo, la diferencia entre la variedad y los niveles de inventario entre una rapitienda y un supermercado grande radica en que, en la primera, los clientes buscan un servicio muy rápido, generalmente ocasional y están dispuestos a pagar un poco más por los productos. Por el

contrario, en un supermercado grande, los clientes disponen de más tiempo, buscan mayor variedad de productos y se detienen a mirar la variedad y sus precios más cuidadosamente. Ambos negocios son similares, pero sus estrategias competitivas están satisfaciendo diferentes necesidades de sus clientes y, por lo tanto, sus políticas de inventarios y precios serán diferentes.

Otra pregunta muy importante es “¿dónde mantener los inventarios?”. Una primera aproximación para dar respuesta a esta pregunta es que hay que distinguir entre los diferentes tipos de inventarios, a saber:

- Materias primas y componentes.
- Productos terminados.
- Inventario en proceso (*WIP = Work in Process*).
- Inventario en tránsito o en el sistema de distribución.

Dependiendo del sector productivo, la concentración de estos tipos de inventarios puede variar significativamente. Por ejemplo, un fabricante de computadores bajo pedido por Internet puede tener un gran porcentaje de sus inventarios como materias primas y componentes, cierto porcentaje como inventario en proceso y en tránsito, y muy bajo inventario de productos terminados. Por el contrario, un fabricante de productos de consumo masivo, en general, tiene la mayoría de sus inventarios como productos terminados en el sistema de distribución.

El control de estos inventarios depende de su tipo y de la concentración en los diversos lugares. Surge aquí también la pregunta acerca del lugar donde debe mantenerse un tipo de inventario específico, como el de productos terminados, dentro de la cadena de suministro. Por ejemplo, una pregunta muy difícil de responder para un comerciante de productos de consumo masivo que posea un centro de distribución y varios puntos de venta es la de cuánto inventario de cada ítem mantener en cada lugar de la cadena. En el capítulo 8 se abordarán estos interrogantes.

ÍTEMS INDIVIDUALES O *STOCK KEEPING UNITS (SKU)*

Las decisiones sobre inventarios se basan, en última instancia, en ítems individuales. El término en inglés *Stock Keeping Unit (SKU)*, para designar una unidad en inventario, se utiliza ampliamente, inclusive en nuestro medio. Un *SKU* es un ítem individual que se puede diferenciar claramente de otro, o sea que tiene diferentes códigos en el sistema de información asociado o, incluso, que aún teniendo el mismo código, se localiza en regiones geográficas diferentes. En algunas ocasiones pueden existir *SKU*

con diferencias en detalles muy pequeños, por ejemplo, en su color. En otras ocasiones, dependiendo de los objetivos que se persigan, la clasificación puede ser más agregada y un *SKU* puede representar familias de artículos semejantes, aunque de diferente color.

Existe una propiedad estadística universalmente conocida como el Principio de Pareto, la cual, para el caso de inventarios que se estudia, se expresa así: “alrededor del 20% de los *SKU* corresponden aproximadamente al 80% de las ventas anuales de la empresa”. Esta característica es muy importante, ya que el nivel de inventario de todos los ítems no debe ser controlado de la misma forma. Esto corresponde a la conocida “clasificación ABC”, la cual se estudia a continuación.

Clasificación ABC

Una forma de realizar la clasificación ABC es con base en el producto $D_i v_i$, el cual mide el valor anual de las ventas (o la demanda) de cada ítem i , donde:

$$\begin{aligned} D_i &= \text{Demanda anual del ítem } i \text{ [unidades/año].} \\ v_i &= \text{Valor unitario del ítem } i \text{ [$/unidad].} \end{aligned}$$

Para definir cuáles ítems deben formar parte de cada clase (A, B o C), se escoge un porcentaje de mayor a menor, de acuerdo con el orden secuencial dado por la mayor utilización de los ítems. Usualmente, los ítems clase A constituyen del 10 al 20% de los primeros ítems dentro de la clasificación, contando con el 60% al 80% del valor total de las ventas anuales; los ítems clase B constituyen entre un 20 y un 40% del total de ítems, contando entre el 20% y el 30% restante del valor anual; y los ítems clase C, usualmente los más numerosos, constituyen el resto, contando con una pequeña parte del total de la inversión en inventario, la cual usualmente no pasa del 10% del total de ventas de la empresa. Algunos autores difieren en la proporción de ítems clase B y C, por ejemplo, Wild (1997, p. 31) recomienda una distribución alrededor de los siguientes valores:

Ítems clase A = 10% del total de ítems, con alrededor del 65% del total de ventas.

Ítems clase B = 20% del total de ítems, con alrededor del 25% del total de ventas.

Ítems clase C = 70% del total de ítems, con alrededor del 10% del total de ventas.

La decisión final sobre estos porcentajes depende de cada caso en particular y de las capacidades de computación que se tengan para el control

de cada tipo de ítem. Por ejemplo, en el caso de productos de consumo masivo es común tener los límites para definir la clasificación de ítems clase A, B y C en el 70%, 90% y 100% del total anual de ventas, respectivamente. La figura 1.1 muestra este comportamiento para un caso real de una organización comercial de medicamentos que maneja alrededor de 8.000 ítems.

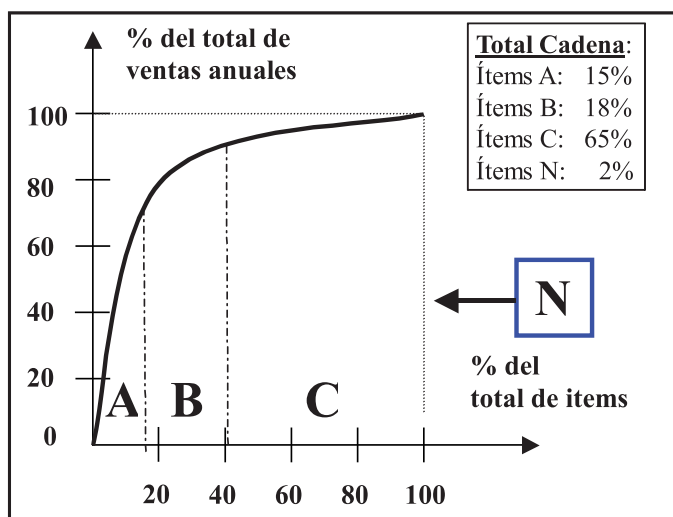


Figura 1.1. Comportamiento del porcentaje de ventas anuales con respecto del porcentaje de ítem: la clasificación ABC

Pueden existir, además, otras clasificaciones que incluyen, por ejemplo, ítems “super-importantes” tipo AA (o AAA), ítems nuevos tipo N (figura 1.1), y, en algunas ocasiones, cuando el número de ítems clase C es muy grande, es conveniente definir un tipo D, para aquellos ítems de muy bajo volumen anual e ítems que están desapareciendo, o que ya no deberían estar activos en el sistema de información de la empresa.

Ejemplo 1.2. (Clasificación ABC)

La tabla 1.1a muestra un conjunto de 20 ítems, con sus correspondientes consumo anual, valor unitario, volumen anual en unidades monetarias (el producto entre la demanda anual y el valor unitario) y el porcentaje del volumen anual en \$ de cada ítem. Con base en esta información, se requiere determinar una posible clasificación ABC para estos ítems.

En la tabla 1.1b se presenta la misma información de la tabla 1.1a, pero ordenada en forma descendente por volumen anual en pesos (o en porcentaje). Con base en esta tabla se determina la clasificación ABC de estos 20 ítems. En este caso se selecciona la siguiente clasificación, dentro de otras posibles:

Tabla 1.1a. Información básica para determinar la clasificación ABC del ejemplo 1.2

Ítem Código	Demanda (U/año)	Valor (\$/U)	Volumen (\$/año)	Volumen anual (%)
D047	597	855	510.435	1,72%
D123	3.960	2.640	10.454.400	35,32%
D709	33	2.350	77.550	0,26%
D768	546	1.115	608.790	2,06%
E010	47	135	6.345	0,02%
E150	116	855	99.180	0,34%
E456	57	1.650	94.050	0,32%
F440	2.508	960	2.407.680	8,13%
F589	19	3.300	62.700	0,21%
F654	34	5.550	188.700	0,64%
F876	91	3.100	282.100	0,95%
F897	5.322	225	1.197.450	4,05%
G006	230	1.540	354.200	1,20%
G021	3.547	95	336.965	1,14%
G567	1.064	2.425	2.580.200	8,72%
G590	8.217	125	1.027.125	3,47%
G777	65	1.235	80.275	0,27%
H108	910	1.235	1.123.850	3,80%
H335	5	1.605.000	8.025.000	27,11%
H643	60	1.400	84.000	0,28%
Total			29.600.995	100,0%

Tabla 1.1b. Ejemplo de clasificación ABC de acuerdo con el valor anual de los 20 ítems (ejemplo 1.2)

Ítem Código	Ítem No.	Demanda (U/año)	Valor (\$/U)	Volumen (\$/año)	Volumen anual (%)	Vol. Acumulado (%)	Clasificación (A, B, C)
D123	1	3.960	2.640	10.454.400	35,32%	35,32%	A
H335	2	5	1.605.000	8.025.000	27,11%	62,43%	
G567	3	1.064	2.425	2.580.200	8,72%	71,14%	B
F440	4	2.508	960	2.407.680	8,13%	79,28%	
F897	5	5.322	225	1.197.450	4,05%	83,32%	
H108	6	910	1.235	1.123.850	3,80%	87,12%	
G590	7	8.217	125	1.027.125	3,47%	90,59%	C
D768	8	546	1.115	608.790	2,06%	92,65%	
D047	9	597	855	510.435	1,72%	94,37%	
G006	10	230	1.540	354.200	1,20%	95,57%	
G021	11	3.547	95	336.965	1,14%	96,71%	
F876	12	91	3.100	282.100	0,95%	97,66%	
F654	13	34	5.550	188.700	0,64%	98,30%	
E150	14	116	855	99.180	0,34%	98,63%	
E456	15	57	1.650	94.050	0,32%	98,95%	
H643	16	60	1.400	84.000	0,28%	99,23%	
G777	17	65	1.235	80.275	0,27%	99,50%	
D709	18	33	2.350	77.550	0,26%	99,77%	
F589	19	19	3.300	62.700	0,21%	99,98%	
E010	20	47	135	6.345	0,02%	100,00%	
Total				29.600.995	100,0%		

El 10% de los ítems (dos ítems) son clase A, representando el 62,43% del volumen anual; el 20% de los ítems (cuatro ítems) son clase B, representando el 24,69% del volumen anual y el 70% restante (14 ítems) son clase C, representando sólo el 12,88% restante del volumen anual. Nótese que los ítems A y B cuentan con casi el 90% del volumen total anual y, por ello, su control podría ser más importante que el control de los ítems clase C.

Obsérvese, igualmente, que un ítem clase A (el D123) tiene un volumen considerable en unidades y un valor unitario de mediana magnitud, mientras que el otro ítem clase A (el H335) presenta un volumen muy bajo en unidades, pero un valor unitario muy alto. El ítem D123 podría corresponder, por ejemplo, a cierto abarrote en un gran almacén, mientras que el ítem H335 podría ser un cierto electrodoméstico en el mismo almacén. Este doble origen que pueden presentar los ítems clase A hace que sus métodos de control puedan ser diferentes, a pesar de ser de la misma clase. Estos conceptos serán ampliados en el capítulo 7.

Aspectos adicionales sobre la clasificación ABC

Una pregunta que siempre surge de la exposición de este tema es la siguiente: ¿por qué no se hace la clasificación ABC con base en “la utilidad neta” o margen de cada ítem, en lugar del volumen de demanda anual? La respuesta es que no hay ningún problema en hacerlo de esta forma, encontrando la utilidad neta anual que cada ítem produce. Sin embargo, es lógico pensar que si una organización basa el 80% de sus negocios en los ítems clase A, sean éstos precisamente los que produzcan la mayor utilidad neta (diferenciar de utilidad unitaria por ítem) y, por lo tanto, la dos clasificaciones deberían ser muy semejantes, tal como se ha podido comprobar empíricamente con algunos estudiantes en algunos casos reales estudiados. Gutiérrez (2006), por ejemplo, realiza la clasificación ABC en una empresa del sector de alimentos y encuentra que dicha clasificación no difiere significativamente si se considera el volumen anual de ventas o el margen anual de los productos.

Por otra parte, la definición de un ítem como clase A no depende necesariamente de su volumen anual de ventas en \$, sino que puede determinarse a partir de otros aspectos por los cuales sea conveniente incluirlo en dicha categoría. Por ejemplo, existen ítems complementarios de bajo valor que son muy importantes en el momento de servir al cliente. Como ilustración, un cliente que llega a una droguería a comprar un medicamento inyectable muy costoso (clase A) estaría muy descontento si en dicha droguería no encuentra la jeringa para su aplicación (ítem clase C por valor). Las jeringas, por lo tanto, deberían también clasificarse como ítems clase A, ya que son un complemento fundamental de otros ítems de gran valor.

Igual cosa ocurre con los medicamentos que son consumidos por gran cantidad de personas, como es el caso de los suministrados por las Entidades Proveedoras de Salud (EPS).

Otro aspecto clave es que se debe ser cuidadoso con los ítems clase C, ya que es probable que ellos, como son muchos, tengan diferentes connotaciones dentro de la organización. Por ejemplo, los últimos ítems clase C generalmente tienen un consumo muy bajo y es probable que deban ser removidos del sistema, después de realizar un análisis que suele ser individual. Igualmente, se puede diferenciar entre ítems clase C con demanda estable, pero de muy bajo valor, para los cuales puede funcionar un sistema sencillo de pronósticos como el promedio móvil simple (capítulo 3), y los ítems clase C de muy bajo consumo, con demanda altamente errática para los cuales es posible considerar su consolidación en puntos clave de la cadena. Huiskonen *et al.* (2005) presentan un artículo muy interesante donde definen dos tipos de ítems clase C: los que son vendidos a los clientes más importantes, y aquellos que son vendidos junto con ítems clase A para completar una orden. De esta forma, los autores realizan una categorización cruzando los anteriores criterios de servicio con los criterios normales como el volumen de la demanda y así, a través de un ejemplo, clasifican los ítems clase C en tres grupos: 1) ítems de servicio con disponibilidad local; 2) ítems de respuesta baja con políticas de consolidación, y 3) ítems “no importantes”, los cuales son los candidatos para ser eliminados del inventario y del sistema, convirtiéndose, esta última, en una herramienta de depuración del inventario.

Debe considerarse también el hecho de que un mismo ítem puede tener clasificaciones diferentes de acuerdo con la localización dentro de la cadena de suministro. Por ejemplo, un producto importado costoso puede ser clase A en un supermercado ubicado en una zona de estrato 6, mientras que el mismo producto podría ser B o C en una zona de estrato 4. Este aspecto constituye una complejidad más del análisis ABC.

En el caso de materias primas, la clasificación ABC debe analizarse a fondo, pues, aunque el consumo anual en \$ del material es importante, pueden existir otros factores más importantes para definir la clasificación del ítem, tales como la rotación del ítem y su criticidad, o sea, la dificultad de consecución del ítem, en lo relacionado con el tiempo de reposición y su variabilidad, las características del proceso de producción donde se utiliza el ítem y la facilidad de reacción ante la escasez o la volatilidad de la demanda del ítem. Por ejemplo, en la industria cervecera, el lúpulo es una materia prima importada primordial no conseguible localmente con un largo tiempo de reposición, la cual necesariamente debe clasificarse como A. Por el contrario, un cartón de empaque de cervezas podría no ser una materia prima clase A si se consiguen localmente varios proveedores que

suministren el empaque con cortos tiempos de reposición y con la calidad adecuada.

Existen en la literatura otros conceptos para realizar la clasificación ABC de ítems. Chen *et al.* (2008) introducen una metodología para realizar la clasificación ABC teniendo en cuenta otros factores, como el tiempo de reposición y la criticidad del ítem. Los autores desarrollan un modelo de programación cuadrática para calcular los pesos respectivos. Chu *et al.* (2008) presentan una combinación del análisis ABC tradicional con lógica difusa, denominada “Análisis ABC - Clasificación difusa”, la cual, de acuerdo con los autores, muestra un alto grado de precisión. Ng (2007) propone un modelo simple para la clasificación de ítems multi-criterio, el cual convierte todos los criterios de clasificación en un indicador escalar. Ramanatham (2006) diseña un sistema de clasificación simple, utilizando un modelo sencillo de programación lineal, y Zhou y Fan (2007) complementan su modelo corrigiendo una posible debilidad del modelo original.

ASPECTOS QUE INFLUYEN EN EL DISEÑO DE UN SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN DE INVENTARIOS

De acuerdo con Silver *et al.* (1998, pp. 36-44), los aspectos más importantes que influyen en el diseño de un sistema de administración de inventarios son el ciclo de vida de los productos, la naturaleza del proceso productivo y la ubicación del producto dentro de la matriz producto-proceso. Otro aspecto fundamental, al cual muchos autores no le dan la importancia que merece, es todo lo relacionado con las actividades administrativas y de gestión que soportan cualquier sistema de control que se implemente. Estos aspectos administrativos, combinados con las técnicas cuantitativas adecuadas, son los que permiten que el control y la gestión de inventarios produzcan los resultados deseados. A continuación se trata cada uno de estos factores.

El ciclo de vida de los productos

La figura 1.2 muestra el ciclo normal de vida de muchos productos. No es lo mismo el control del inventario de un producto cuando está en su fase de arranque, o introducción al mercado, que cuando está en su fase de madurez. En la fase de introducción debe garantizarse un inventario adecuado en lugares clave que responda a la demanda creciente del producto y le permita su normal desarrollo. En la fase de madurez hay oportunidades de optimización del control del inventario, dejando sólo aquellos lugares clave y racionalizando los niveles de existencias. Si el producto desaparece y no renueva su demanda, en la fase de declive se debe evitar el tamaño excesivo de las órdenes, sin descuidar el nivel de servicio al cliente. En el

caso de productos de corto ciclo de vida, como son los textos escolares, cuyo ciclo de ventas puede durar máximo de 8 a 12 semanas, es fundamental establecer sistemas de control adecuados para evitar el exceso de devoluciones y, a la vez, garantizar el nivel de servicio requerido por los clientes.

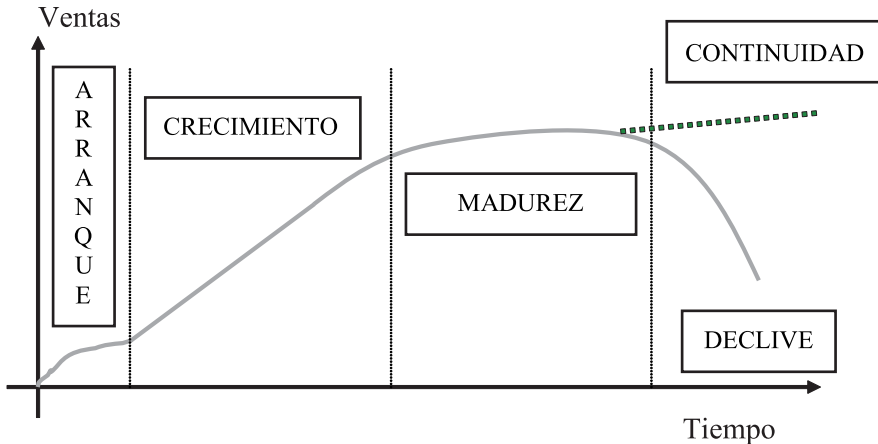


Figura 1.2. Ciclo de vida de un producto

La naturaleza del proceso productivo

La tabla 1.2 muestra los diversos sistemas para planeación y control de producción y su relación con el principal énfasis que debe hacerse en el sistema de gestión y control de inventarios. Dependiendo, entonces, de la naturaleza del proceso productivo, el cual puede variar desde sistemas por órdenes para bajos volúmenes de fabricación, hasta sistemas de alto volumen repetitivo, se requiere hacer especial énfasis en los sistemas de inventarios. Así, para bajos volúmenes de fabricación es fundamental la flexibilidad para responder a una gran cantidad de órdenes diferentes, mientras que para sistemas de ensamble y producción por lotes se requiere especial énfasis en el control de inventarios de materiales.

El diseño del sistema de gestión y control de inventarios se ve influenciado por la ubicación del producto dentro de la matriz producto-proceso ilustrada en la figura 1.3. El nivel de complejidad del control del inventario es mayor en la zona ubicada arriba a la izquierda en la figura y va siendo “menos complicado” a medida que se avanza hacia abajo y hacia la derecha. Por ejemplo, en productos que se fabrican por orden, cuyo flujo es discontinuo, el control de inventarios es muy complejo porque prácticamente cada orden es un nuevo producto; los sistemas de transporte de materiales, como correas transportadoras y elevadores, están dentro de esta categoría, ya que cada proyecto de transporte de materiales es diferente.

Tabla 1.2. Tipos de sistemas para planeación y control de producción y administración de inventarios

Sistema	Naturaleza del proceso productivo	Principal énfasis del sistema de gestión y control de inventarios
Trabajo por órdenes (<i>Job Shop</i>)	Bajo volumen de fabricación	Flexibilidad para atender una gran cantidad de órdenes diferentes. Posible concentración de inventarios en materias primas y componentes.
Tamaño óptimo de pedido (<i>Economic Order Quantity, EOQ</i>), punto de reorden	Sistemas no-productivos (cadenas de suministro comerciales)	Reducción de los costos de inventario, manteniendo el nivel de servicio al cliente.
<i>EOQ</i> en sistemas multi-etapas, punto de reorden	Distribución; sistemas gobernados por capacidad	Alta utilización de la capacidad disponible a costo razonable.
<i>Material Requirements Planning (MRP)</i>	Producción por lotes, bajo volumen, ensambles	Coordinación efectiva de materiales
Justo a tiempo <i>Just in Time (JIT)</i>	Alto volumen repetitivo	Minimización de alistamientos (<i>setups</i>) e inventarios, con altos niveles de calidad.

[Fuente: Adaptada de Silver y Peterson (1985), p. 31]

La ubicación del producto dentro de la matriz producto-proceso

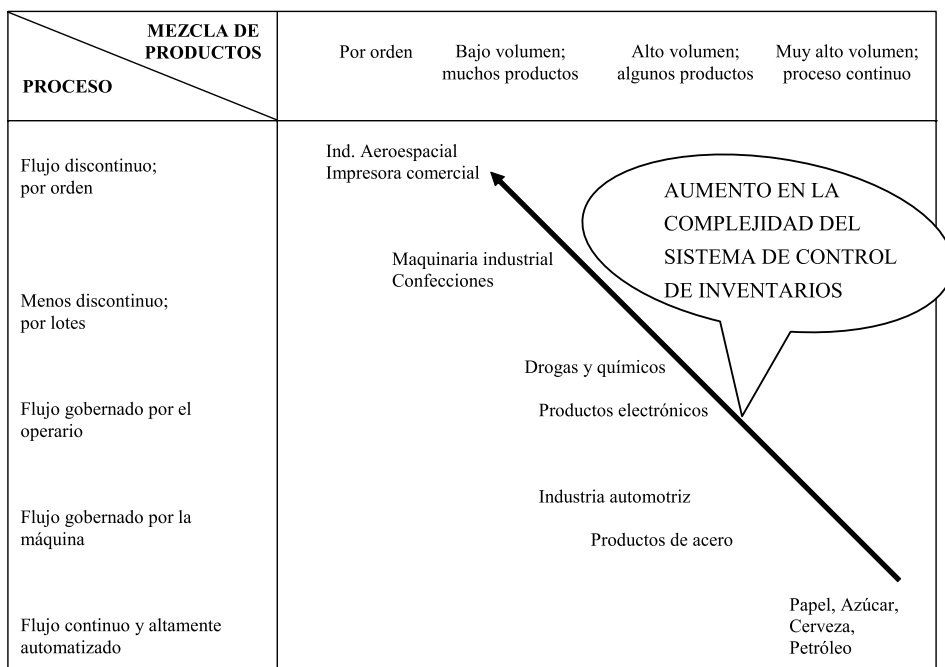


Figura 1.3. La matriz producto-proceso

[Fuente: Adaptada de Silver *et al.* (1998), p.42]

En estos casos, los sistemas de control pueden privilegiar la gestión de materias primas y componentes y difícilmente existirán inventarios de productos terminados (el caso de *Dell Computer* es un claro ejemplo de este tipo de cadenas). En un artículo muy reciente, Gunasekaran y Ngai (2009) hacen una revisión muy completa de la literatura sobre modelación y análisis de cadenas donde existe fabricación por orden (*Make-to-Order*, MTO).

Por el contrario, en productos de flujo continuo y altamente automatizado, el control de los inventarios de productos terminados debería ser menos complejo, como es el caso de la cerveza, el papel, la gasolina y el azúcar. En estos casos es clara la existencia de significativos inventarios de productos terminados.

Los aspectos administrativos y de gestión de los inventarios

Un tema al que no se le da la importancia que merece y, que muchas veces se ignora en los sistemas de control de inventarios, es el que tiene que ver con la administración o gestión de dichos sistemas. No basta con utilizar técnicas cuantitativas, en ocasiones muy elaboradas, si no se dispone de un marco administrativo robusto en la empresa. Un texto que trata de una forma muy concisa los aspectos administrativos del control de inventarios es el de Wild (1997).

El resto de esta sección está basado en un muy buen artículo por Zomersdijk y de Vries (2003). Primero, los autores presentan las cuatro dimensiones básicas que caracterizan a la organización de un sistema de inventarios:

- *La asignación de tareas.* Esta dimensión comprende el número de personas responsables de la administración de los inventarios, sus funciones específicas y su nivel jerárquico dentro de la organización. Debe tenerse especial cuidado en la concordancia entre las funciones asignadas y el nivel de autoridad de la persona.
- *Los procesos de toma de decisiones.* Estos procesos pueden comprender desde decisiones estratégicas mayores, como la expansión de un centro de distribución o la consolidación del inventario en menos puntos de la cadena, hasta decisiones operacionales del día a día, como puede ser el tamaño de la orden de compra o de producción a emitirse dentro de una hora. Estas decisiones afectan al sistema integral de inventarios y por ello es también importante establecer sus diferentes interrelaciones, no sólo con otras decisiones del resorte de inventarios, sino con cualquier otro actor de la cadena de abastecimiento. Por ejemplo, la decisión de aumentar significativamente la producción de cierto ítem con miras a una campaña publicitaria que se avecina, puede afectar significativamente a varios proveedores de

las materias primas para fabricar el producto a quienes no se les avise oportunamente del aumento intempestivo de la demanda.

- *Los procesos de comunicación.* La información en una cadena de abastecimiento, elemento primordial para que la misma funcione y pueda existir, no tiene sólo que ver con las métricas de la misma. Es decir, no basta solamente con saber el nivel de inventario de cierto producto existente en la bodega, sino que es necesario conocer el estado en el que se encuentra, si está o no comprometido con algún cliente, cuánto tardaría en estar listo para despacho, si cabe en el camión, etc. En varios proyectos se ha podido identificar que muchas personas en las organizaciones pueden estar duplicando actividades, invirtiendo grandes esfuerzos en tratar de resolver un problema que otra persona, en otro departamento, ya resolvió, o incluso, ignorando trabajos de otras personas que se complementan con sus propias funciones y que podrían simplificar la labor de ambos. En muchas ocasiones, las reuniones de trabajo periódicas, para tratar temas que aislen a las personas de las actividades del día a día, producen un gran efecto para identificar estas graves fallas de comunicación.
- *Las relaciones interpersonales y los aspectos de gestión humana.* Ninguna empresa puede funcionar sin seres humanos, al menos hasta la fecha. El elemento más importante de cualquier organización es su recurso humano. Por ello, todo lo que tiene que ver con los aspectos humanos y sociales influye significativamente el desempeño de cualquier operación, aun, por supuesto, la gestión de inventarios. Algo que se ha observado en *todos* los proyectos de mejoramiento de cadenas de abastecimiento e inventarios, es el fenómeno de “resistencia al cambio” de las personas involucradas en dichos proyectos. Una tendencia muy humana es querer seguir haciendo las cosas como se han venido haciendo por años, así se le demuestre a la persona los beneficios que podría tener si las hace de una forma diferente, cuya conveniencia está garantizada por múltiples experiencias exitosas similares. Afortunadamente, todo ser humano es capaz de recapacitar y cambiar de actitud y, en la mayoría de los casos, se dan estos cambios y la persona acepta modificar sus prácticas de trabajo y utilizar la tecnología de punta como herramienta para la toma de decisiones. A veces, incluso, la persona se vuelve muy dependiente de la nueva tecnología que antes rechazaba acérrimamente, lo cual tampoco es conveniente porque nadie debe ceder su deber de tomar las decisiones a ninguna herramienta tecnológica por más avanzada que sea.

Con base en las cuatro dimensiones anteriores, los autores del artículo diseñan un marco de referencia para resolver problemas administrativos de control de inventarios y mejorar el desempeño de los sistemas de control. La figura 1.4 ilustra la metodología.

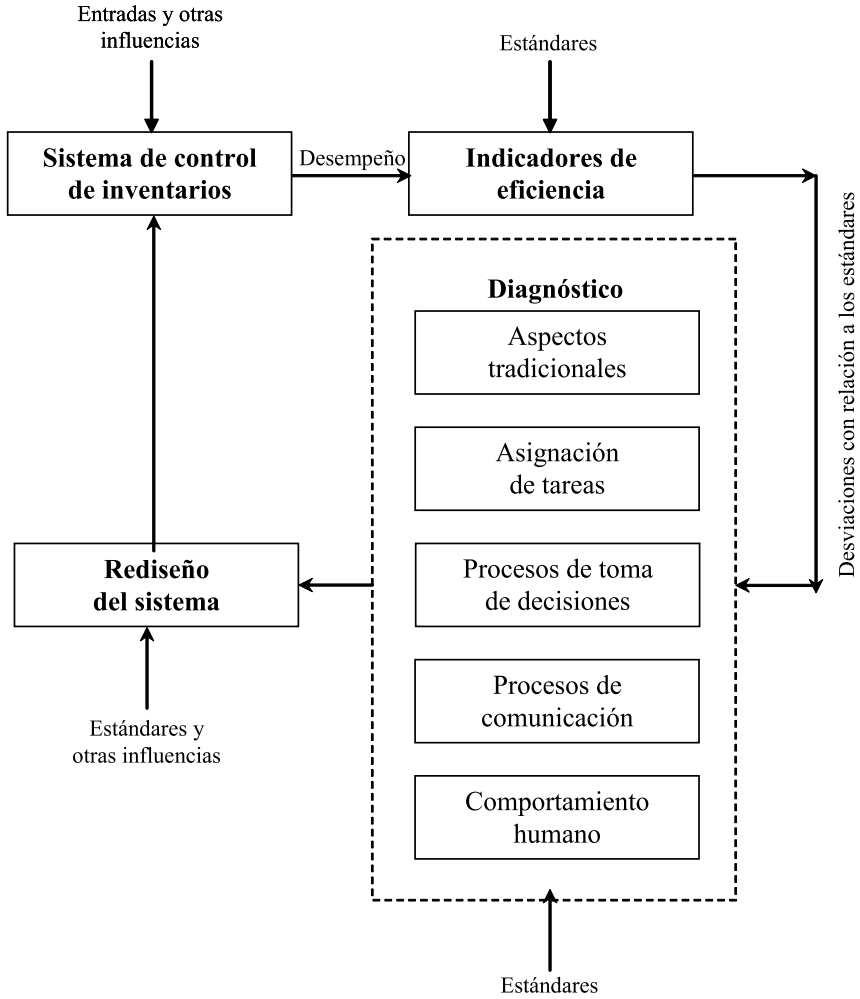


Figura 1.4. Marco de referencia para resolver problemas administrativos de control de inventarios

[Fuente: Traducido de Zomerdiijk y de Vries (2003, p. 177)].

Normalmente, se registran indicadores de eficiencia periódicos del sistema de control de inventarios, como costos de faltantes, niveles de servicio, imprecisión del inventario físico, entre otros. Si se observa una

desviación significativa con respecto de los estándares de funcionamiento del sistema (definidos con base en metas alcanzables o por medio de estrategias de *benchmarking*), entonces se debe encontrar un diagnóstico de los problemas y sus causas, con base en los aspectos tradicionales de un sistema de inventarios y en sus cuatro dimensiones, descritas anteriormente. Es fundamental que en este paso haya una comprensión profunda de los problemas y sus causas que contengan, tanto elementos de las cuatro dimensiones organizacionales, como los aspectos tradicionales de la teoría del control de inventarios (sistemas de control utilizados, tamaños de lote, caracterización de la demanda y de los tiempos de reposición, clasificación ABC, niveles de servicio especificados, precisión del inventario físico y de los registros de ventas y demandas no-satisfechas, entre otros posibles).

Las cuatro dimensiones pueden sugerir diversas causas de los problemas, como cantidad y composición del personal asignado a la gestión de los inventarios (por ejemplo, algunos autores sugieren que un administrador no tenga a su cargo más de 300 ítems clase A, o sea, los más importantes); características de la organización tanto vertical como horizontal; balance de las responsabilidades con la autoridad asignada; cantidad, calidad y ambigüedad de la información generada para el proceso de toma de decisiones; racionalidad y consistencia de las decisiones y su relación con otras áreas; naturaleza de los sistemas de reporte y de retroalimentación entre el personal, incluyendo la calidad de la comunicación y la cantidad de “ruido” de la misma y, finalmente, los aspectos relacionados con el comportamiento humano, como juegos de poder, políticas, desmotivación, conflictos, incertidumbre, ambigüedad, incompetencia, problemas personales, etc.

La metodología continúa con el establecimiento de las relaciones entre todas las causas identificadas y sus posibles consecuencias. Aquí se deben incluir otros departamentos de la organización que pueden estar afectando el sistema de control de inventarios. Por ejemplo, una mala comunicación entre el personal de mercadeo y los planeadores de demanda o compradores puede ocasionar faltantes y obsolescencia de ítems. A su vez, esto puede ser consecuencia de malas prácticas de pronósticos de ventas o del establecimiento de metas demasiado ambiciosas. La salida de este análisis es la identificación de las causas principales de los problemas (Principio de Pareto), las cuales, si se les corrige rápidamente, pueden producir resultados de mejoramiento inmediato del sistema. Esta metodología integral, de acuerdo con los autores, produce mejores resultados que la metodología tradicional que ignora las cuatro dimensiones organizacionales.

Así, se ha podido comprobar que todo lo dicho anteriormente es correcto. Es tan importante implementar técnicas cuantitativas de pronósticos y de control de inventarios, como considerar las cuatro dimensiones organi-

zacionales descritas, para que un sistema integrado de control y gestión de inventarios funcione satisfactoriamente. Otro artículo que puede consultarse, relacionado con aspectos organizacionales en la administración de pronósticos de ventas, es el escrito por Davis y Mentzer (2007).

Las técnicas cuantitativas para el control de inventarios

Es claro que el problema de control y gestión de inventarios es complejo. Sin embargo, nos podemos ayudar con una serie de técnicas cuantitativas que permiten facilitar dicho control. La mayoría de las técnicas cuantitativas se basan en técnicas de optimización y modelos matemáticos, los cuales se convierten en herramientas poderosas de apoyo a la toma de decisiones en inventarios.

Este libro privilegia la utilización de modelos matemáticos y el uso de hojas electrónicas para resolver la mayoría de los problemas de inventarios. Es así como el uso de herramientas como el *solver* de *Excel*TM brinda la opción de resolver un gran número de problemas cuya solución, por otros métodos, puede resultar muy larga y/o tediosa. Además, es innegable el espacio que ha ganado en la academia y en la industria la utilización de hojas electrónicas para casi todos los niveles de planeación. Luego, como se estudiará en el capítulo 3, se tiene una gran oportunidad de mejorar los estimados de demanda optimizando los parámetros de un sistema de pronósticos a través del uso de hojas electrónicas.

Gran parte del control y la gestión de inventarios busca determinar las políticas y parámetros de control para producir el nivel de servicio deseado de la manera más económica posible. Todas las organizaciones, de una u otra forma, controlan sus inventarios. Algunas aplican, con mayor o menor intensidad, ciertas técnicas cuantitativas para este efecto. Pero, siempre, la gran pregunta será, “¿estamos operando con el óptimo nivel de inventario?”. Es muy probable que, dentro de la complejidad que caracteriza a las cadenas de abastecimiento y a la logística, nadie pueda responder con certeza esta pregunta. Lo importante es tratar de que la brecha entre nuestras operaciones y la solución óptima sea la menor posible.

Los inventarios no son malos. Lo malo es tenerlos en exceso para unos ítems y en defecto para otros (el desbalanceo de inventarios del cual ya se habló al comienzo) y dejar su control al azar o a técnicas meramente empíricas. Igualmente, tener cero inventarios es una utopía, especialmente en nuestro medio. Este es el caso específico de la filosofía de “justo a tiempo”, o *Just in Time (JIT)*, o sistema de producción sin inventarios. En este sistema total de manufactura o, más precisamente, en esta filosofía de producción, los inventarios se reducen al mínimo posible para incrementar la productividad (mediante la automatización, por ejemplo), para mejorar la calidad y reducir los ciclos de producción y, por lo tanto, el servicio al cliente.

El sistema *JIT* es adecuado en un ambiente de alto volumen de producción y manufactura repetitiva. Las diferentes etapas de producción están íntimamente ligadas con muy pequeños inventarios en proceso. La necesidad de ensambles finales gobierna el flujo de subensambles, disparando la producción, la que, a su vez, afecta la cadena previa de producción, y así sucesivamente (sistema *pull*). Cada centro de trabajo produce solamente lo que el centro siguiente necesita para satisfacer la producción de ensambles finales.

No todos los sistemas productivos son susceptibles de adoptar un sistema *JIT*. Para lograr la transformación a este tipo de sistema, se requiere que la organización realice los pasos necesarios para adoptar los más altos niveles de calidad, disminuya los alistamientos de las líneas de producción y los tamaños de lote, y seleccione y certifique adecuadamente a sus proveedores.

Los beneficios de la implementación de un sistema *JIT* pueden ser inmensos, dentro de los cuales se encuentran la reducción de costos de mantenimiento y control de los inventarios, con el consiguiente ahorro de espacio físico; el menor capital invertido en inventarios; el incremento de la productividad con altos niveles de calidad y la reducción de los tiempos de producción. A pesar de los impresionantes resultados que ha logrado el *JIT* en varios países, esta filosofía no es la panacea para todas las organizaciones. Para que ella produzca los resultados esperados, se debe tener alto volumen de producción y manufactura repetitiva; niveles de calidad extremadamente altos; excelente gestión humana que permita motivar a la fuerza laboral, mejorar las relaciones de los trabajadores con la empresa y tener una mano de obra altamente calificada y excelente relación con los proveedores.

Para extender los conceptos enunciados hasta este momento, se recomienda leer a Silver (2008), quien realiza un excelente resumen sobre los principales aspectos de administración de inventarios, incluyendo algunas aplicaciones prácticas y sugerencias para investigación futura.

Ejercicios 1.1

1. Discuta la relación que existe entre las políticas de control de inventarios de una compañía (comercial o industrial) y otros aspectos de Logística, como el sistema de transporte y distribución.
2. Suponga que la demanda de cierto producto es determinística y se conoce con gran certeza. Bajo esta situación, alguien opina que no se necesita tener inventario alguno de este producto. ¿Está de acuerdo con esta afirmación? Explique.

3. Explique por qué altos niveles de inventario pueden enmascarar problemas de calidad en un ambiente productivo.
4. Un pequeño negocio mantiene cinco ítems en inventario, con las siguientes características:

Ítem	Precio de venta (\$/unidad)	Inventario a enero 01 (unidades)	Inventario a enero 31 (unidades)	Ventas en enero (unidades)	Margen de utilidad del ítem* (%)
1	15.500	350	564	750	14,7
2	2.400	2.530	565	2.585	8,5
3	38.000	52	3	60	10,2
4	950	5.700	5.000	700	13,5
5	87.500	8	4	12	9,0

*Expresado como el porcentaje de utilidad del ítem sobre el precio de venta

Determine la rotación del inventario de este negocio durante el mes de enero en número de veces por mes y en días. Observe que se pide la rotación conjunta de los cinco ítems.

5. El administrador de una droguería afirma que, si él quisiera, tendría una rotación aproximada de un día comprando sólo lo necesario para vender en un día, reponiéndolo al día siguiente y así sucesivamente. Discuta la viabilidad de esta afirmación desde el punto de vista de la logística y su posible efecto práctico en el negocio y en el servicio al cliente.
6. Un pequeño supermercado quiere establecer una clasificación ABC para cierta familia de productos de aseo personal. Una muestra de 20 artículos es la siguiente:

Ítem No.	Demanda anual (u.)	Valor del ítem (\$/u.)	Ítem No.	Demanda anual (u.)	Valor del ítem (\$/u.)
1	800	2.630	11	300	260
2	350	1.760	12	400	2.760
3	2.000	8.950	13	1.750	15.200
4	1.100	8.770	14	75	400.000
5	4.500	10.560	15	820	3.000
6	100	4.390	16	200	23.550
7	1.000	890	17	50	975
8	2.600	450	18	520	17.500
9	610	7.500	19	1.650	17.500
10	985	900	20	130	7.850

- a. Construya una hoja electrónica que le permita proponer una clasificación ABC para este conjunto de ítems. Tome los cortes del porcentaje acumulado del volumen D_v en 70 y 95 por ciento aproximadamente para establecer el límite entre A y B y entre B y C, respectivamente.
 - b. ¿Qué diferencia observa entre los ítems No. 5 y No. 14, a pesar de estar en la misma clasificación?
 - c. Usted quiere clasificar a un ítem nuevo, No. 21, del cual sólo se conoce la demanda “desde hace un mes que entró al mercado”. Dicha demanda fue de 65 unidades y el ítem tiene un valor de 6.500 \$/unidad. Explique cómo lo haría y en qué clasificación quedaría dicho ítem.
 - d. Si la empresa manejara 6.000 ítems, ¿considera difícil obtener la clasificación ABC de todos los ítems utilizando la misma herramienta computacional que usted diseñó?
7. Comente acerca de la validez de la clasificación ABC para una empresa a través del tiempo. ¿Qué sugeriría para mantener actualizada dicha clasificación? Considere también el caso de ítems nuevos, para los cuales no se conoce historia alguna. ¿Cómo cree usted que deberían tratarse para efectos de su eventual clasificación ABC?
 8. Algunos autores sostienen que la clasificación ABC está perdiendo vigencia e importancia en la actualidad debido a que, con el avance de los sistemas de información y de computación, todos los ítems pueden ser controlados con sistemas relativamente complejos. Discuta esta afirmación.
 9. Uno de los problemas del indicador de rotación del inventario mostrado en la Ec. (1.2) es el hecho de que usted puede tener su bodega llena, aún no ha pagado el inventario y tiene una alta probabilidad de venderlo y recuperar su inversión antes de pagar a sus proveedores. Por lo tanto, realmente el capital que ha invertido en inventarios es muy bajo, pero el indicador de rotación no mostrará esto. Por ello, surge como alternativa el indicador de rotación neta del inventario, definido como [De acuerdo con Grenoble IV (1994), p. 387]:

$$\text{Rotación neta} = \frac{\text{Ventas periódicas al costo } [\$/\text{período}]}{\text{Inventario promedio periódico al costo (Pagado)}[\$]} \quad (1.4)$$

$$\text{Inv. promedio pagado} = (\text{Inventario promedio}) - (\text{Cuentas} \times \text{Pagar promedio})$$

- a. Analice las ventajas y desventajas de este nuevo indicador de rotación y aplíquelo en el ejemplo del literal siguiente. Interprete el significado de un valor negativo de este indicador.

- b. Se está negociando la compra de un producto con un plazo de pago de 40 días. El método de control utilizado sugiere comprar 1.000 unidades para dicho tiempo. Al cabo de un mes, se han vendido 850 unidades. Compare la rotación del inventario y la rotación neta durante ese mes, asumiendo un inventario inicial del producto = 100 unidades ya pagadas.
- c) Puede ocurrir que aun el indicador de rotación neta mostrado en la Ec. (1.4) no sea adecuado porque existen muchas empresas que compran grandes cantidades de inventario y lo pagan por adelantado, o en corto tiempo, con el objeto de obtener significativos descuentos por pronto pago, lo que hace al negocio factible económicamente y, por lo tanto, rentable. Proponga nuevos indicadores de gestión de inventarios para estos casos.

LECTURAS ADICIONALES

- CHOPRA y MEINDL (2008): capítulo 3 (pp. 44-64) (Es un capítulo muy interesante que ubica el tema de inventarios dentro de todo el contexto de la cadena de abastecimiento).
- BOWERSOX *et al.* (2007): capítulo 6 (pp. 130-137) (Se trata de una buena lectura introductoria sobre los temas de inventarios).
- SILVER *et al.* (1998): capítulos 1 y 2 (pp. 3-26); capítulo 3 (pp. 27-44) (Introduce al tema de inventarios en forma general).
- SIPPER y BULFIN (1998): capítulo 6 (pp. 311-325) (Este final de capítulo presenta otra visión de la clasificación ABC y de la organización general de un sistema de control de inventarios).
- WILD (1997): capítulo 3 (pp. 29-51) (“Administrando el inventario”; complementa el análisis ABC, principalmente).
- FOGARTY *et al.* (1994): capítulo 5 (pp. 179-208) (Este 50% del capítulo 5 da un panorama general de administración de inventarios, incluyendo la clasificación ABC).
- ROBESON y COPACINO (1994): capítulo 9 (pp. 372-390) (Este capítulo de este Manual de Logística presenta algunos aspectos interesantes sobre medidores de desempeño en inventarios, como la rotación neta del inventario).

**PÁGINA EN BLANCO
EN LA EDICIÓN IMPRESA**

ELEMENTOS PARA LA TOMA DE DECISIONES EN SISTEMAS DE INVENTARIOS

Las decisiones que deben tomarse para la administración de un sistema de inventarios son muy complejas, no sólo por su importancia propia, sino por las interrelaciones con los otros sistemas de la organización. Se trata aquí de ofrecer una introducción que sirva de base para el desarrollo de modelos matemáticos, los cuales se constituyen en poderosas herramientas de ayuda para la toma de decisiones en esta área.

LA DIVERSIDAD DE ÍTEMS Y EL MARCO DE REFERENCIA PARA LAS DECISIONES DE INVENTARIOS

Existen organizaciones comerciales que pueden llevar más de 100.000 ítems en inventario. Una industria de tamaño medio puede tener más de 10.000 tipos diferentes de materias primas, partes y productos terminados. Los ítems en inventario pueden diferir en muchos aspectos. La tabla 2.1 muestra diversos aspectos en los que un ítem puede diferenciarse de otro.

Tabla 2.1. Características para la diferenciación de ítems en inventario

Aspecto	Diferentes características
Costo y apariencia física	Costo, peso, volumen, color, forma, estado físico.
Ítems perecederos	Por deterioro, por robos, por obsolescencia tecnológica.
Modo de almacenamiento	En contenedores, barriles, estantes, estibas, sobre el piso, en cajas de cartón, refrigerados o con condiciones controladas, artículos inflamables, etc.
Modo de empaque	Por unidad, docenas, cientos, millares, promociones, etc.
Localización geográfica	En muchas cadenas de abastecimiento, los ítems pueden diferenciarse por su localización geográfica, así sea el mismo código.