



# Logística

Temas seleccionados

Tomo I

M. Torres Gemeil  
J. R. Daduna  
B. Mederos Cabrera

Esta versión digital realizada por la Editorial Imágenes se tomó del libro:

*“Logística. Temas seleccionados”. Tomo I. Primera Edición*  
©Editorial Feijóo, 2003. ISBN 959-250-100-9

Ciudad de La Habana, 10 de Febrero del 2004.

# Logística

Temas seleccionados  
Tomo I

**Autores:**

**Prof. Dr. Ing. Manuel Torres Gemeil**

Centro de Investigación y Desarrollo del Comercio Interior y Sociedad Cubana de Logística y Marketing de la Asociación Nacional de Economistas y Contadores de Cuba

**Prof. Dr. rer. pol. Joachim R. Daduna**

Universidad de Ciencias Económicas Aplicadas de Berlín

**Ing. Beatriz Mederos Cabrera**

Sociedad Meridiano S.A. y Sociedad Cubana de Logística y Marketing de la Asociación Nacional de Economistas y Contadores de Cuba

## Índice

<b>Índice</b>	<b>I</b>
<b>Prólogo</b>	<b>V</b>
<b>Introducción</b>	<b>VII</b>
<b>Nota introductoria al Tomo I</b>	<b>IX</b>
<b>1 Generalidades sobre logística</b>	<b>1</b>
1.1 Desarrollo histórico	1
1.2 Desarrollo en el siglo XX	4
1.3 Enfoque en sistema	6
1.3.1 Premisas de la concepción del sistema logístico	7
1.3.2 Determinación de los componentes del sistema y su entorno	8
1.3.3 Desagregación de la misión y objetivos del sistema	10
1.3.4 Definición de la secuencia operacional del sistema	10
1.3.5 Definición de los evaluadores del sistema	11
1.4 El concepto de logística	11
1.5 Servicios logísticos	17
1.5.1 Introducción y definiciones	18
1.5.2 Caracterización de un servicio logístico	19
1.5.3 El mercado del servicio logístico	20
1.6 Logística inversa	22
Bibliografía	24
<b>2 Previsión de la demanda</b>	<b>25</b>
2.1 Introducción a la previsión y su carácter contradictorio	25
2.2 Concepto e importancia de la previsión para los sistemas logísticos	26
2.3 Teoría sobre la previsión de la demanda	28
2.3.1 Métodos cualitativos	28
2.3.2 Modelos cuantitativos	29
2.4 Pronóstico por series de tiempo	30
2.5 Componentes de una serie de tiempo	31
2.6 Métodos de pronóstico de una serie de tiempo	33
2.6.1 Metodología propuesta para la realización de un estudio de pronóstico utilizando serie de tiempo	36
2.6.2 Descripción de métodos de pronóstico	37
2.7 Medidas de errores	44
2.8 Métodos para la determinación del componente estacional	46
2.9 Análisis computacional	49

2.10 Conclusiones	49
Bibliografía	52
<b>3 Almacenamiento</b>	<b>53</b>
3.1 Almacenes y sus características	53
3.1.1 Clasificación de los almacenes	53
3.1.2. Parámetros constructivos de almacenes	55
3.2 Medios para el almacenamiento	58
3.2.1 Medios unitarizadores de carga	58
3.2.1.1 Paleta plana	60
3.2.1.2 Paleta caja	62
3.2.1.3 Autosoportantes	64
3.2.2 Estanterías	64
3.2.3 Criterios para la adquisición de medios para el almacenamiento	66
3.3 Equipos y medios para la manipulación e izaje	72
3.3.1 Generalidades de los equipos y clasificación de los montacargas	72
3.3.2 Parámetros de explotación fundamentales para la selección del montacargas	73
3.3.3 Otros parámetros de explotación y técnicos para la selección del montacargas	75
3.3.4 Medios auxiliares de manipulación	76
3.3.5 Otros equipos y medios auxiliares para la manipulación e izaje	77
3.4 Tecnología de almacenamiento	77
3.4.1 Generalidades sobre la tecnología de almacenamiento	78
3.4.2 Elementos que componen la tecnología de almacenamiento	80
3.4.3 Factores determinantes en la tecnología de almacenamiento	81
3.4.4 Formas fundamentales de almacenamiento	84
3.4.5 Principios básicos de manipulación y almacenamiento	89
3.4.5.1 Principios básicos de manipulación	90
3.4.5.2 Principios básicos de almacenamiento	92
3.5 Ubicación y localización de productos en el almacén	94
3.5.1 Métodos para el control de ubicación y localización	94
3.5.2 Estrategias para el almacenamiento y el despacho de los productos	95
3.6 Indicadores de aprovechamiento de la capacidad de almacenamiento	97
Bibliografía	102
<b>4 Conservación de alimentos en el proceso logístico</b>	<b>103</b>
4.1 Alimentos y su importancia	103
4.2 Conservación de los alimentos	105
4.3 Almacenamiento de los alimentos	109
4.4 Las cámaras frías	115

---

4.5	La cadena de frío	118
	Bibliografía	121
<b>5</b>	<b>Tecnologías de la información y las comunicaciones en la logística</b>	<b>123</b>
5.1	La e-logística	123
5.2	Desarrollo de la información y la comunicación para el transporte	127
5.2.1	Control de la información y la comunicación en el transporte	128
5.2.2	Sistemas de control del transporte por satélite	130
5.2.3	Bolsa de flete	132
5.3	Utilización del Código de Barras	132
5.3.1	Ventajas de la aplicación del Código de Barras	133
5.3.2	Nivel de aplicación internacional del Código de Barras	134
5.3.3	Aplicación del Código de Barras en Cuba	135
	Bibliografía	139
	<b>Glosario de términos asociados a la logística</b>	<b>141</b>
	<b>Curriculum vitae de los autores de cada tema</b>	<b>151</b>

## Prólogo

Hace sólo dos o tres décadas algunas carreras vinculadas a las llamadas tecnologías "blandas" eran relativamente subvaloradas desde los estudiantes de pre-universitario hasta la esfera de la producción y los servicios e incluso en las propias universidades de nuestro país. Las llamadas tecnologías "duras" se veían más atractivas, sobre todo más dignas de los más inteligentes. La vida y los hechos tozudos, se encargaron de ir poniendo las cosas en su lugar.

Carreras como la Ingeniería Industrial y la Economía y disciplinas complejas como la Organización de la Producción y las Ciencias de la Administración y también la Logística fueron ganando el prestigio que merecen, en la misma medida que académicos y empresarios reconocían su importancia estratégica.

Los elementos básicos de la Logística estaban presentes siempre en mayor o menor grado en diferentes carreras, bajo la forma de economía de almacenes, economía del transporte, transporte interno, manipulación de materiales, etc. Con el perfeccionamiento de los planes de estudio y programas en diferentes carreras, la Logística se fue abordando con la integralidad y enfoque sistémico necesarios, a lo largo de la cadena de aprovisionamiento acorde a las necesidades de un país de economía abierta como Cuba.

El Período Especial obligó a los productores a ocuparse más de su aprovisionamiento y de la venta y distribución de sus productos. Hoy el Perfeccionamiento Empresarial recomienda la tercerización o externalización de los servicios logísticos.

Por otra parte junto a la Logística Industrial y la Logística Comercial, se desarrolla con fuerza la Logística Inversa y la Logística de los Servicios, con énfasis en la hotelería, el turismo y los servicios médicos y hospitalarios.

Nuestras universidades se adentran en un nuevo ciclo de perfeccionamiento de los planes y programas de estudio, en el cual la Logística deberá ocupar un lugar importante en carreras como Ingeniería Industrial y Economía de Empresas y en otras como Ingeniería Civil e Ingeniería Mecánica, además de ofertarse con flexibilidad opcional para distintos perfiles.

El libro que se nos presenta es el resultado de una larga y fructífera colaboración entre el Centro de Investigación y Desarrollo del Comercio Interior, la Sociedad Cubana de Logística y Marketing de la ANEC y un amplio grupo de universidades del país y también es producto de una efectiva colaboración con universidades alemanas.

Folletos, monografías y documentos técnicos previos de los autores han servido de base material de estudio en el campo de la Logística, en las carreras como Ingeniería Industrial

y Economía y en cursos y diplomados de superación profesional en diferentes provincias del país.

La creciente algoritmización, matematización e informatización de la Logística, presente en este libro, permitirá contar paulatinamente con un repertorio de herramientas que facilitan la toma de decisiones en el diseño y explotación de sistemas logísticos.

Este libro en sus 3 tomos lo consideramos una obra mucho más abarcadora, realizada por un colectivo de autores con resultados científicos, pero también con experiencia profesional exitosa en diferentes campos de la Logística, el cual tendrá un importante impacto en la docencia de pregrado y postgrado en universidades y entidades de ciencia e innovación tecnológica, además de servir de libro de consulta en el ejercicio profesional directo en este campo. En su momento apoyará una maestría en Logística en nuestro país y también, por qué no, un programa doctoral independiente o al menos una mención terminal en Logística dentro de un programa doctoral más amplio.

Dr.-Ing. José Luis García Cueva

Viceministro del Ministerio de Educación Superior

## Introducción

En el año 2001 se inició el trabajo conjunto entre el *Centro de Investigación y Desarrollo del Comercio Interior* (CID - CI) y la *Universidad de Ciencias Económicas Aplicadas* (FHW) de Berlín, República Federal de Alemania (RFA), en la rama de la Logística de la Distribución. Dicho trabajo se basa en los intereses de la parte cubana para el mejoramiento de los procesos de distribución de mercancías, incluyendo la influencia de la logística en la ecología.

Como un resultado de esta cooperación entre los años 2001 y 2003 han sido impartidos seis cursos de postgrado en la Ciudad de La Habana, Camagüey, Santa Clara y Pinar del Río por el Prof. Dr. rer. pol. Joachim R. Daduna del FHW y especialistas cubanos. La organización de estos cursos se ha realizado por el CID - CI en coordinación con la *Sociedad Cubana de Logística y Marketing* de la *Asociación Nacional de Economistas y Contadores de Cuba* (SCLM - ANEC) y la Universidad de Pinar del Río, entre otras entidades. Como una derivación de los mismos, a finales del 2002, se materializa la edición por la Universidad de Pinar del Río, en coordinación con el CID - CI y la SCLM - ANEC, de una Monografía en idioma español, que ha servido como material de estudio para dichos cursos.

Partiendo de los resultados obtenidos en estos tres años y dada la necesidad de contar con un libro sobre logística para la formación de especialistas en esta disciplina, se inicia el proyecto para la elaboración del mismo.

La Logística considerada como una disciplina compleja por su alcance y diversidad temática, contempla un amplio espectro de actividades que integradas convenientemente permiten ofrecer al cliente el producto o servicio requerido, con la calidad deseada, en la cantidad necesaria, en el momento y lugar preciso, al menor costo posible.

Su visión más actual en la esfera del comercio y los servicios la han convertido en un factor distintivo de las organizaciones y parte del enfoque en sistema que concatena los procesos fundamentales de aprovisionamiento y distribución, los que a su vez comprenden funciones tan disímiles como: la previsión de la demanda, las compras, el almacenamiento y el transporte, entre otras.

A diferencia del desarrollo de la logística en el mundo, en Cuba ha tenido su auge en los últimos años y ha sido tratada por un grupo de profesionales, los cuales según su dedicación durante varios años de trabajo, han profundizado en diferentes aspectos y contenidos fundamentales de esta disciplina. Por tales razones este libro ha sido estructurado como un compendio de temas, que a su vez se agrupan en tres tomos, siendo los autores de cada tema responsables del contenido de los mismos.

De forma general cada uno de los tomos abarca los temas siguientes:

- El primer tomo trata las generalidades sobre la logística, la previsión de la demanda, el almacenamiento, la conservación de alimentos en el proceso logístico y las tecnologías de la información y las comunicaciones en la logística. En este tomo también se presenta un glosario con términos y siglas sobre logística.
- En el segundo tomo se exponen los temas relacionados con el nivel del servicio al cliente, la gestión de aprovisionamiento, las compras, los costos logísticos, el transporte y la distribución.
- En el contenido del tercer tomo se encuentran temas como: el desarrollo de la logística en Cuba, envases y embalajes, la proyección tecnológica de los almacenes, la logística inversa, la calidad en la logística y la ampliación del glosario de términos y siglas sobre logística.

En la concepción de este libro deben reconocerse los aportes del Dr. MSc. Ing. Héctor Carlos Conejero González, Presidente de la SCLM - ANEC.

Valiosos especialistas, que también dedicaron sus esfuerzos durante años al desarrollo de la logística en Cuba, hoy no se encuentran entre nosotros físicamente, no obstante sus aportes han quedado recogidos en esta obra, para que las nuevas generaciones continúen aprendiendo de sus experiencias, ellos son: Miguel Aguilar Cisneros, Rogelio Dusté, Gilberto Frías Meléndez, Enrique Pretel Martínez, Francisco Ramírez Castillo y Américo Tuero Barajas.

Sirva esta publicación como un reconocimiento póstumo a todos ellos y en especial al Prof. Dr. Ing. Raimundo Comas Pullés, quien fuera el primer presidente de la Sociedad Cubana de Logística de la ANEC y uno de los principales impulsores de esta disciplina en el país.

## Nota introductoria al Tomo I

Como continuidad de la colaboración existente entre la *Universidad de Ciencias Económicas Aplicadas* (FHW) de Berlín, la *Sociedad Cubana de Logística y Marketing de la Asociación Nacional de Economistas y Contadores de Cuba* (SCLM - ANEC) y el *Centro de Investigación y Desarrollo del Comercio Interior* (CID - CI), un grupo de especialistas alemanes y cubanos de las instituciones mencionadas y de la *Universidad de Matanzas*, de la *Universidad Central de Las Villas*, de la *Sociedad Meridiano S.A.* y de *ETECSA*, se han enfrascado en la elaboración de este primer tomo sobre Logística, que cuenta con cinco temas.

- El contenido del primer tema es el desarrollo de la logística en el mundo y una visión sobre enfoque en sistema, así como una introducción a la logística inversa y a la modalidad de tercerización o externalización de servicios logísticos.
- En el segundo tema se expone la importancia y necesidad de la determinación de la demanda, como elemento decisivo en la gestión de los inventarios y en el diseño de los sistemas logísticos.
- El almacenamiento, las características constructivas y tecnológicas, la clasificación de los almacenes y los indicadores que miden el aprovechamiento de las capacidades es el contenido del tercer tema.
- En el cuarto tema se abordan diferentes formas para la conservación de los alimentos, siendo las cámaras frías una de las más generalizadas. También trata sobre la cadena de frío.
- El último tema enfatiza en la influencia de las tecnologías de la información y las comunicaciones para el desarrollo de la logística, refiriéndose a aspectos tales como: el comercio electrónico, el control de los medios de transporte por vía satélite y el código de barras.
- Se anexa un glosario con términos y siglas utilizados en la logística, así como el currículum vitae de los autores de cada tema.

El coautor del segundo tema fue el Prof. Auxiliar Dr. Ing. Reynold Hernández Madem de la Universidad de Matanzas y del tema cinco fungieron como coautores el MSc. Ing. Hugo Conejero González de la Filial Centro - Oeste (Camagüey) del CID - CI, el Ing. Juan Miguel Martínez Rodríguez y el Ing. Raúl Sarroca González, ambos del CID -CI en la Ciudad de La Habana.

Se contó con la colaboración del Dr. MSc. Ing. Héctor Carlos Conejero González, Jefe de la Filial Centro Oeste del CID - CI en los temas uno y tres. Como colaboradores del tema cinco deben mencionarse a la técnica Kattia Prada Delgado y al Lic. Rolando Reyes

Rabanal y la inapreciable ayuda en este primer tomo de la técnica Lilliam Hernández Ruiz en la máquina de generar caracteres, todos pertenecientes al CID - CI.

La Profesora Auxiliar Adjunta, Dra. Ing. María Lilia Santos Norton, de la División de Logística de *ETECSA*, dirigió la elaboración del glosario de términos y contribuyó en la terminación del presente tomo. La revisión técnica fue asumida con mucha responsabilidad y tesón por el Dr. Ing. José Ramón Gómez Beltrán del CID - CI.

Una obligada mención a Kopieren & Drucken de Berlín, por el esfuerzo realizado para la conformación e impresión de esta primera edición en la persona de Daniela Feilcke-Wolff.

Agradecemos la colaboración recibida de Management Team de Colonia y concretamente a su máximo representante, el Drs. Robert Nieuwenhuijsen.

Gratitud a *Jäschke Operational Media* (JOM) de Hamburgo en Alemania y en particular a su gerente general el compañero Michael Jäschke.

Debe aquí reconocerse el apoyo brindado por el *Instituto Fraunhofer* de Magdeburgo en Alemania y en especial por su Director el Prof. Dr. Ing. Michael Schenk, en el marco de la colaboración con el CID - CI.

Una ayuda de gran valor fue la recibida por el *Servicio Alemán de Intercambio Científico* (DAAD) y por la Universidad de Ciencias Económicas Aplicadas de Berlín (FHW).

Nuestro agradecimiento a *Hellmann Worldwide Logistics GmbH Cuba* presente en el país desde 1995 como Filial de Hellmann, compañía logística fundada en Alemania en 1871, con representaciones en más de 140 países y en especial a su gerente general en Cuba, el fraterno amigo Dipl. Ing.-oek. Máximo López quien realiza un aporte cotidiano al desarrollo práctico de la logística, situando a Hellmann como el número uno en los servicios logísticos, que aseguran las principales exportaciones del país por vía aérea.

Para la realización de la versión digital basada en la primera edición del Tomo I se contó con la colaboración de Jorge Oliver Medina, Luis E. Cubela González y Yuri Oliver Landa y del área de capacitación de la Corporación CIMEX SA, así como Vladimir Concepción Hernández y E.D.D.Y. \ PUBLICIDAD.

La XIII Feria Internacional del Libro de Cuba del año 2004, dedicada al homenaje de la cultura Alemana, se ha considerado el marco propicio para el lanzamiento de este primer tomo. El mismo se realizará en diferentes provincias (Pinar del Río, Ciudad de La Habana, Matanzas, Villa Clara y Camagüey) durante la Feria Internacional del Libro, en eventos de Logística organizados por la SCLM - ANEC con la posible participación de personalidades extranjeras de la especialidad.

Joachim R. Daduna, Beatriz Mederos Cabrera y Manuel Torres Gemeil

# 1 Generalidades sobre logística

**Autores:** Raimundo Comas Pullés (†), Joachim R. Daduna, Beatriz Mederos Cabrera y Manuel Torres Gemeil

**Resumen:** Se brinda una apretada síntesis del desarrollo de la logística en el mundo desde su surgimiento hasta la actualidad. También se incursiona en la definición de logística vista por diferentes autores e instituciones. En este tema se ofrece una visión de la logística como sistema y se señalan sus características. No obstante, en él se resalta, que la logística aplicada a la realidad, es mucho más compleja que las definiciones académicas que se han dado y se hace énfasis en el enfoque en sistema para la logística y sus particularidades en el desarrollo que se ha tenido en los últimos años.

En la búsqueda de una mayor eficiencia en la logística, ha surgido y se fomenta cada vez más la especialización de organizaciones económicas para determinados procesos que la integran, por los beneficios que brinda. Estos servicios logísticos se conocen como terciarización y últimamente como externalización, provenientes del término inglés outsourcing (utilización de fuentes externas).

Las posibilidades actuales y perspectivas de la logística inversa, como complemento de los flujos materiales en los canales de distribución se ha tornado de sumo interés también para la protección del medio ambiente.

## 1.1 Desarrollo histórico

La actividad de manipulación y almacenamiento de las cargas es tan antigua como la humanidad misma, y surge desde que el hombre necesita conservar los granos hasta la próxima cosecha (ver Comas Pullés 1996).

En la prehistoria de la humanidad, en el período neolítico en Egipto, hace unos 7 000 años, se considera por los descubrimientos arqueológicos que en las riberas del río Nilo fue uno de los lugares donde se inició la agricultura.

El primitivo egipcio, que por primera vez en su vida se hizo agricultor, se encuentra con la necesidad de ahorrar, pues los granos de trigo debían economizarse de modo tal que durasen hasta la próxima cosecha. Además, era necesario apartar una porción para la siembra. Esto implica la previsión, economía, control, distribución, algún medio de transporte y receptáculos donde almacenar el trigo, de esta manera garantizar la conser-

vación del grano y su alimentación entre las cosechas. Fue así como el primitivo egipcio se encuentra con el primer problema práctico de logística. Sobre este asunto Gordon Childe (1966, pág. 106) en su libro "Los orígenes de la civilización" escribe: "Estos receptáculos para almacenar granos son tan esenciales como las viviendas y en realidad deben haber sido construidos con más cuidado que ellas. En los poblados neolíticos de Fayum, tal vez los más antiguos de su especie, las construcciones que han sobrevivido son los silos excavados forrados con paja o esteras."

La primera referencia escrita sobre un problema logístico de envergadura aparece en la Biblia, en el Génesis o libro primero del Antiguo Testamento. Es la famosa leyenda de los sueños de un faraón sobre siete vacas gordas comidas por siete vacas flacas y siete espigas abundantes y hermosas devoradas por siete espigas flacas nacidas de la misma caña. El faraón manda a buscar a todos los magos, sabios y adivinos del reino y ninguno supo interpretarles los sueños. José un esclavo hebreo que estaba preso por una falsa acusación de violación y que era conocido por su habilidad para interpretar sueños, fue llevado ante el faraón. José escuchó los sueños y dijo (ver Universidad Pontificada de Salamanca 1972): "Es un sólo sueño. Vendrán siete años de abundancia y siete años de terrible escasez, nombre el faraón un hombre sabio e inteligente y póngale a cargo de la tierra y envíe intendentos que recojan el trigo en los años de abundancia y lo guarden para los años de hambre que están por venir."

El faraón nombró a José, Gran Visir y éste salió a recorrer Egipto en esos años de alta fertilidad para acopiar y almacenar el trigo. Pasados los siete años de abundancia cuando sobrevino la escasez, José abrió los graneros y vendió el trigo al pueblo egipcio. Egipto en los años de hambruna vendió trigo a los cananeos, a los feraceos, a los hebreos y a otros pueblos cercanos. Esta referencia bíblica es una de las primeras, si no la primera, a un problema logístico entre diferentes regiones.

La fertilidad del valle del Nilo era proverbial. Con el desarrollo del barco de vela y la rueda, Egipto fue convirtiéndose en un importante país exportador de trigo. Para lograr esto, debían existir almacenes que conformaran la red logística necesaria para la distribución y exportación.

En la Biblia, en el Exodo aparece la primera referencia escrita sobre una red logística nacional. Está relacionada con los inicios de la esclavitud hebrea en Egipto. Gobernaba el país un nuevo faraón que no conocía a José, pues hacía muchos años que había muerto y del establecimiento en Egipto del padre de José - llamado por el dios Jehová con el nombre de Israel - y sus once hermanos, los cuales dieron origen al pueblo israelita. Este nuevo faraón, según el Exodo I dijo a su pueblo (ver Universidad Pontificada de Salamanca 1972): "He aquí que el pueblo de Israel es más numeroso y fuerte que nosotros, obremos astutamente para impedir que siga creciendo y si sobreviene una guerra se una al enemigo contra nosotros. Pusieron pues, sobre ellos capataces que los oprimiesen con onerosos

trabajos en la edificaciones de Pitóm y Ramses, ciudades almacenes del faraón". En estas dos últimas líneas de la cita bíblica se muestra la primera referencia sobre la construcción de almacenes de una red logística de distribución.

Los hechos bíblicos tienen posible verosimilitud. La leyenda de José coincide con la invasión de Egipto por los Hiksos alrededor de los años 1680 antes de nuestra era. El dominio hikso duró cien años hasta que fueron derrotados por los tebanos que instauraron su monarquía.

La influencia de la antigua logística árabe ha llegado a nosotros por medio del idioma español, quizás debido a la dominación que durante casi ocho siglos mantuvieron los árabes sobre parte de España. Son palabras de origen árabe relacionadas con la logística las siguientes:

- Aljibe*: Recipiente para almacenar agua
- Aljaba*: Caja para flechas
- Alacena*: Estante para colocar alimentos
- Almacén*: Lugar donde se guarda lo ahorrado o atesorado

Estas palabras aparecen en las traducciones de antiguos jeroglíficos egipcios.

En la antigua Grecia, los filósofos asociaron el concepto de logística a la Lógica (lo lógico) y llamaron logística al arte de calcular. En la misma Grecia, cuando la supremacía de Atenas, ciudad que creó un Estado, unida a otras islas griegas del mar Egeo, "La liga de Delos" llamaron logísticos a los funcionarios atenienses que calculaban las necesidades del Estado.

En el imperio romano, con el desarrollo del comercio se crearon sofisticados métodos de almacenamiento y distribución. De ese período se conservan las ruinas de un enorme almacén en Ostia, centro principal de distribución y almacenamiento de todo el imperio romano, el Horreo Epagatiana (ver Falconer / Drury 1975, pág. 10).

Del desarrollo del almacenamiento en la antigüedad, quedan como mudos e irrefutables testigos, entre otros, las pirámides de Egipto, los monolitos de Stonehenge en el sur de Gran Bretaña, las estatuas gigantes de la Isla de Pascua y los silos del período neolítico encontrados en Fayum, Egipto, así como las ciudades almacenes de Pitom y Rameses construidas por los hebreos bajo el dominio egipcio.

La Logística asociada al ciclo abastecimiento-producción-distribución no aparece en la literatura económica de los primeros siglos y surge en la historia asociada a las actividades militares.

Cuando el sitio de Troya hace 3250 años, los griegos en menos de un año reunieron un gran ejército para tomar la ciudad y rescatar a la bella Helena. En la *Ilíada*, poema épico

de Homero, se relata el último año de esta confrontación que duró diez años. En el canto segundo, se hace un recuento de los caudillos, ciudades, islas y regiones de Grecia que intervinieron en el sitio y la cantidad de naves en que se transportaron a Troya las tropas aqueas. La persona que haya tenido la curiosidad de sumar las naves y los hombres puede obtener la cifra de 1041 naves y 110 000 hombres aproximadamente, con vituallas, armas, armaduras, corceles, carros de guerra, trípodes, calderos y animales domésticos. Si se considera que en aquellos tiempos los medios de comunicación eran "los heraldos de voz sonora" y las señales con antorchas, en realidad, lo que se describe en el canto segundo es una proeza de la logística militar griega de la antigüedad (ver Homero 1982, págs. 47 - 51).

Una de las primeras referencias sobre la logística militar se encuentra en el imperio bizantino con el rey Leo VI o León VI de la familia de los macedonios, el que llamó así, al procedimiento de abastecer las tropas en la confrontación.

El general francés A.W. Jomini (1779-1869) amplió el concepto a una de las funciones del Estado Mayor y al movimiento de las tropas.

## 1.2 Desarrollo en el siglo XX

En la primera guerra mundial, el mariscal de Francia Fernando Foch, Generalísimo de los ejércitos aliados que derrotaron al kaiser Guillermo II, creó departamentos especializados de logística que se ocuparon del abastecimiento y el movimiento de la tropa. En la segunda guerra mundial y en la postguerra se destacó el general norteamericano Marshall que dio su nombre al plan de ayuda para la reconstrucción de Europa, después de la guerra.

Actualmente el ejército de los Estados Unidos de América tiene la organización logística más amplia que se conoce, integrada por tres niveles de dirección: Central, intermedio y el operacional o directo. Cinco actividades funcionales: Abastecimiento, transporte, instalaciones, mantenimiento y servicios generales. Con nueve comandos de apoyo que ejecutan estas actividades y unidades especiales en cada división (ver Zeicke 1990, págs. 8 - 16).

Los autores Bethel, Atwater, Smith y Stackman (1950, págs. 245 - 246) en su libro "Organización y Dirección Industrial" establecen una analogía entre la logística militar y el abastecimiento técnico material. Refieren estos autores que la logística - una de las tres fases en que se divide la ciencia militar - trata sobre el movimiento y el abastecimiento de las tropas de los artículos necesarios, en las cantidades adecuadas, en el momento preciso y en el lugar debido. En ese sentido plantean un paralelismo casi exacto con la función de abastecimiento en la producción industrial. En este libro, editado por primera vez 1945, se empieza a relacionar la logística militar con la producción industrial.

Entre los años 1930 a 1950 existe en la mediana y pequeña empresa un jefe de abastecimiento y distribución que se ocupa integralmente de estas funciones. Los que hoy cuentan con más de 60 años recuerdan a alguna de estas personas con una libretica en un

bolsillo y los otros bolsillos llenos de facturas y pedidos. Este jefe atiende el almacén, el transporte y la distribución, y a su vez, se encarga de los suministros, las compras, el mantenimiento y la recuperación y reciclaje de los productos. Este jefe es una persona muy dinámica, de muy buena memoria, y un personaje imprescindible en la industria de aquella época.

Con el desarrollo técnico y tecnológico y con la expansión industrial de la posguerra se aumenta la internacionalización de los mercados, crece la departamentalización en las empresas, se aumentan las distancias de suministro y los puntos de ventas y aquel extraordinario jefe de suministro no es suficiente para atender la nueva complejidad del abastecimiento y la distribución.

Tres factores se destacan entre los años 50 y finales de los 60 en el aumento de la complejidad del abastecimiento y la venta: el aumento de los equipos, marcas y surtidos, el incremento de los inventarios y las exigencias de entregas rápidas de los clientes, los que se pasan a profundizar.

□ *El aumento de los equipos, marcas y surtidos*

Al recordar los equipos eléctricos, que normalmente se encuentran en una casa de una familia de ingresos medios en los años 50 puede hacerse la lista siguiente: Un radio RCA Víctor o Philips, una máquina de coser Singer, un refrigerador Frigidaire o Crosley y un ventilador generalmente General Electric.

Si se hace esta lista en los años 65, se obtiene un listado mucho mayor. Por ejemplo: Un acondicionador de aire, un radio-tocadiscos, un televisor, una grabadora, un refrigerador, una batidora, una máquina de coser, un ventilador, un radio-reloj despertador, una tostadora y una mezcladora. Y no se relacionan las posibles marcas porque se haría interminable, pues habrían marcas chinas, japonesas, rusas, americanas, holandesas, suecas, alemanas, etc.

□ *El incremento de los inventarios*

Este factor es un producto directo del aumento de los equipos y los surtidos, del crecimiento de las distancias de las fuentes de suministro y de los lugares de venta, con un incremento de los costos, que llevan aparejados el lento movimiento y las mermas, con altos niveles de capital inmovilizado.

□ *Las exigencias de entregas rápidas de los clientes*

Entre tantas marcas y equipos de calidad similar y más o menos iguales condiciones de pago, el consumidor empieza a tomar en cuenta la rapidez de la entrega, el servicio postventa y la puesta en el mercado de nuevos productos para decidirse por cuál adquiere.

Por otra parte, tres tendencias organizacionales de los años 70 han preparado el camino para el desarrollo de una aproximación integral al movimiento de los materiales. Estas son:

- La orientación hacia el cliente surgida por el aumento de la competencia.
- La tendencia hacia la integración de funciones en la organización y la búsqueda de estructuras más planas creadas por la poca funcionalidad de las interfases entre los departamentos y el análisis con un enfoque de procesos.
- El desarrollo de los sistemas informáticos y las comunicaciones que mejoran la velocidad, la cantidad y la calidad de la información destinada a la dirección y por ende la calidad de la toma de decisiones.

Los factores mencionados anteriormente, articulados en las tendencias señaladas, han desarrollado una concepción integral de la circulación de los materiales desde un origen hasta un destino.

### **1.3 Enfoque en sistema**

El objetivo de este acápite es profundizar en el carácter integrador y sistémico de la logística, según el orden y contenido del enfoque en sistema, para esclarecer sus premisas, fundamentos, misión, componentes, entorno y los elementos integradores y evaluadores.

Todo sistema es definido objetiva y subjetivamente y el éxito de la definición queda condicionado a la correspondencia con que el sujeto logre reflejar la realidad objetiva.

Para tener un marco de referencia adecuado al desarrollar el enfoque en sistema de la función logística, es conveniente recordar algunas definiciones y propiedades básicas de los sistemas. Estas son:

- Un sistema es un conjunto de elementos, al menos dos, conectados de una forma organizada. Estos elementos y sus conexiones han sido identificados por el hombre como un conjunto de especial interés para cumplir una misión.
- Un subsistema es un elemento de un sistema mayor que puede considerarse como un todo, cada subsistema o sistema puede considerarse como parte de un sistema mayor.
- El estado de un sistema es el valor de sus variables sistémicas.
- Los componentes de un sistema son las partes abstractas y concretas que lo forman.
- El entorno de un sistema es el conjunto de elementos que rodean al sistema y con el cual éste interactúa.
- Las fronteras son los límites permeables que separan al sistema de su entorno y determinan su alcance y extensión.
- La misión de un sistema es la tarea que debe realizar en una situación dada.

- Son propiedades básicas de los sistemas la complejidad, la jerarquía en función de la complejidad, la estructura interna y su orden en el espacio y en el tiempo.

De los sistemas emergen propiedades no conocidas que sólo surgen cuando sus variables se relacionan en una forma particular y en un momento dado (ver Comas Pullés / Karell / Marsán 1975).

Los pasos fundamentales que sintetizan el enfoque en sistema son:

- Primero se establecen las premisas, las bases, los elementos determinantes del sistema y su misión.
- Como paso siguiente se define la composición del sistema. Comprende la determinación de los componentes, las fronteras que limitan su alcance y extensión y la selección del ambiente total que rodea al sistema, de los elementos que integran su entorno.
- Posteriormente se define para cada elemento componente el objetivo que debe cumplir para alcanzar la misión.
- A continuación se desarrolla un modelo sea verbal, escrito, gráfico o matemático que sirve de base para establecer los integradores del sistema. Esto es, la secuencia operacional metodológica que corresponda al carácter dinámico del mismo, así como las instalaciones, equipos, medios técnicos y recursos humanos que posibiliten el accionar del sistema.
- Por último, se definen los evaluadores del sistema, el conjunto de indicadores técnicos y económicos que permiten comprobar si el sistema cumple su misión.

A continuación se explican cada uno de estos cinco pasos en la aplicación del orden y contenido del enfoque en sistema a la función logística.

### **1.3.1 Premisas de la concepción del sistema logístico**

Como primer paso se establecen las premisas de la concepción del sistema logístico, ellas son:

- La proporción cada vez más elevada de los costos de suministros, transportes, almacenamiento y distribución en los costos totales de las empresas.
- La orientación hacia el cliente, o sea, producir para satisfacer las necesidades y los requerimientos de los clientes surgida por el incremento de la competencia.
- La integración de funciones dentro de las organizaciones originadas por los problemas de interfases entre los departamentos y facilitada por el desarrollo de las comunicaciones y los modernos sistemas informáticos de dirección.
- La concepción de la producción como un sistema socio-técnico que integra ciencias y personas, tecnología y sociedad, originando relaciones extremadamente complejas.

Se especifican a continuación las bases o fundamentos sobre los que se desarrolla la concepción sistémica:

- El desarrollo técnico y tecnológico de las instalaciones, equipos y medios empleados en los procesos logísticos.
- La racionalidad económica en el uso de los recursos humanos y materiales.
- Las reglas jurídicas, normativas, organizativas y morales vigentes que regulan las relaciones humanas y el empleo de los recursos materiales.
- La estricta observación de las leyes objetivas que rigen los procesos sociales y económicos.
- La planificación integral de los procesos logísticos como método integrador básico y la retroalimentación con el análisis de los resultados como un medio de mejoramiento continuo.

Posteriormente se especifican los determinantes del sistema o sea, los elementos básicos que determinan la composición del sistema, su alcance y extensión. Ellos son: el flujo material y el flujo de información que a él se asocia desde un origen hasta un destino, así como el flujo financiero.

Por último en el primer paso se especifica la misión del sistema que está relacionado con crear el valor asociado al tiempo y lugar en que debe encontrarse el producto para el cliente o usuario final, expresada generalmente como: asegurar el material o producto especificado y requerido, en el lugar debido y en el momento oportuno, con el mínimo costo.

### **1.3.2 Determinación de los componentes del sistema y su entorno**

El siguiente paso es la determinación de los componentes del sistema y su entorno. En la definición de los componentes del sistema desempeña un papel fundamental la ubicación del punto de origen y del destino del flujo material en la actividad que se analiza. Por ejemplo, en una industria fabril que comercializa su producción se puede ubicar el origen en los puntos de adquisición de los materiales y el destino en los puntos de venta, de esta forma la extensión del sistema comprende la tríada aprovisionamiento - producción - distribución. Pero si una empresa comercial capta la producción de esa industria entonces el flujo material concluye en el almacén de productos terminados y el sistema abarca entonces la tríada aprovisionamiento-producción - almacenaje. Ahora bien, en el análisis de una empresa comercial, la tríada será aprovisionamiento - almacenamiento - distribución. Como se puede apreciar, por los ejemplos anteriores, al igual que al considerar los casos de la industria extractiva, el turismo, la agricultura, los servicios y la recuperación de materias primas y cualquier otra, la definición de los sistemas logísticos presentan sus peculiaridades en función del punto de origen y de destino del flujo material.

Retomando el ejemplo de la industria fabril que comercializa su producción y el flujo material se mueve en la tríada aprovisionamiento - producción - distribución, entonces los componentes del sistema son:

□ *En el aprovisionamiento:*

- La gestión de adquisición de los materiales integrada por la compra, colocación, carga y traslado de los mismos desde los puntos de adquisición a los almacenes de insumo.
- El almacenamiento, el control de los inventarios y la formación de los pedidos solicitados por el proceso de producción.
- Las personas, los medios, los equipos, las instalaciones y los documentos utilizados en los procesos de manipulación, transporte y almacenaje de los materiales.
- La reparación y mantenimiento de los equipos y los medios.

□ *En la producción:*

- La manipulación, el transporte interno y el almacenamiento temporal de los materiales que aseguren la continuidad del proceso de producción.
- El sistema de recogida, reutilización y eliminación de los desechos de la producción.
- El envase y el embalaje de los productos terminados y el traslado de los mismos a los almacenes de distribución.
- Las personas, las instalaciones, los equipos, los medios y los documentos utilizados en estos procesos.
- La reparación y mantenimiento de los equipos y medios utilizados en los procesos antes mencionados.

□ *En la distribución:*

- El almacenamiento, la formación de pedidos y el traslado de los productos terminados desde los almacenes a los puntos de venta.
- El control y la conservación de los inventarios de productos terminados en los almacenes, en el transporte y en los puntos de venta.
- La recepción, preparación y colocación de los productos terminados en los puntos de venta.
- Las personas, las instalaciones, los medios de unitarización y los equipos utilizados en la distribución.
- Los documentos asociados a estos procesos.

Del ambiente total que rodea al sistema se seleccionan aquellos elementos que pueden influir en el flujo de materiales, de información y financiero. Estos elementos constituyen el entorno del sistema. Ellos son:

- Las ofertas de los suministradores, los ciclos de entrega, la calidad de las materias primas los componentes ofertados y las formas de pago.
- La disponibilidad financiera de la organización para adquirir los materiales.
- La objetividad de los planes de producción, basados en los balances de carga y las demandas del mercado.
- El mantenimiento de las instalaciones fabriles que eliminan las roturas y paros imprevistos de la producción.
- La organización del trabajo sobre bases científicas que asegure el ritmo de la producción planificado.
- El cumplimiento de las normas de consumo material.
- La cantidad de producción defectuosa que tenga que ser elaborada de nuevo.
- La disponibilidad de energía en todas las formas que se utilice por la organización.
- La protección al trabajador que evite accidentes, la protección contra los robos e incendios, desvío de recursos, pérdidas de materiales y otros componentes.
- El comportamiento del pronóstico del nivel de las ventas.
- La cantidad de pedidos no previstos en los estimados de venta.
- El nivel de reclamaciones de los clientes por deficiencias cuantitativas y cualitativas en los productos terminados.
- El grado de compromiso de la fuerza de trabajo con los objetivos concretos de los planes de aprovisionamiento, distribución y producción.
- Paros imprevistos de los equipos que procesan el flujo de información.

### **1.3.3 Desagregación de la misión y objetivos del sistema**

El tercer paso es la desagregación de la misión y objetivos del sistema, que debe alcanzar cada elemento componente del mismo.

Este paso permite la integración de cada elemento componente en el sistema con lo que se debe lograr que no sea una simetría de objetivos, sino que cada cual juegue el papel que le corresponde y que se supeditan los objetivos parciales al cumplimiento del objetivo final y la misión.

### **1.3.4 Definición de la secuencia operacional del sistema**

El próximo paso es definir la secuencia operacional del sistema, o sea los integradores. Existe una aproximación por orden jerárquico, en función de la complejidad y el nivel de

las decisiones, para definir los integradores de un sistema. Esta aproximación es la siguiente:

□ *Diseño de la red logística*

Es la etapa superior de la secuencia operacional del sistema, se realiza sobre la base de pronósticos a largo plazo de la demanda y el comportamiento del ciclo abastecimiento, producción y distribución. Es en esencia, el modelo de la trayectoria del flujo material y el flujo de información asociado, desde los proveedores a las fábricas, de estas a los almacenes de distribución y de ellos a los puntos de venta. Incluye las decisiones de los niveles de inventario en la red logística y la evaluación de las diversas variantes de circulación de los materiales y los correspondientes niveles de inventarios en los escalones de la red. Elegida la variante más conveniente, se deben tomar las decisiones sobre las inversiones en instalaciones, equipos y medios, así como la selección del tráfico y el transporte intermodal.

□ *La planificación integrada*

Es la planificación coherente y coordinada de los planes de aprovisionamiento, producción y distribución anuales, por etapas, partiendo de la misión y objetivos definidos, evitando planes específicos hechos por separado, que aunque logren a veces costos unitarios más bajos, actúen contra el óptimo del conjunto.

□ *La operación directa*

Es la programación mensual o semanal de la circulación y la operación diaria de la red logística. Abarca problemas tales como la programación de los camiones de reparto, las rutas de los vehículos, la asignación de la fuerza de trabajo a los equipos y procesos, la selección del modo de transporte para entregas rápidas y la recogida urgente de materiales y en general las múltiples tareas de una red logística en operación.

### **1.3.5 Definición de los evaluadores del sistema**

En el último paso se definen los evaluadores del sistema. Comprende la definición del conjunto de indicadores que comparen el plan logístico con lo realmente ejecutado, la utilización de las instalaciones, equipos y medios, el comportamiento de los costos logísticos reales con los estimados planificados, el cumplimiento del tiempo de servicio prometido al cliente y a la influencia de la función logística en la ganancia de la empresa.

## **1.4 El concepto de logística**

La Logística es un conjunto de técnicas que de por sí tienen cuerpo propio, no formando parte de ninguna en específico y sirviéndose de elementos de diferentes áreas como: la matemática, la informática económica, la administración de empresas y otras.

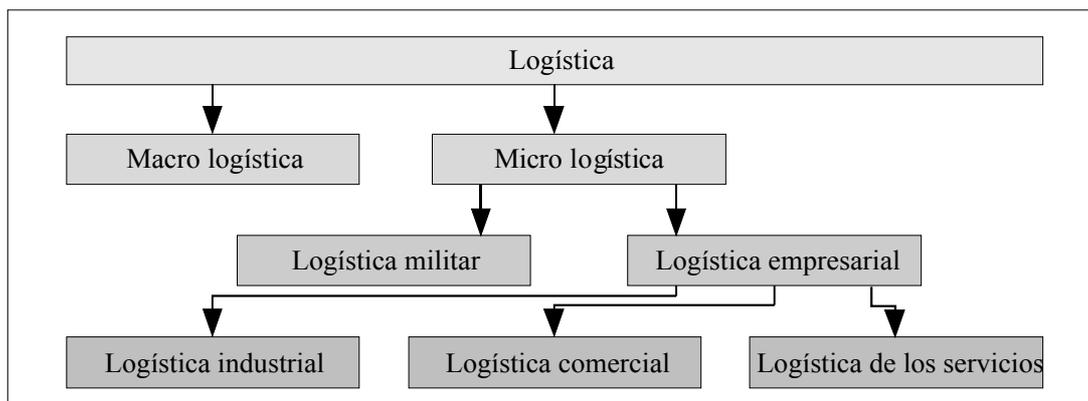
Magee (1968) en un libro "Industrial Logistics" definió la logística como "el movimiento de los materiales desde una fuente u origen hasta un destino o usuario". Aunque no incluyó el flujo de información en su definición lo analiza en el libro como contra flujo. La Londe y Grabner (1971) y Christopher (1972) en sendos artículos publicados respectivamente, definen la logística como la unión de la Gestión de los Materiales con la Distribución Física. Varios autores en ambos lados del Atlántico generalizaron el término de "Business Logistics", o sea Logística de los Negocios para diferenciarlos de la logística militar.

Bowersox (1979) en su artículo publicado asocia el concepto de logística a la aplicación del enfoque en sistema a la solución de los problemas de suministro y distribución de las empresas.

En la esfera económica, la definición de la logística se da como el de un sistema o engranaje que garantiza el movimiento eficiente del producto desde su fuente de origen hasta la entrega final al cliente. Su objetivo fundamental es "entregar los surtidos requeridos, con la calidad deseada, en las cantidades necesarias, en el momento preciso, en el lugar adecuado y con el menor costo posible".

Los autores la definen como un "sistema que garantiza el flujo eficiente de materiales o personas y de su información asociada desde un origen o fuente hasta un cliente o destino, incluyendo un flujo financiero".

La logística se puede analizar partiendo de la misión de cada entidad y se tendrá por ejemplo la existencia de una logística industrial, una logística de los servicios o una logística del comercio o comercial, como se muestra en la Figura No. 1.1 (ver Aguilar 2001; Torres Gemeil / Daduna / Mederos Cabrera / Martínez Rodríguez 2003 / Daduna 2004, pág. 5). Como ejemplo de la aplicación de la logística en la prestación de un servicio se pueden mencionar la logística hotelera, la de eventos científicos, políticos, económicos, etc. o la logística en un paquete turístico o parte de él.



**Figura No. 1.1:** Alcance de la Logística

En la macro logística se deben diferenciar dos tipos de premisas: las técnicas y las legales. Las premisas técnicas están integradas por:

- Infraestructura del transporte:
  - Redes de transporte.
  - Instalaciones del transporte.
- Redes de almacenes y su equipamiento tecnológico.
- Sistemas para las comunicaciones y transmisión de datos.
- Movimiento del transporte, que comprende la protección y seguridad de los diferentes tipos de transporte.

Las premisas legales tienen en cuenta las leyes y regulaciones para los diferentes niveles (nación, provincia y municipio), así como la disponibilidad de recursos financieros para la construcción y mantenimiento de la infraestructura.

La mayoría de los autores consideran a la logística o al sistema logístico con tres subsistemas fundamentales: aprovisionamiento, producción y distribución, concebidos de forma integral (ver Tabla No. 1.1) y enfocados hacia la satisfacción del cliente. A continuación se detallan algunos aspectos del Sistema Logístico en correspondencia con la Tabla No. 1.1.

### ***Subsistema de aprovisionamiento***

El mismo consta de las siguientes funciones:

- La planificación, que enfatiza en la gestión de las unidades físicas. Entre sus actividades más importantes, cabe destacar:
  - Previsión, planificación y programación de necesidades cuantitativas, con respecto a los requerimientos de compra.
  - Seguimiento y control de las entregas (recibo de productos solicitados).
  - Definición de los niveles de existencias precisos para dar continuidad al suministro.
- Las compras, tienen un marcado acento económico. Sus operaciones más representativas son las siguientes:
  - Búsqueda y selección de proveedores.
  - Solicitud, recepción y análisis de ofertas de proveedores.
  - Negociación y realización de las compras.
  - Control y administración de las compras.
  - Evaluación de proveedores.

Sistema	Subsistema	Función	Contenido
Logístico	Aprovisionamiento	Planificación	Previsión de necesidades Establecimiento de cantidades Seguimiento de pedidos
		Compras	Búsqueda y selección de proveedores Recepción y análisis de ofertas Negociación de precios Realización de compras Control de las compras Evaluación de proveedores
		Almacenes	Ubicación y dimensionamiento Tipos de almacenes Tecnología de almacenamiento Control de inventario Rotación de las existencias Administración del almacén
	Producción	Planificación	Cálculo de necesidades de recursos Programación de producción Lanzamiento de órdenes de producción
		Control	Existencias (en proceso y en acabado) Seguimiento de producción Cumplimiento de órdenes de producción Análisis de desviaciones
	Distribución	Almacenes	Ubicación y dimensionamiento Tipos de almacenes Tecnología de almacenamiento Control de inventario Rotación de las existencias Administración del almacén
		Preparación	Definición del tipo de distribución Tipo y método de preparación Medios para la preparación
		Transporte	Alcance geográfico Tiempo de servicio Índices de explotación Legislación vigente

**Tabla No. 1.1:** Sistema Logístico

- En los almacenes se ejecuta tanto el control de las unidades físicas, como el control económico. En el contenido básico se encuentran:
  - Determinación de la ubicación, dimensionamiento y tipos de almacenes.
  - Selección de la tecnología de almacenamiento.
  - Realización de inventarios requeridos para el control de las existencias.
  - Identificación de los índices de rotación y de cobertura de existencias.
  - Administración del propio almacén (recepción, almacenamiento y despacho).

Los objetivos que persigue el subsistema de aprovisionamiento pueden sintetizarse en:

- Abastecer al cliente de la cantidad que precisa en el momento oportuno.
- Minimizar el costo de adquisición para obtener el máximo beneficio.
- Minimizar el costo integral de aprovisionamiento (gastos de operación) para obtener la máxima rentabilidad.

### ***Subsistema de producción***

La producción asume la responsabilidad de la transformación de los materiales adquiridos mediante el proceso de aprovisionamiento en productos para su posterior distribución. Sus principales funciones son:

- La planificación de la producción, que contempla:
  - Interrelación con el área comercial en cuanto a la previsión de la demanda.
  - Previsión, planificación y programación de las cantidades que se deben producir.
  - Cálculo de recursos necesarios, tanto materiales como humanos, para la planificación prevista.
- El control de la producción abarca:
  - La gestión de las existencias de los productos acabados y de los productos en proceso de fabricación, que permita la continuidad en la entrega a los procesos siguientes, estableciendo los índices de rotación y cobertura.
  - Seguimiento y control de la producción, con el correspondiente análisis de desviaciones de acuerdo a las órdenes remitidas a fabricación.

Entre los objetivos del subsistema de producción, cabe destacar:

- Proporcionar los productos al proceso de distribución en las condiciones de calidad, cantidad y plazos exigidos.
- Minimizar el costo de elaboración buscando la obtención del máximo beneficio.
- Minimizar el costo global de la producción hasta el momento de pasar a distribución, obteniendo la máxima rentabilidad.

### ***Subsistema de distribución***

Mediante la distribución el cliente recibe los productos que se han obtenido en la producción. A continuación se explican sus principales funciones:

- El almacenamiento de productos acabados posee la misma filosofía de acción que la definida en el subsistema de aprovisionamiento, pero con las diferencias existentes entre el producto acabado listo para entregar y las materias primas o componentes que hay que recepcionar.
- La preparación de pedidos para el despacho consta de las siguientes operaciones:
  - Determinación del tipo de distribución física que se debe realizar de acuerdo con las definiciones del área comercial.
  - Procedimiento, forma organizativa y recursos necesarios para efectuar la tarea de preparación de los productos que hay que entregar.

- El transporte materializa la distribución física atendiendo al área geográfica a servir en el tiempo necesario con adecuados índices de explotación de los medios empleados para ello, teniendo en cuenta la legislación vigente.

Como objetivos esenciales del subsistema de distribución, se pueden citar los siguientes:

- Llegar al cliente en el plazo y en el modo estipulado.
- Minimizar los costos de distribución, maximizando el beneficio.
- Minimizar el costo total de la distribución física hasta el momento de la entrega al cliente, para una mayor rentabilidad.

Para los casos en que se analicen empresas comercializadoras, que no tienen incorporado el proceso de producción como tal, la Tabla No. 1.1 se simplifica en la Tabla No. 1.2, abarcando sólo el aprovisionamiento y la distribución, manteniéndose en lo general los contenidos descritos. La función de almacenes, antes considerada tanto en el proceso de aprovisionamiento como en el de distribución, se unifica y a su vez constituye el enlace entre ambos subsistemas (ver Tabla No. 1.2).

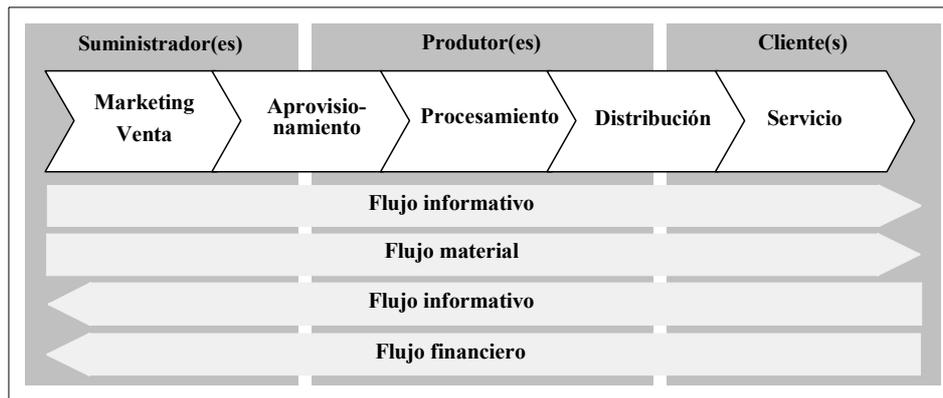
Sistema	Proceso	Función
Logístico	Aprovisionamiento	Planificación
		Compras
		Almacenes
	Distribución	Preparación
		Transporte

**Tabla No. 1.2:** Sistema Logístico para una empresa comercializadora

La Logística es un proceso que para lograr su mayor eficiencia debe ser una cadena desde el Marketing hasta el servicio que recibe el cliente, pasando por el aprovisionamiento, la producción y la distribución. Se integran en esta cadena los distribuidores, productores y clientes. Que exista un pensamiento individual en cada integrante de esta cadena es negativo para el proceso en su conjunto. Se debe cambiar el enfoque individual por un análisis integral de la cadena logística con un enfoque en procesos. Los errores en los que se incurre en su fase inicial se manifiestan en la secuencia del proceso. Para que este sea efectivo deben ser analizados los tres flujos que lo componen:

- Material
- Informativo
- Financiero

El flujo material es en el sentido suministrador → cliente, el flujo informativo se debe efectuar en ambas direcciones y el flujo financiero en el sentido cliente → suministrador (ver Figura No. 1.2).



**Figura No. 1.2:** Visión general de la logística integral

El flujo de información es esencial para que la cadena de suministros funcione correctamente al permitir la toma de decisiones de cualquiera de los integrantes de la misma.

Para que un sistema comercial sea competitivo tiene que ser eficiente y una vía básica es la disminución de los costos logísticos, por lo que se impone conocerlos, identificarlos y evaluarlos. Dentro de los elementos más significativos de los costos logísticos están el transporte y el mantenimiento del inventario y justamente ellos son los encargados de agregarle el valor de tiempo y lugar a los productos. Otro elemento importante del costo logístico, es en el que se incurre por no tener disponibilidad de un producto para lograr la satisfacción del cliente.

Como la orientación principal de la logística es la satisfacción al cliente, es esencial considerar que: "el cliente es la persona más importante para una organización, que en fin depende de él y a quien se debe lograr satisfacer en todas sus expectativas".

De hecho la logística es uno de los enfoques de dirección estratégica encaminado a elevar la competitividad de la empresa, incrementando el nivel de servicio al cliente y disminuyendo los costos.

## 1.5 Servicios logísticos

Con la subcontratación de los servicios logísticos se logra una reducción de los costos de gestión y mantenimiento de determinadas infraestructuras. Los costos fijos para la entidad contratante pasan a variables y una debilidad se convierte no sólo en una fortaleza, sino que aprovechando la fortaleza y especialización de otros se alcanzan ventajas competitivas evidentes, lo mejor de él y lo mejor de los que contratan, o sea, se aprovecha la capacidad de ejecución de las actividades específicas o fundamentales y se encarga a otros aquellas que no son para las que la entidad contratante está designada (ver sin autor 2002a).

### 1.5.1 Introducción y definiciones

El outsourcing, conocido también como tercerización y últimamente como externalización, es la subcontratación de servicios, que también ha sido incorporado a la gestión logística, como una vía para la reducción de los costos de las organizaciones. Su origen viene dado por:

*Outside Resource Using = Outsourcing*

(su traducción literal sería "utilización de fuentes externas")

Por ser la actividad logística una de las más complejas a nivel empresarial y con un concepto más abarcador, la misma no debe ser considerada patrimonio exclusivo de la dirección que la asuma en determinada organización. De igual forma se debe razonar cuándo se aplica el outsourcing para garantizar algunos servicios asociados, lo que obliga a que entre la empresa que contrata y el operador logístico se logre la máxima colaboración posible, ya que este último tiene que sentirse partícipe del proceso que le ha sido encomendado y comprometido también con la empresa contratante en lo que a la optimización de los servicios se refiere.

El outsourcing no sólo es una solución de compromiso, sino es una especialización, donde se centran los esfuerzos en lo que mejor se sabe hacer.

Es posible establecer en general dos tipos de outsourcing:

- El táctico (necesidad de apoyo exterior en un plazo corto o medio).
- El estratégico (va más allá de la operativa diaria en términos de largo plazo en estrecha política de colaboración).

El outsourcing en la logística es la acción de darle participación a otras entidades, de manera formal, bien sea a corto, mediano o largo plazo, en la cadena de suministro, con el propósito de abaratar los costos, incrementar la especialización y permitir el nivel de atención de la entidad hacia su razón de ser, encargando a otros con mayor eficiencia, el resto de las actividades no menos importantes para soportar la misión fundamental de la empresa contratante.

Atendiendo a los efectos beneficiosos del outsourcing, mundialmente se tiende cada vez más a ello, convirtiéndose en una práctica habitual para las empresas que generan un efecto de desarrollo creciente, mayor especialización y calidad del servicio de los operadores logísticos.

Por su indudable impacto en la reducción de los costos de una empresa, el outsourcing ubica a ésta en una mejor posición en el ámbito de la competencia, dado que propicia lograr mejores resultados en sus indicadores fundamentales tales como: precio - servicio - cali-

dad - garantía, etc., que se revierten finalmente en los clientes, llegando a lograr una alta eficacia para cubrir más ampliamente y mejor las expectativas de estos y así alcanzar un mayor nivel de competitividad y de clientes fieles.

Hoy en día se busca la especialización con el uso de operadores logísticos mediante el outsourcing logístico para establecer una relación de intercambio, donde el nivel de servicio sea el óptimo y el costo logístico total sea mínimo. En la Tabla No. 1.3 se resumen las ventajas y desventajas del outsourcing.

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Mejor explotación de los recursos</li> <li>◦ Especialización</li> <li>◦ Flexibilidad</li> <li>◦ Explotación continua</li> <li>◦ Menor riesgo inversionista</li> <li>◦ Transformación de costos fijos en variables</li> <li>◦ Mayor transparencia de los costos</li> <li>◦ Menor complejidad de los procesos logísticos propios al descargar en terceros actividades y jerarquías</li> <li>◦ Mayor eficacia de los procesos logísticos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Dependencia del operador logístico</li> <li>◦ Problemas de coordinación, información y distribución</li> <li>◦ Problemas del control de la calidad de los servicios</li> <li>◦ Reducción de la capacidad de reacción ante cambios de clientes o del entorno</li> <li>◦ Problemas legales, de contratación, etc.</li> <li>◦ Dificultades para cambiar de transportista</li> <li>◦ Pérdida de especialización en procesos logísticos</li> </ul>

**Tabla No. 1.3:** Ventajas y desventajas del outsourcing

### 1.5.2 Caracterización de un servicio logístico

A continuación se mencionan los servicios básicos, los servicios opcionales y los servicios complementarios, que por lo general se ofertan en el mundo como servicios logísticos:

#### *Servicios básicos*

- Arrendamiento de almacenes (techado cerrado, techado abierto, a la intemperie, refrigerado, bodega pública, etc.).
- Control de plagas y vectores.
- Protección contra intrusos.
- Protección (detección y extinción) contra incendios.
- Contratación de personal.
- Energía eléctrica.
- Abastecimiento de agua.
- Servicios comunales.
- Transportación de puerta a puerta.

#### *Servicios opcionales*

- Arrendamiento de oficinas y salones de exposición.
- Estacionamiento de vehículos.
- Distribución de mercancías (secas, refrigeradas y especializadas).
- Vaciado y llenado de contenedores.

- Vaciado y llenado de medios de transporte.
- Alquiler de personal ocasional.
- Control de inventario y/o facturación.
- Ventas o alquiler de medios de almacenamiento (estanterías, paletas, cajas paletas, otros especializados, etc.).
- Alquiler de transpaletas y carretillas.
- Alquiler de montacargas.
- Alquiler de grúas.
- Alquiler de contenedores.
- Servicio de aduanas.
- Otros servicios (teléfonos directos o pizarra, recepción o envío de Fax, cafetería y comedor, limpieza de locales, alquiler de aires acondicionados o de ventiladores, almacenamiento de contenedores y de vehículos, etc.).

#### ***Otros servicios complementarios***

- Envase y/o embalaje de productos.
- Reenvase de productos (en diferentes variantes).
- Otros servicios técnico - productivos (corte de productos, etiquetado, etc.).
- Promoción y gestión de venta de los productos del cliente.
- Transportación desde el puerto o de los productores a los almacenes.
- Transportación internacional.
- Asegurar las cargas (con diferentes opciones).
- Servicio de expreso.

### **1.5.3 El mercado del servicio logístico**

El mercado cubano de servicios logísticos pudiera caracterizarse en tres niveles, en función de los servicios que se presten, ellos son: bajo, medio y alto.

#### **□ Nivel Bajo**

- Servicio de transportación de carga general. Se refiere sólo al simple movimiento de cargas.
- Alquiler de espacio de almacenamiento, por lo general con mínimos recursos tecnológicos (paletas y montacargas convencionales).
- Soporte computacional mínimo para el procesamiento de una parte de la información (nóminas, pedidos y proceso de facturación).
- Cuerpo de vigilancia.
- Convenio para el aseguramiento de la mercancía.

□ *Nivel Medio*

- Servicio de transporte de carga general y de alguna carga especializada desde diferentes orígenes hasta diferentes destinos seleccionados.
- Comunicación para los medios de transporte por radio o similar.
- Alquiler de espacio de almacenamiento con la tecnología que requiere el tipo de carga convenida.
- Servicios aduanales y de comunicación (Fax, E-mail, etc.).
- Algunos servicios técnico - productivos .
- Soporte computacional para el procesamiento de la información necesaria.
- Almacén con sistema de detección contra incendios y contra intrusos.

□ *Nivel Alto*

- Servicio de carga general y de cargas especializadas, desde casi cualquier origen hasta casi cualquier destino en volúmenes altos y medios.
- Comunicación para los medios de transporte vía satélite.
- Utilización limitada del transporte intermodal.
- Alquiler de espacio de almacenamiento con la tecnología que requiere el tipo de carga convenida.
- Servicios aduanales.
- Servicios de comunicación (Fax y E-mail).
- Condiciones para el empaque, envasado y reenvasado de las cargas.
- Promoción y gestión de venta de los productos del cliente.
- Transporte de distribución o reparto.
- Servicios técnico - productivos (corte de productos, etiquetado, etc.).
- Soporte computacional, también para el procesamiento de la operación del almacén (sin llegar al código de barras o similares) y de la explotación del transporte (sin llegar al control por satélite de cada medio de transporte).
- Almacén con sistema automatizado de protección (detección y extinción) contra incendios y contra intrusos.

La mayoría de las organizaciones que brindan algunos servicios logísticos en Cuba, se clasifican en el nivel "Bajo" antes mencionado, sólo algunas alcanzan un nivel "Medio", por ejemplo: Almacenes Universales S.A. (AUSA), la Corporación CIMEX S.A. y Logicuba.

Para irrumpir con éxito en el mercado actual de Servicios Logísticos en Cuba, se debe:

- Disponer de los recursos materiales, humanos y financieros necesarios.

- Hacer una investigación de mercado.
- Desarrollar un plan de comunicación que incluya promoción, publicidad y relaciones públicas.

Este tipo de servicio debe contemplar como fundamentales la Red Logística (tecnología), la Estructura organizativa (organización) y la Dirección de la red (recursos humanos).

En el mundo se oferta también un cuarto nivel, que se puede llamar:

- *Nivel de Excelencia*

La diferencia sustancial con los anteriores radica, en la aplicación de los más modernos métodos de tecnología de la informática y las comunicaciones, como: el control de cada equipo de transporte por satélite, el EDI y el código de barras. También existen otras diferencias como:

- Servicio de carga general y de cargas especializadas, desde cualquier origen hasta cualquier destino en cualquier volumen.
- Utilización del transporte intermodal sin restricciones.
- Servicios técnico - productivos (corte de productos, etiquetado, etc.).

## 1.6 Logística inversa

En la mayoría de las cadenas de suministros se producen flujos materiales de retorno originados por diferentes causas, que requieren igualmente de procesos de manipulación, almacenamiento y transporte, con diversos destinos y los mismos deben desarrollarse también de la forma más ventajosa posible. De estos procesos se encarga la logística inversa.

La logística inversa es una actividad con un enorme potencial de crecimiento, que ha sido definida como "la última frontera para la reducción de los costos en la empresa" y se ha convertido en una novedosa e importante fuente de oportunidades. La logística inversa acciona sobre:

- Reciclaje de los envases y embalajes como tal.
- Recuperación de los materiales generados por los envases y embalajes.
- Procesamiento de residuos y desechos peligrosos para su eliminación o reutilización posterior.
- Procesos de retorno de excesos de inventario.
- Tratamiento a las mermas y averías, que pudieran contaminar el medio ambiente.
- Devoluciones de clientes.
- Tratamiento a productos obsoletos.
- Retorno de los inventarios de temporada a los suministradores o almacenes de distribución.

- Redistribución, hacia otros mercados (con otras opciones y posibilidades de comercialización), de mercancías con poca salida a fin de incrementar su rotación.

La logística inversa está llamada a ser, en un futuro inmediato, una importante fuente de ingresos a la economía empresarial, pudiendo llegarse a convertir en una revolución dentro de la esfera del comercio.

En varios países ya se elaboran resoluciones, leyes y reglamentos que obligan de una forma u otra a la recuperación de desechos en general o al reciclaje de productos en función de la protección del medio ambiente, lo que conlleva a modificaciones significativas de una parte de los procesos de producción. Un ejemplo de ello es que entre el 2006 y el 2008 la industria automovilística alemana está obligada a recibir los vehículos que ha producido en etapas precedentes para la reutilización de sus partes y agregados en más de un 80% del peso medio de cada uno de ellos, con la perspectiva de elevación sustancial de este índice en los años sucesivos.

El desarrollo acelerado de algunas industrias como la de equipos eléctricos y electrónicos, que ha originado una reducción del ciclo de vida de los artículos producidos por ella, unido a las nuevas normativas que se promueven en la actualidad, obliga a las mismas a instrumentar el reciclaje de sus producciones en desuso.

El Consejo *Ejecutivo de la Logística Inversa (Reverse Logistics Executive Council (RLEC))* de los Estados Unidos de Norteamérica, uno de los líderes mundiales de esta disciplina, desarrolla normativas industriales de buenas prácticas encaminadas a lograr una mayor eficiencia de las actividades vinculadas con el retorno de productos en la cadena de suministro, o lo que es lo mismo, alcanzar niveles superiores en la logística inversa.

El flujo material asociado a esta proyección da a los operadores logísticos un mayor auge en cuanto a los servicios a prestar, llevando implícito una adaptación a estas nuevas exigencias (ver sin autor 2002b).

## Bibliografía

**Aguilar, J.A. (2001):** Subcontratación de servicios logísticos. Cuadernos de Logística. Editado por el Instituto de Logística Iberoamericana (ILI) y Marge Design Editors, SL. Barcelona

**Bethel, L.L. / Atwater, F.S. / Smith, G.H. / Stackman, H.A. (1950):** Industrial organization and management. 2nd ed., (McGraw-Hill) New York (en inglés)

**Bowersox, D.J. (1979):** Towards total logistical management. in: Wentworth F./ Christopher M., (eds.): Managing International Distribution. (Gower Press) Aldershot (en inglés)

**Christopher, M. (1972):** Logistics in its marketing context. in: European Journal of Marketing 6(2)(en inglés)

**Comas Pullés, R. (1996):** La logística - Origen, desarrollo y análisis sistémico. En: Logística Aplicada 1(1) - Editada por la Sociedad Cubana de Logística (SCL - ANEC)

**Comas Pullés, R. / Karell, A. / Marsán, J. (1975):** El Sistema OCT.(Impresión Ligera ISPJAE) La Habana

**Daduna, J.R. (2004):** Distributionslogistik. (Springer) Berlin et al. (en proceso / en alemán)

**Falconer, P. / Drury, J. (1975):** Building and planing for industrial storage and distribucion. (The Architectural Press) London / (John Willey & Sons.) New York (en inglés)

**Gordon Childe,V (1966):** Los Orígenes de la Civilización. (Ediciones Revolución) La Habana

**Homero (1982):** La Ilíada. (Editorial Arte y Literatura) Ciudad de La Habana

**La Londe, B.J. / Grabner, J.R. (1971):** New dimensions in integrated distribution management. En: Freight Management, July 71 (en inglés).

**Magee, J.F. (1968):** Industrial logistics. (McGraw-Hill) New York (en inglés)

**Paul i Cos, J. / de Novascués y Gesca, R. (2001):** Manual de logística integral. (Ediciones Díaz Santos) Madrid

**Sin autor (2002a):** Subcontratación de servicios logísticos, cómo, cuándo y por qué. En: GOT-CARGA No. 173 (Junio), págs. 6 - 10

**Sin autor (2002b):** Logística inversa para la sostenibilidad medioambiental. En: GOT-CARGA No. 173 (Junio), págs. 4 - 5

**Torres Gemeil, M. / Daduna, J.R. / Mederos Cabrera, B./ Martínez Rodríguez, J.M. (2003):** Introducción a la Logística de la Distribución. Monografía editada por la Universidad de Pinar del Río y el Grupo Consultor de Logística (GCL) del Centro de Investigación y Desarrollo del Comercio Interior (CID - CI). Pinar del Río

**Universidad Pontificada de Salamanca (1972):** Sagrada Biblia. Biblioteca de Autores Cristianos, Génesis 41 y Exodo I. (Madrid)

**Zeicke, H.-G. (1990):** Acerca del desarrollo histórico de la Logística. Universidad Politécnica de Dresden

## 2 Previsión de la demanda

*Autores:* Alberto Medina León y Dianelys Nogueira Rivera.

**Resumen:** En este tema se expone la importancia y necesidad de la determinación de la demanda, como elemento decisivo en la gestión de los inventarios, el diseño de los sistemas logísticos y de las instalaciones productivas en general. Además de relacionar los principales métodos que permiten realizar este tipo de estudio, se establecen criterios para la selección de los mismos, analizando sus ventajas y principales características y se plantea un algoritmo que permite ejecutar los pronósticos basados en series de tiempo.

### 2.1 Introducción a la previsión y su carácter contradictorio

A cada instante, en cualquier núcleo familiar o de amistades, encontramos aquellos que se preocupan constantemente por el estado del tiempo, o las abuelas empeñadas en predecir el sexo de la nueva criatura, que viene a formar parte de la familia. Sin embargo, quizás la variabilidad de los resultados y el poco nivel de éxito en situaciones como las anteriores, han provocado la incredulidad de muchos acerca de la previsión que se realiza.

Uno de los criterios, más veraces y difundidos, para la realización de pronósticos es la utilización de datos del pasado, es decir, de aquellos fenómenos que permiten observar variaciones cuantitativas y objetivas a lo largo del tiempo, aunque mantiene un nivel de incertidumbre sobre los resultados. Por otra parte, el envejecimiento de los datos con el incremento de estos y por consiguiente su no influencia en el presente, siempre se encuentra como un elemento de discordancia.

Innumerables fenómenos se han estudiado relacionando variables al paso del tiempo, como son: la física, la economía, la política, el comportamiento de nacimientos, bodas y divorcios, entre otros.

Asimismo, son muchas las frases recogidas por la literatura que abordan la contradicción entre exactitud y necesidad de las técnicas de pronóstico (ver Companys Pascual 1990; Merrill 1981; Schroeder 1992; Maynard 1984; Everett et al. 1991; Riggs 1984), por ejemplo: “los pronósticos siempre están equivocados”; “es raro que las ventas sean iguales a la cantidad exacta que se pronosticó”; “lo único exacto de una previsión es que no será exacta al 100%”; “la mayoría de las previsiones nunca llegan a formalizarse, son adi-

vinaciones o corazonadas, basadas en la experiencia personal y en el tipo de carácter (optimista o pesimista) del que las realiza”; “prever el futuro sobre la base del pasado es como conducir un auto en una carretera de muchas curvas con todos los cristales delanteros y laterales cubiertos y solo mirando hacia atrás”; los pronósticos comerciales precisos son prácticamente imposibles”.

Mayor preocupación existe aún, cuando el fenómeno a estudiar es de carácter económico. Así, al vincularse con la complejidad y variabilidad del ser humano, provoca desconfianza en el desarrollo de estudios relacionados con el consumo, para predecir valores futuros, sobre la base de datos históricos.

Sin embargo, Everett et al. (1991) plantea sencillamente: “si bien todos los elementos de la administración de operaciones son importantes, considero que los pronósticos son uno de los elementos decisivos en la estructura de las operaciones” y a continuación plantea: “las necesidades del mercado están cambiando y hoy, más que nunca, tenemos que cumplir en la entrega de productos”.

En consecuencia, hoy, se le ha dado una mayor importancia a la predicción. Pronosticar es esencial para aumentar la ventaja competitiva, a la vez que permite reaccionar rápidamente y con precisión a los cambios del mercado. Su estudio es una necesidad imperiosa y a pesar de las contradicciones enunciadas, son innumerables los autores que desde hace años estudian los pronósticos.

## **2.2 Concepto e importancia de la previsión para los sistemas logísticos**

La planificación, implementación y control de actividades logísticas requiere estimaciones precisas del volumen de producto que va a manejar el sistema logístico, tomando, normalmente estas estimaciones la forma de pronósticos y previsiones. Aunque no es frecuente que el personal logístico tenga la responsabilidad de realizar previsiones generales de la empresa, asunto que suele asignarse a algún equipo en particular, en ciertos casos como en el control de inventarios, la planificación del transporte o en planificaciones a corto plazo, puede existir la necesidad de generar esta información para la planificación y el control logístico.

La previsión de la demanda es una de las actividades generales de mayor relevancia para cualquier empresa, ya que provee los datos básicos de entrada para la planificación y el control de las áreas funcionales. En lo que respecta a la logística los problemas particulares de previsión que tiene que enfrentar se enfocan en el carácter espacial y temporal de la demanda, y en la variación e irregularidad asociada a la misma.

Los diferentes productos o grupos de estos dan lugar a diferentes modelos de demanda a lo largo del tiempo, por lo que es importante para los responsables logísticos determinar

cuándo y qué nivel de demanda se va a producir, a fin de diferenciar los niveles de servicio de cada uno de ellos o de individualizar su tratamiento.

Por otro lado, el conocimiento de la localización espacial de la demanda y de las diferencias geográficas que puedan afectar su comportamiento es necesario para planificar la ubicación de instalaciones como los almacenes, para el control de los inventarios a través de la red logística y para la distribución geográfica de los medios de transporte.

Everett et al. (1991) plantea: “En los ámbitos empresarial, económico y político, la predicción y el pronóstico tienen diversos significados. Adoptaremos una definición más bien específica del pronóstico y lo distinguimos del concepto más amplio de predicción”, y define que: Pronóstico: Es un proceso de estimación de un acontecimiento futuro, sobre la base de datos del pasado, los que se combinan sistemáticamente en forma predeterminada para hacer la estimación.

Predicción o previsión: Proceso de estimación de un suceso futuro basándose en consideraciones subjetivas diferentes a los simples datos provenientes del pasado; estas consideraciones subjetivas no necesariamente deben combinarse de una manera predeterminada.

Companys Pascual (1990) expone: “La predicción es la estimación del valor futuro que tiene en cuenta aspectos objetivos y subjetivos. La proyección es una entrada (input) para la predicción. Pronosticar es estimar el futuro sin nuestra participación, mientras que la previsión será la incorporación de la inteligencia humana y los esfuerzos para modificar ese pronóstico en el sentido que se desea”.

Algunos preceptos a considerar:

- Se puede concluir que la previsión posee un carácter de arte y ciencia, pues está matizada por la experiencia y el conocimiento de la actividad de quien decide.
- Resulta importante lograr una relación exacta entre, el esfuerzo invertido en la previsión y los resultados obtenidos. Sólo destinar grandes recursos en los casos donde un error en la previsión implique daños grandiosos o que para su recuperación se requieran notables inversiones y mucho tiempo.
- Al estudiar los pronósticos se debe ser cuidadoso, no sumergirse demasiado en las técnicas y no perder de vista las razones para aplicarlas.
- El pronóstico en sí, no es un producto final, sino que debe utilizarse como una herramienta en la toma de decisiones.

Las técnicas empleadas en la realización de pronósticos varían en función del contexto en que se mueve el fenómeno objeto de la previsión. En principio, las técnicas pueden clasificarse en dos grandes categorías: técnicas cuantitativas y técnicas cualitativas. Varios

autores (ver Anderson s.a.; Calero Viner 1986; Companys Pascual 1990; Ríos 1983; Schroeder 1992; Díaz 1993; Uriel 1985; Hillier / Lieberman 1991) coinciden en que:

- Las técnicas cualitativas se basan, fundamentalmente, en el conocimiento humano y efectúan las estimaciones futuras a partir de informaciones cualitativas, tales como, opiniones de uno o más expertos, analogías, comparaciones, etcétera. En ocasiones son conocidas como técnicas subjetivas y en ellas, la distinción entre pronóstico y previsión no es tan utilizada.
- Las técnicas cuantitativas se apoyan en dos técnicas estadísticas convencionales: el análisis de series de tiempo o cronológicas (la variable independiente es el tiempo) y los modelos causales. Así, Schroeder (1992), Díaz (1993), Ríos (1983), Uriel (1985) y Hillier / Lieberman (1991) consideran que, en los modelos causales, el tiempo no es la variable independiente base para la recogida de la información, sino que se suponen establecidas unas relaciones determinadas entre algunas de las variables que intervienen y se trata de determinar cuales son “exactamente” estas relaciones, siendo la forma más común de encontrarlas, las ecuaciones de regresión.

Por su parte, Fernández Sánchez (1993) se refiere, a los diferentes horizontes temporales en que se toman decisiones en el mundo empresarial. De hecho, se hacen planes tanto para el presente como para el futuro más inmediato, por lo que resulta muy difícil realizar una “previsión útil” para los diversos planes, con cometidos y plazos tan dispares. De manera que, las series temporales son recomendadas siempre que se trate de un futuro próximo, un horizonte a corto plazo. Las técnicas causales consideran que la demanda depende de una o más variables independientes (precio y publicidad, entre otras) y suelen ser útiles para realizar previsiones a mediano plazo. Las técnicas cualitativas dependen básicamente de la opinión de los expertos y se utilizan cuando no existen datos históricos, o de existir, no se consideran útiles para prever el futuro; de ahí su empleo, para realizar previsiones a mediano y, sobre todo, a largo plazo. En ocasiones resulta útil la combinación de varios métodos, en especial, de la técnica subjetiva y las series de tiempo; sin embargo, desafortunadamente, los hechos y sus resultados no son necesariamente de la misma población que los hechos y sus resultados pasados, de allí que no puedan usarse los métodos de inferencia estadística con propósito de pronóstico.

## **2.3 Teoría sobre la previsión de la demanda**

En general se puede decir, que la previsión de la demanda se realiza o se basa en métodos cualitativos y en modelos o métodos cuantitativos. A continuación se explican ambos.

### **2.3.1 Métodos cualitativos**

En ocasiones, las previsiones no se realizan utilizando modelos matemáticos formales, sino a través de las opiniones de los expertos en la materia. La práctica común consiste, en reunir

a varios expertos en la materia, los cuales, tras una serie de reuniones y discusiones, llegan a una conclusión (dinámica de grupos). El problema de esta práctica es que en todo grupo suele surgir un líder, el cual ejerce tal influencia sobre los demás, que el grupo globalmente asume sus opiniones particulares. Para evitar este problema han surgido diversas variaciones a esta técnica: método Delphi, Brainstorming (tormenta de ideas), embalse de ideas, exposición de ideas, grupos nominales, 6-3-5, cinética, pensamiento lateral, analogías, analogías morfológicas, análisis de vacíos, vigilancia del entorno o monitoreo (monitoring) y consultas de mercado, expuestas en Medina León et al. (2002).

En la Tabla No. 2.1 se resumen algunas características de otros métodos cualitativos referidos en Padrón Robaina (1999).

Métodos / Caract	Breve descripción	Horizonte	Datos	Complejidad	Precisión	Tiempo elaboración	Costo	Nivel de utilización
Opiniones y juicios de ejecutivos	Equipos multidisciplinarios, opiniones subjetivas	Muy largo / largo	10 mín	Media	Regular	Medio	Medio	Elevado
Opiniones de ventas	Estimaciones obtenidas de los expertos en ventas	Medio	5-20 personas	Mínima	Regular	Mínimo	Medio	Elevado
Estudios de mercado	Cuestionarios a los consumidores sobre tendencias futuras	Muy corto / corto	Mínimo 300	Media	Buena	Medio	Alto	Reducido
Opiniones y juicios de directivos	Estimaciones obtenidas de los directivos después de recopilar información	Muy largo / largo	5-20 personas	Media - alta	Buena	Alto	Medio a alto	Reducido
Opiniones del exterior	Expertos del exterior o consultores, opiniones subjetivas	Medio / largo	Sin mínimo	Mínima	Regular	Mínimo	Medio	Medio
Método Delphi	Cuestionarios anónimos de personas con conocimientos y experiencia logrando un consenso sobre el pronóstico final	Corto, medio y largo	9 personas	Media	Regular a muy buena	Medio	Medio a alto	Medio
Analogía de los ciclos de vida	Predicción basada en las fases de: introducción, crecimiento y saturación de productos similares. Aprovecha las curvas de crecimiento de las ventas	Medio / largo	Sin mínimo	Media	Regular a buena	Medio	Medio	Medio

**Tabla No. 2.1:** Métodos cualitativos y criterios de aplicación.

### 2.3.2 Modelos cuantitativos

Se basan en modelos matemáticos, principalmente de tipo estadístico, los cuales han de ser alimentados por abundante información histórica sobre las variables a estudiar. De ahí, que sólo sean realmente efectivos si el sistema ha alcanzado cierto nivel de estabilidad. Se pueden distinguir dos tipos de modelos cuantitativos:

- *Series temporales*: Se fundamenta en la recogida de unos conjuntos ordenados de observaciones para varios períodos iguales de tiempo, que indican, la evolución de los valores de las variables objeto de estudio en el tiempo y se trata de extrapolar ese comportamiento hacia el futuro. Existen muchos métodos que hacen uso de esta información, alguno de los cuales se abordan más adelante.
- *Modelos causales*: En este caso, el tiempo no es la variable independiente base, para la recogida de la información, sino que se suponen establecidas unas relaciones determinadas entre algunas de las variables que intervienen y se trata de determinar cuáles son exactamente esas relaciones. Posteriormente, se estudian algunos de estos métodos.

## 2.4 Pronóstico por series de tiempo

Los modelos de series de tiempo se basan en la historia de la demanda de un producto. Esta historia se analiza para descubrir patrones, tales como: tendencia, estacionalidad o ciclos y luego, los patrones de demanda obtenidos se proyectan hacia el futuro. Como estos patrones no suelen permanecer por períodos muy largos, los modelos de series de tiempo son esencialmente útiles para pronosticar a corto y mediano plazo.

Se supone implícitamente que todos los factores externos que influyen en el fenómeno considerado siguen en el futuro con una misma pauta, sin cambios bruscos que influyan en los mismos. Una serie de tiempo puede verse como la representación de los resultados de la variable aleatoria de interés a lo largo de un período fijo, por lo general, registrado a intervalos igualmente espaciados (ver Companys Pascual 1990; Rodríguez Hernández 1974; Hillier / Lieberman 1991; Anderson s.a.; Kazmier s.a.).

Puesto que una serie de tiempo es una descripción del pasado, un procedimiento lógico para pronosticar el futuro es usar estos datos históricos. Si la historia constituye una guía de lo que se puede esperar en el futuro, es posible postular un modelo matemático que sea representativo del proceso. Estos razonamientos tienen preceptos en frases o postulados, tales como: “la historia es una buena maestra”, “la historia se repite”, “el mejor profeta del futuro es el pasado (Lord Byron)”.

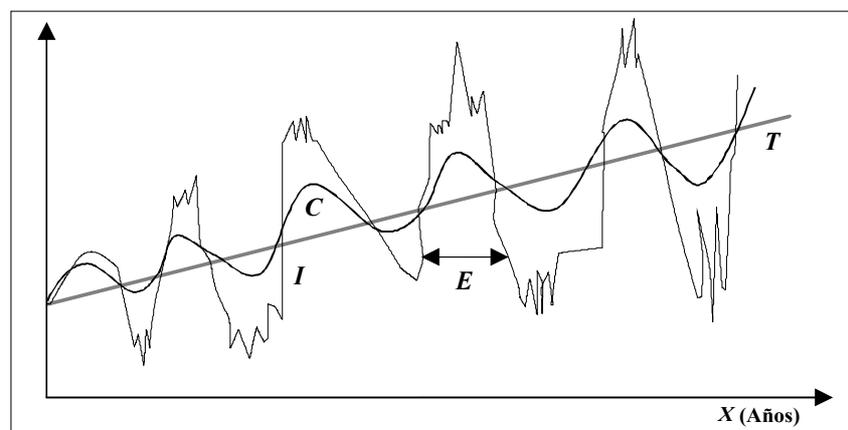
Esta naturaleza discreta de los datos puede resultar intrínseca al fenómeno de que la información sólo puede estar disponible en ciertos instantes o puntos en el tiempo, de que se ha sometido un fenómeno continuo a un muestreo o que son valores acumulados a lo largo de ciertos intervalos. En este último caso el intervalo de muestreo o unidad de tiempo considerada, puede ser un día, una semana o varias, dependiendo de la naturaleza de la aplicación y de la finalidad de la proyección. Obviamente, la elección del intervalo de muestreo tiene mucha influencia en los datos, en el mismo sistema de pronóstico y en los resultados obtenidos.

Se designará por  $Y(t)$  a la observación realizada en el instante  $t$  o correspondiente a él. Los datos que realmente representan el proceso de estudio son solo una parte importante en un sistema de pronóstico. Por ejemplo, en el control de los inventarios debe partirse del pronóstico de la demanda; es decir, de las necesidades reales del cliente. Sin embargo, los datos disponibles suelen ser ventas, envíos a los clientes, facturación o algo similar. Aunque estas informaciones están muy relacionadas con la demanda pueden diferir de ella, distorsionando el pronóstico, pues el valor de las ventas no considera las ventas no realizadas a causa de una ruptura de inventarios, la entrega está distanciada en el tiempo por los plazos de entrega, entre otras razones. Companys Pascual (1990) y Everett et al. (1991), coinciden en que la exactitud depende en gran medida del análisis realizado por el especialista.

El análisis previo del comportamiento de la serie histórica resulta importante y necesario para la calidad de los resultados, ya que para aquellos productos en los que los patrones de la demanda permanecen constantes, luego de cierto tiempo, resulta fácil el poder pronosticar; pero ante patrones cambiantes, dinámicos e inestables, el proceso se hace más difícil. La representación gráfica de la serie de tiempo previo a cualquier análisis resulta una necesidad y es el primer paso para la adecuada selección de los métodos de pronósticos.

## 2.5 Componentes de una serie de tiempo

Ha sido costumbre clasificar las fluctuaciones de una serie cronológica o de tiempo en cuatro tipos básicos de variaciones, las cuales, superpuestas y actuando en conjunto, explican los cambios en las series durante un período de tiempo representándolas con un aspecto irregular. Estos cuatro componentes de una serie, según Anderson (s.a.), Calero Viner (1986), Companys Pascual (1990), Freund (1960) son: La Tendencia (T), el Componente estacional (E), el Componente cíclico (C) y el Componente irregular o aleatorio (I), como se puede apreciar en la Figura No. 2.1.



**Figura No. 2.1:** Componentes de una serie de tiempo.

- *Tendencia*: Es el componente más importante de aquellos que afectan los valores individuales de una serie. Indica el rumbo o dirección general del movimiento de la serie (ver Companys Pascual 1990; Kazmier s.a.; Ríos 1983; Merrill 1981). Esta es la característica más continuada en toda su extensión que está presente en la serie y está asociada al pronóstico a más largo plazo. La tendencia corresponde a la evolución durante un período de tiempo largo, de carácter global creciente o decreciente, generalmente igual o superior a un año. Este crecimiento general se representa frecuentemente en forma lineal o exponencial.
- *Componente estacional*: Se refiere a un modelo de cambio que se repite regularmente en el tiempo a través de oscilaciones periódicas, generalmente un año, alrededor de la línea de tendencia. Estos movimientos pueden o no estar asociados a las estaciones del año. Su estudio impone que se requiera recopilar información por más de un período de tendencia.

El componente estacional debe completar su movimiento dentro del período que se analiza, y mostrar una configuración repetida a intervalos regulares durante subperíodos de cualquier lapso de tiempo especificado. Asimismo, puede o no estar presente en una serie histórica, su aparición está asociada a variaciones en el ritmo de vida cotidiana: horas pico, períodos de frío o calor, precio de los productos agrícolas dentro y fuera de estación, vacaciones, días de pago, etc.

- *Componente cíclico*: Los movimientos cíclicos se asemejan a los estacionales en que también son movimientos ondulados repetitivos, aunque no regulares, pero difieren en que son de duración más prolongada y menos predecible, en cuanto a longitud y amplitud, y no resulta inusual que requieran de hasta cuatro años o períodos para completarse. No existe correspondencia exacta entre los conceptos de “componente cíclico” y “ciclo económico” de las empresas.
- *Componente aleatorio o irregular*: Son las fluctuaciones irregulares que se observan en toda serie cronológica afectada por factores aleatorios (ver Companys Pascual 1990; Kazmier s.a.; Rodríguez Hernández 1974). Traducen el carácter imprevisible de múltiples causas, generalmente, muy difíciles de enumerar o aislar y prácticamente imposible de medir su extensión y repercusión, además, introducen variaciones significativas entre las observaciones. Algunas causas que provocan efectos aleatorios son: ciclones, falta de fluido eléctrico, inundaciones, o cualquier otro fenómeno con una causa justificada y que no se repetirá en períodos de tiempo fijo.

Generalmente, los componentes cíclicos e irregulares de una serie, son tratados como un residuo que se estima, después que los componentes de tendencia y estacional han sido identificados. Los movimientos irregulares suelen suavizarse y “disimularse” mediante el empleo de promedios de períodos anteriores. Por su complejidad matemática y menor

influencia en los resultados del pronóstico, en ocasiones, se excluye el análisis de estos componentes, siendo una de las razones que matiza la inexactitud de los pronósticos.

## 2.6 Métodos de pronóstico de una serie de tiempo

Las series temporales, desprovistas de estacionalidad, pueden ser analizadas por diversos procedimientos para ajustar la tendencia, los cuales se exponen en la Tabla No. 2.2, con las recomendaciones para su utilización, dependiendo de: la voluntad o posibilidad de seguimiento al mercado (alto o bajo) y el número de períodos o información disponible.

Métodos	Planificación estable, respuesta lenta al mercado	Respuesta rápida a los cambios de mercado	Períodos									
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Mano Alzada	Factible	Factible	NF	NF	NA	NA	P-	P-	P-	P-	P-	P-
Período anterior	Cumple	Nulo	UP	P-	P-	P-	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Media aritmética	Posible si hay estabilidad	Nulo	NF	Po	Po	P-	P-	NA	NA	NA	NA	NA
Semi-promedios	Menor que el anterior	Mayor a los anteriores	NF	P+	P+	P+	Po	Po	P-	P-	P-	P-
Promedios móviles (el resultado depende del valor de alfa)	Lo logra con riesgo	No aconsejable	NF	NF	P-	Po	P+	P	P	P	P	P
	Lo logra, precisión relativa	No aconsejable	NF	NF	NF	NF	P-	Po	P+	P	P	P
	Lo logra, favorece precisión	No aconsejable	NF	NF	NF	NF	NF	NF	P-	Po	P+	P
Promedios móviles ponderados	Lo logra con riesgo	Posible, favorece precisión	NF	NF	P-	Po	P+	P	P	P	P	P
	Lo logra, precisión relativa	Posible, precisión relativa	NF	NF	NF	NF	P-	Po	P+	P	P	P
	Lo logra, favorece precisión	Posible, pero con riesgo	NF	NF	NF	NF	NF	NF	P-	Po	P+	P
Promedios móviles con tendencia	Combina estabilidad y respuesta al mercado	Acercamiento por cambios sucesivos	NF	NF	P-	Po	P+	P	P	P	P	P
	Mayor estabilidad que el anterior	Respuesta menos rápida que el anterior	NF	NF	NF	NF	P-	Po	P+	P	P	P
	Mayor estabilidad que el anterior	Respuesta menos rápida que el anterior	NF	NF	NF	NF	NF	NF	P-	Po	P+	P

Leyenda: NF: No factible; NA: No aconsejable; P- : Factible, pero no aconsejable; UP: Unico posible; Po: Factible, pero poco ventajoso; P+: Factible, pero ventajoso con riesgo; P: Factible y ventajoso.

**Tabla No.2.2 (Parte 1):** Resumen de los métodos para el cálculo de la tendencia y condiciones para su selección.

Métodos	Planificación estable, respuesta lenta al mercado	Respuesta rápida a los cambios de mercado	Períodos									
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Promedios móviles ponderados con tendencia	Menor que el posterior	Mejor que el anterior de (n = 3)	NF	NF	P-	Po	P+	P	P	P	P	P
	Menor que el posterior	Respuesta menos rápida que el anterior	NF	NF	NF	NF	P-	Po	P+	P	P	P
	Más estable que el anterior de (n = 7)	Respuesta menos rápida que el anterior	NF	NF	NF	NF	NF	NF	P-	Po	P+	P
Alisado exponencial simple	Garantiza	Menor que el posterior	NF	NF	P-	Po	P+	P	P	P	P	P
	Menor que el anterior	Garantiza										
Alisado exponencial doble	Garantiza más que el simple	Menor que el posterior	NF	NF	NF	P-	Po	P+	P	P	P	P
	Menor que el anterior	Garantiza menos que el simple										
Alisado exponencial simple con tendencia	Menos que el anterior	Menor que el posterior	NF	NF	NF	P-	Po	P+	P	P	P	p
	Menor que el anterior	Similar al simple pero más rápido										
Alisado exponencial doble con tendencia	Similar al doble, menos estabilidad	Menor que el posterior	NF	NF	NF	P-	Po	P+	P	P	P	P
	Menor que el anterior	Similar al doble, más rápido										
Ajuste lineal	Nulo	Lo logra por cambios sucesivos	NF	NF	NF	P-	Po	P+	P	P	P	P
Ajuste parabólico	Nulo	Lo logra por cambios sucesivos	NF	NF	NF	P-	Po	P+	P	P	P	P
Ajuste exponencial	Nulo	Lo logra por cambios sucesivos	NF	NF	NF	P-	Po	P+	P	P	P	P
Box-Jenkins	Nulo	Lo logra por cambios sucesivos	NF	NF	NF	NF	P	P	P	P	P	P

Leyenda: NF: No factible; NA: No aconsejable; P- : Factible, pero no aconsejable; UP: Unico posible; Po: Factible, pero poco ventajoso; P+: Factible, pero ventajoso con riesgo; P: Factible y ventajoso.

**Tabla No.2.2 (Parte 2):** Resumen de los métodos para el cálculo de la tendencia y condiciones para su selección.

En la Tabla No.2.2 se aprecian diferentes alternativas para varios de los métodos (promedios móviles, los de alizado, entre otros), siendo la selección de  $n$  una función del valor de alfa, el que influye en el nivel de seguimiento al mercado.

La selección de un método o grupo de ellos, resulta una decisión en la que influyen determinados factores. Al respecto, Schroeder (1992) ofrece, tomando como base a Wheelwright y Clarke (1976), los siguientes:

- *Sofisticación del usuario y del sistema.* Se ha encontrado que el método de pronóstico debe ajustarse a los conocimientos y sofisticación del usuario, los gerentes se rehúsan a utilizar métodos que no comprenden y la tendencia de los métodos de pronóstico es a una mayor sofisticación y complejidad con el paso del tiempo.
- *Tiempo y recursos disponibles.* La selección depende del tiempo disponible para reunir los datos y preparar el pronóstico. La preparación de un pronóstico complicado para el que se deba obtener una gran cantidad de datos puede tardar varios meses e implicar cifras elevadas en los costos. En el caso de pronósticos rutinarios hechos por sistemas computarizados, tanto el costo como la cantidad de tiempo requerido, pueden ser pequeños.
- *Uso o características de la decisión.* El uso se relaciona con las decisiones que afecta, con la exactitud necesaria, con el horizonte de tiempo del pronóstico y con el número de artículos a pronosticar. Así, por ejemplo, los métodos cualitativos o causales tienden a ser apropiados para decisiones a largo plazo y quizás de menor exactitud, como: la planeación del proceso, la planeación de la capacidad y el estudio de mercados. En el caso de la planeación agregada, las decisiones sobre inventario y programación, suelen ser útiles las series de tiempo.
- *Disponibilidad de datos.* En ocasiones la selección del método se ve limitada por los datos disponibles. Existen métodos, como las series de tiempo utilizando el método de Box-Jenkins, que requieren de gran cantidad de datos, los cuales no siempre se disponen.
- *Patrón de datos.* El patrón de datos afecta el tipo de método. Si la serie de tiempo es plana, se utilizan métodos de primer orden, si existen tendencias o patrones de estacionalidad se necesitan métodos más avanzados.

En base a esto puede seleccionarse un método según el número de artículos que deben pronosticarse y la importancia en términos monetarios de las decisiones (ver Narasimhan 1996). Los modelos econométricos, métodos de Box-Jenkins y los estudios de mercado, resultan costosos pero ofrecen precisión. Cuando las consecuencias de la decisión, como la planeación de un producto nuevo o la construcción de instalaciones resultan ser onerosas se justifican estos métodos. Para decisiones rutinarias suele ser factible el uso de los métodos de suavizado exponencial y regresión lineal (ver Tabla No. 2.3).

	Decisiones poco costosas, pocas series de tiempo	Miles de series, decisiones rutinarias
Se dispone de gran cantidad de información anterior	Box-Jenkins Econometría	Suavizado exponencial Promedios variables
Se dispone de poca información anterior	Modelo Delphi Estudios de mercado	Métodos de Bayes

**Tabla No.2.3:** Selección del modelo de pronóstico de acuerdo con el tipo de problema.  
Fuente: Narasimhan (1996).

### 2.6.1 Metodica propuesta para la realización de un estudio de pronóstico utilizando serie de tiempo

Un modelo de previsión de la demanda por series históricas consta, generalmente, de nueve etapas, que se resumen en la Figura No. 2.2 y en la que su aplicación deben estar presentes algunas consideraciones importantes, como son:

- En la definición de los objetivos del estudio se debe tener presente entre otros aspectos: ¿Para qué se desea el estudio?, este aspecto puede influir en la selección del método y en la valoración de los costos asociados al estudio. Otro aspecto importante, es sí el nivel de seguimiento que se le quiere dar al mercado es alto o bajo.
- Se recomienda la consulta para la realización del estudio del “Registro de Incidencias”, documento que refleja la explicación de los fenómenos aleatorios que han ocurrido, de forma tal, que la persona que realice el estudio posea la posibilidad de su corrección. Debe ser utilizado, también, para reflejar las ventas sustitutivas y, por lo tanto, puede generar información acerca de lo dejado de vender.
- En la determinación de la previsión se debe considerar:
  - *El pronóstico realizado:* Que es el valor obtenido de la aplicación del modelo matemático con menores errores y desviación dentro de los límites fijados (mejor modelo), entre aquellos que respondan a los objetivos deseados en el estudio.
  - *El error BIAS:* Se recomienda su utilización para realizar la suma algebraica del error. Si el pronóstico seleccionado es 1264.66 y BIAS es igual a 189, quiere decir que, como promedio, en todas las estimaciones se incurre en un error igual al BIAS por defecto de 189. Una mejor previsión sería: 1264.66 + 189. En caso de BIAS ser negativo, el análisis sería lo contrario.
  - *Los criterios de expertos:* Están dados por el carácter pesimista u optimista de quien realiza el estudio. En estos criterios, pueden influir condiciones existentes en el momento del estudio, distintas a las del pasado.

- *El registro de incidencias*: Son fenómenos aleatorios, tales como: cantidades estimadas dejadas de vender; cantidades vendidas de un producto al ser considerado como sustitutivo de otro agotado en ese momento, etc.
- *La gestión de la demanda*: Gestionar o administrar, implica un pensamiento de que se actúa sobre algo que está bajo control.

Para Narashiman (1996); la administración o gestión de la demanda trata, tanto con las necesidades de los consumidores como con la coordinación con los proveedores. Los pronósticos precisos resultan valiosos para la planeación de los recursos y materiales y tienen como fin coordinar y controlar las fuentes de la demanda, de manera que los sistemas logísticos puedan utilizarse de forma eficiente y los clientes reciban los productos con puntualidad, en la cantidad y la calidad adecuada.

## 2.6.2 Descripción de métodos de pronóstico

A continuación se brinda una breve explicación de métodos de pronóstico, la mayoría de ellos resumidos en la Tabla No. 2.2.

### Método de la mano alzada

Este método es el menos sofisticado, matemáticamente, para alcanzar la línea de tendencia. La localización de la línea en el gráfico de la serie histórica depende, enteramente, del juicio del analista que estudia los datos sin que haya que realizar cálculos en absoluto. Sin embargo, en ocasiones puede ser un método adecuado para emitir respuestas rápidas, siempre que exista un conocimiento profundo de la actividad, por el analista.

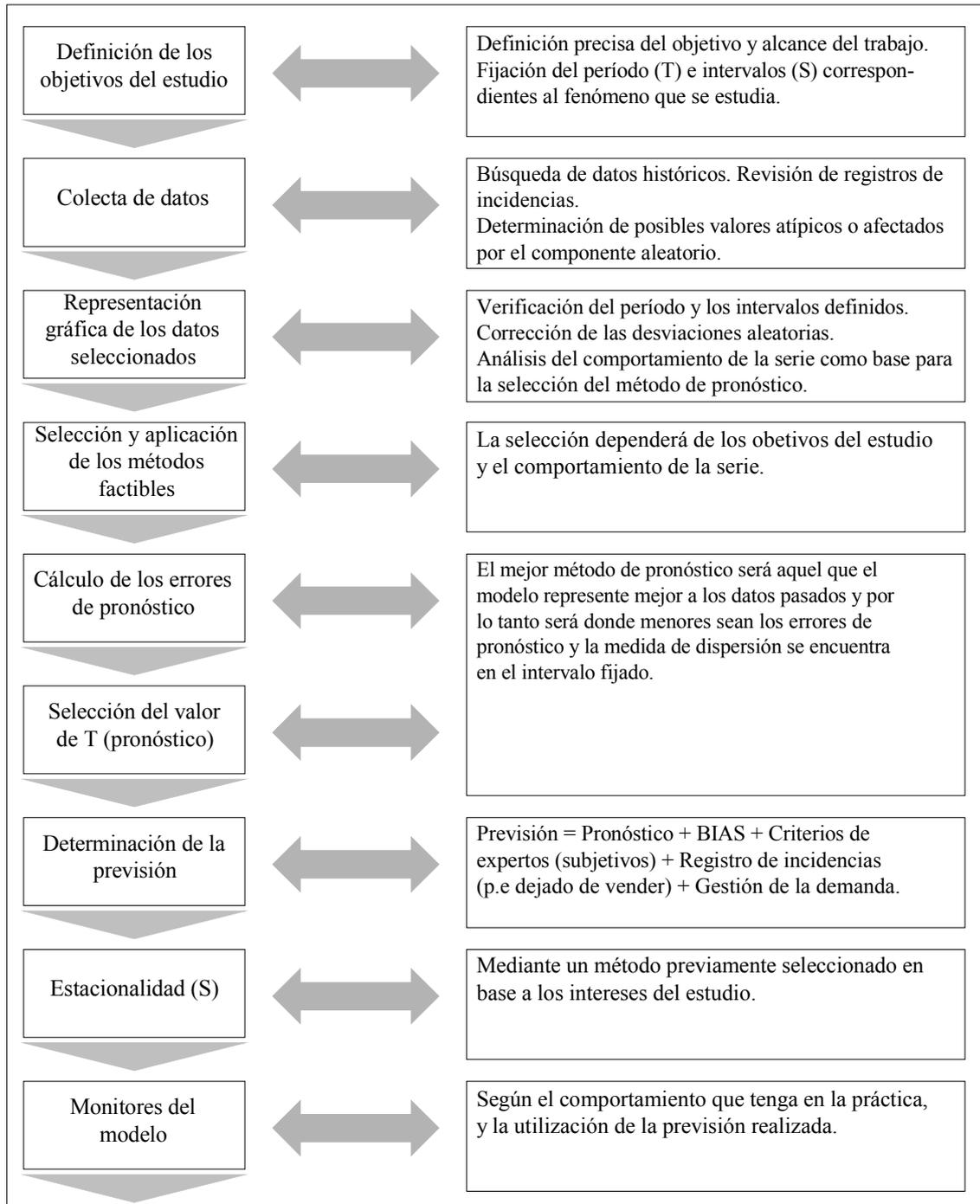
El procedimiento a seguir es muy sencillo, resulta de presentar en un eje de coordenadas los valores de la serie para cada año y construir una línea de tendencia sobre la base del comportamiento de los datos históricos.

### Demanda del período anterior

La estimación más sencilla, para el período  $n+1$ , consiste en suponer que el proceso va cambiando muy lentamente y que de un período a otro, no varía el valor de sus variables.

$$\hat{Y}_{n+1} = Y_n \quad \text{donde} \quad n + 1 \geq 2 \quad (2.1)$$

Evidentemente, no considera las variaciones debido a estacionalidades ni ciclos y sobrestima las variaciones aleatorias. Además, tiene la desventaja de ser impreciso debido a lo grande de su varianza, al tomar una muestra de tamaño 1. No obstante, es recomendado cuando la información de la serie de tiempo anterior a  $t$  no tiene significado para el investigador, es decir, han existido condiciones distintas que invalidan su utilización, cuando simplemente la información no existe o como una medida de comparación, luego de utilizar una técnica más elaborada.



**Figura No. 2.2:** Etapas propuestas para la realización de estudios de previsión de la demanda utilizando series históricas.

### Media Aritmética

Este método considera los  $n$  datos disponibles y fija como previsión para el período  $n+1$ , el valor promedio de todos los datos históricos.

$$\hat{Y}_{n+1} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Y_i \quad \text{donde } n+1 \geq 3 \quad (2.2)$$

De este modo, al no considerar solo un dato, se amortiguan las fluctuaciones aleatorias que en el caso anterior tienen excesiva importancia, aunque siguen sin recogerse bien las tendencias y se ignoran las estacionalidades y ciclos.

Un inconveniente añadido es, que quizás se esté considerando datos pretéritos que ya no tienen influencia en la realidad. Además, la necesidad de guardar toda la información histórica para cada variable (sobre todo si se manipulan muchos productos) es algo que puede resultar muy costoso, en términos informáticos; sin embargo, es excelente si el proceso posee un comportamiento estable.

### Semipromedios

Resulta una forma muy rápida de estimar una línea de tendencia recta. Los datos se dividen: primero, en dos partes y luego, se calculan las medias de los valores de cada una de ellas, centrando en los puntos medios de los intervalos temporales abarcados por el sector respectivo (el procedimiento aporta dos pares ordenados  $X, Y$ , donde:  $X$  es el promedio de los datos e  $Y$  el valor centrado). La recta que une ambas medidas (o semipromedios) es la línea de tendencia estimada, que al ser llevada hasta el año pronosticado, brinda el resultado deseado.

### Promedios móviles

Una estimación por el procedimiento de los promedios móviles, es generada solo sobre los últimos  $n$  períodos ( $n$  puede tomar valores entre 2 y 7) y utiliza la expresión siguiente:

$$\hat{Y}_{n+1} = \frac{1}{n} \sum_{i=t-n+1}^t X_i \quad (2.3)$$

Esta técnica se actualiza fácilmente de un período a otro, la primera observación se elimina y se agrega la última en cada iteración. El estimador de promedios móviles, combina las ventajas de los estimadores anteriores, al usar solo los datos recientes y al representar observaciones múltiples.

Una ventaja de este procedimiento es que los cálculos son muy sencillos y el sistema es en extremo flexible, en el sentido de que la tendencia no es forzada a adaptarse a ninguna función matemática en particular. El aumento del tamaño de la muestra puede ser perjudicial para el pronóstico al incluir datos que pueden ser viejos.

Este procedimiento puede ser aplicado a toda la serie histórica y no sólo a los últimos valores, obteniéndose como resultado, en contraposición con el método de los semipromedios, un conjunto de puntos que, generalmente, no se pueden asociar a una línea recta

de tendencia. Su propósito principal es lograr un suavizado de los datos cuando existen variaciones cíclicas e irregulares, de año en año, en el valor de las series históricas (ver Kazmier s.a; Hoel 1981; Merrill 1981).

Companys Pascual (1990) piensa que los promedios móviles de primer orden no resulta un buen estimador para pronosticar en una serie que posea tendencia lineal y de utilizarse, el resultado presenta, un retraso o adelanto, con respecto a la realidad.

El comportamiento de la media móvil depende de  $n$ ; si el tamaño de la muestra es grande, la media móvil responde lentamente a los cambios efectivos (o al mercado); si  $n$  es pequeña, la respuesta es más rápida. En la medida que el valor de  $n$  sea mayor, se obtiene un mayor suavizado de la serie, aportando resultados con pronósticos más conservadores que respondan a estabilidad en el consumo, la distribución o producción, y por tanto brindando un menor seguimiento a los cambios bruscos del mercado.

Valores de  $n$  pequeños producen un resultado contrario. Resulta interesante también la posibilidad existente de utilizar este método (suavizar la serie) en combinación con otros métodos de pronósticos como pueden ser: el método de los semipromedios o de los mínimos cuadrados.

Un ejemplo del procedimiento empleado para todos los valores de la serie, con  $n = 3$  se muestra en la Tabla No. 2.4, la cual incluye además el cálculo de los errores de pronósticos que posteriormente son desarrollados.

Año	Producción	Pronóstico	BIAS	MAD	MSE
1996	845				
1997	920				
1998	988				
1999	1172	917,67	254,33	254,33	64683,75
2000	1145	1026,67	118,33	118,33	14001,20
2001	1174	1101,67	72,33	72,33	5231,63
2002	1475	1163,67	311,33	311,33	96926,37
			756,32	756,32	180842,95
Leyenda: B := BIAS (Error promedio o Sesgo) MAD := Mean absolute deviation (Desviación media absoluta ) MSE := Mean square error (Desviación cuadrática media) SR := Señal de rastreo (Tracking Singnal) $\sigma$ :=Desviación estándar MAPE := Mean absolute percent error (Error porcentual medio absoluto)					
Resultado: B = 189,08; MAD = 189,08; SR = 4; MSE = 45210,74; s = 300,70; MAPE = 14,83%					

**Tabla No.2.4:** Determinación del pronóstico y sus errores asociados, utilizando el método de los promedios móviles para  $n = 3$

### Medias móviles ponderadas

Esta es una variación del método de los promedios móviles, en el cual se considera que no todos los  $t$  valores tienen igual influencia en el pronóstico, sino que cuanto más reciente sean, mayor es su influencia (ver Calero Viner 1986; Díaz 1993; Schroeder 1992).

Para ello, se definen los pesos relativos:  $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots, \alpha_t$  cumpliendo:

$$\sum_{i=1}^t \alpha_i \quad \alpha_1 \geq \alpha_2 \geq \dots \geq \alpha_t$$

y entonces será:

$$Y_{n+1} = \alpha_1 y_n + \alpha_2 Y_{n-1} + \dots + \alpha_t Y_{n-t+1} = \sum_{i=1}^n \alpha_i Y_{n-i+1} \quad t \geq 1, n+1 \geq t+1 \quad (2.4)$$

Obsérvese que el valor de  $\alpha_1$  está asociado al período más reciente. Valores de  $\alpha_1$  mayores intentan un mayor seguimiento al mercado.

### Tasa aritmética

La tasa media aritmética de crecimiento puede ser determinada acorde con la expresión para el cálculo de los intereses simples; donde:

$$Y_n = Y_0 (1 + i n) \quad (2.5)$$

donde:

$Y_0$ : Primer valor de la serie

$Y_n$ : Último valor observado

$n$ : Número o cantidad de períodos de la serie que separan un período de otro.

$i$ : Tasa media a ser calculada.

$$i = \frac{1}{n} \frac{Y_n}{Y_0} - 1 \quad (2.6)$$

### Tasa geométrica

En este método, los términos y el procedimiento a realizar son similares que en el anterior, mientras que la expresión para el cálculo está basada en la determinación de los intereses compuestos:

$$Y_n = Y_0 (1 + i)^n \quad (2.7)$$

Donde el valor de  $i$  será obtenido por la expresión:

$$i = \sqrt[n]{\frac{Y_n}{Y_0}} - 1 \quad (2.8)$$

### Suavizado o alisado exponencial

Schroeder (1992) considera que la suavización exponencial se basa en la idea, muy simple, de que es posible calcular el pronóstico sobre la base de un promedio anterior y de la demanda más reciente observada. Supóngase, por ejemplo, que se tiene un promedio anterior de 20 y que se acaba de observar una demanda de 24, parece razonable que el promedio nuevo sea entre 20 y 24, dependiendo de que peso relativo se le asocie a la demanda que acaba de observarse, contra el peso relacionado al promedio anterior.

Mientras que el método de las medias móviles tiene solo en cuenta un número  $t$  de valores de  $y_i$ , al suponer que los  $y_i$  más lejanos en el tiempo ya no tenían influencia, el método del suavizado exponencial considera todos los  $y_i$  pasados, aunque a los muy lejanos se les puede dar tan poco peso, que prácticamente no ejerzan influencia. Otra característica, es que el método es capaz de realizar una media móvil ponderada de las  $n$  valores de  $y_i$ , sin necesidad de almacenar todos los datos al estar reflejados en el último promedio calculado.

El método planteado requiere de la estimación de un parámetro  $\hat{Y}_1$  (estimación para el valor inicial o primer período histórico, para el cuál recomendamos utilizar el pronóstico resultante de haber aplicado el método de la media aritmética). Sigue siendo necesario un peso  $\alpha$  que pertenece al intervalo  $\{0,1 \text{ a } 0.3\}$ , conservando los criterios de que en la medida que sea menor, se busca un mayor suavizado del pronóstico, y por lo tanto un menor seguimiento del mercado. Valores de  $\alpha$  fuera de este intervalo, matemáticamente hacen funcionar la expresión; pero la misma entra en contradicción con el objetivo de suavizar el resultado.

De lo anterior, se puede plantear que la expresión para estimar el período  $n+1$  será:

$$\hat{Y}_{n+1} = \alpha Y_n + (1 - \alpha) \hat{Y}_n \quad n + 1 \geq 2 \quad (2.9)$$

### Suavizado exponencial doble, simple con tendencia lineal o aditivo y doble con tendencia lineal

Todos estos métodos resultan variantes del método de suavizado exponencial simple, y cumplen sus preceptos y regulaciones. Partiendo de los resultados preliminares del método de suavizado simple, se procede a una segunda iteración, en la cuál el modelo es ajustado a la variación de su tendencia lineal, nuevamente a un método de suavizado simple o a la combinación de ambos efectos.

En el modelo de suavizado exponencial, según Díaz (1993), no se recogen ciertos efectos que pueden estar presentes, tales como las tendencias, estacionalidades o ciclos. Las tendencias pueden ser consideradas dentro del suavizado exponencial incorporando una nueva variable  $T_i$  que contiene la corrección correspondiente a este componente.

Se divide entonces los efectos que dan lugar a la estimación para el período  $n+1$  en dos partes;  $\hat{X}_{n+1}$  y  $\hat{T}_{n+1}$  que vinculadas permiten la estimación de una forma suavizada:

$$\hat{Y}_{n+1} = X_{n+1} + \hat{T}_{n+1} \quad (2.10)$$

$$\hat{X}_{n+1} = \alpha Y_{n+1} + (1 - \alpha) (\hat{Y}_n) \quad (2.11)$$

Donde, la variable  $X_i$  representa el nivel de previsión esperado en principio:

$$\hat{X}_{n+1} = \alpha Y_{n+1} + (1 - \alpha) (\hat{X}_n + \hat{T}_n) \quad (2.12)$$

Desafortunadamente la tendencia (pendiente)  $T_i$  es desconocida, por lo que debe estimarse, pudiéndose usar para esto el suavizado exponencial, es decir:

Siendo  $\beta$  un nuevo parámetro a fijar, con  $\alpha$ ,  $X_i$  y  $T_i$ . Para  $\beta$  son recomendados valores similares que para  $\alpha$ .

Si la aplicación se encuentra asociada al Alisado Exponencial Doble, entonces:

$$\hat{T}_{n+1} = \beta (\hat{X}_{n+1} - \hat{X}_n) + (1 - \beta) \hat{T}_n \quad (2.13)$$

$$\hat{Y}_{n+1} = \alpha Y_n + (1 - \alpha) \hat{Y}_n \quad (2.14)$$

Llamando  $Y_{2n+1}$  a la media alisada exponencialmente de segundo orden (media alisada de la primera media alisada). Se aplica este procedimiento a los valores obtenidos del alisamiento simple por la expresión:

$$\hat{Y}_{2n+1} = \alpha \hat{Y}_{n+1} + (1 - \alpha) \hat{Y}_{2n} \quad (2.15)$$

### Líneas de tendencias rectas por mínimos cuadrados

El método de los mínimos cuadrados es de los más utilizados para ajustar tendencias. En una gráfica siempre que los puntos de los datos parezcan seguir una línea recta, podemos emplear el método de los mínimos cuadrados para determinar la recta de mejor ajuste. Esta recta es la que más se aproxima a todos los puntos. Otra manera de expresar lo mismo es que la recta deseada minimiza las diferencias entre la recta y cada uno de los puntos. Esta última explicación da lugar al origen del nombre del método.

Una línea recta esta definida por la ecuación  $Y = a + bx$ . Para un análisis por serie temporal,  $Y$  es un valor pronosticado en un punto del tiempo,  $x$  medido en incrementos tales como años a partir de un punto base y  $b$  la pendiente de la recta.

El ajuste puede ser realizado también a una exponencial o a una parábola dada la distribución presentado por los datos.

## 2.7 Medidas de errores

Debido a que para cada caso concreto se pueden emplear varios tipos de modelos, es preciso establecer una medida cuantitativa de la bondad de las previsiones generadas por cada uno, y esto resulta posible a través de las “medidas de los errores”.

Según Schroeder (1992), la estimación del error se puede utilizar para varios propósitos:

- Para fijar inventarios o capacidad de seguridad y garantizar así el nivel deseado de protección contra la falta de inventarios.
- Para observar indicadores de demandas erráticas que deben evaluarse con cuidado y quizás eliminar.
- Para determinar cuándo el método de pronóstico ya no representa la demanda actual.

El modo básico de actuación consiste en evaluar los errores  $(Y_t - \hat{Y}_t)$ , cometidos al realizar las estimaciones de los períodos pasados de los cuales se tienen datos y analizar posteriormente estas desviaciones. El error debe comportarse, en el sentido probabilístico, como el error aleatorio asociado con el proceso estocástico. Las principales medidas de errores más usadas son:

### Sesgo (BIAS)

Esta medida (Sesgo o Bias en ingles y Error promedio para otros autores), resulta la base para la determinación de todos los errores. Se basa en determinar la diferencia entre los valores reales y los estimados para períodos pasados, al tomar un valor positivo indica que se están haciendo sobreestimaciones, y al contrario si es negativo. En otros métodos para calcular errores se obtienen valores absolutos o elevan al cuadrado, lo que elimina el conocimiento de sí, se están cometiendo errores por exceso o por defecto, es decir, no se diferencia si se está usando un modelo que subestima o sobrestima los valores al realizar el pronóstico.

La expresión para el cálculo de BIAS es:

$$B = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t) \quad (2.16)$$

Observe que el denominador  $n$  está dado por el número de períodos para los cuales es posible conocer o comparar la estimación realizada contra el valor real. Su principal utilización está dada en modificar el pronóstico realizado, ya que si resulta conocido que un modelo dado está incidiendo en un valor BIAS de error como promedio, lo más lógico debe ser eliminarlo.

En la tabla No. 2.4 aparecen calculados los errores de pronóstico a manera de ejemplo.

### Desviación media absoluta (MAD)

Halla la media de las desviaciones absolutas de las previsiones respecto a los valores reales. Esta medida penaliza de igual modo los errores grandes que los pequeños:

$$\text{MAD} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |Y_t - \hat{Y}_t| \quad (2.17)$$

Schroeder (1992) plantea que se puede utilizar el MAD, para determinar si el pronóstico está acorde con los valores reales de la serie.

Para determinar esto, se calcula una señal de rastreo (SR):

$$\text{SR} = \frac{\text{Suma acumulada de la desviación del pronóstico}}{\text{MAD}} \quad (2.18)$$

La señal de rastreo es, por lo tanto, un cálculo de la tendencia en el numerador, dividida entre la estimación más reciente de MAD. Si se supone que las variaciones en la demanda son aleatorias, entonces los límites de control de  $\pm 6$  en la señal de rastreo aseguran que sólo en una probabilidad máxima del 3% dichos límites son excedidos por casualidad. De esta manera, cuando la señal de rastreo pasa de  $\pm 6$ , debe detenerse el método de pronóstico y volver a observar la demanda y estimarla de manera más exacta (ver Figura No. 2.3).

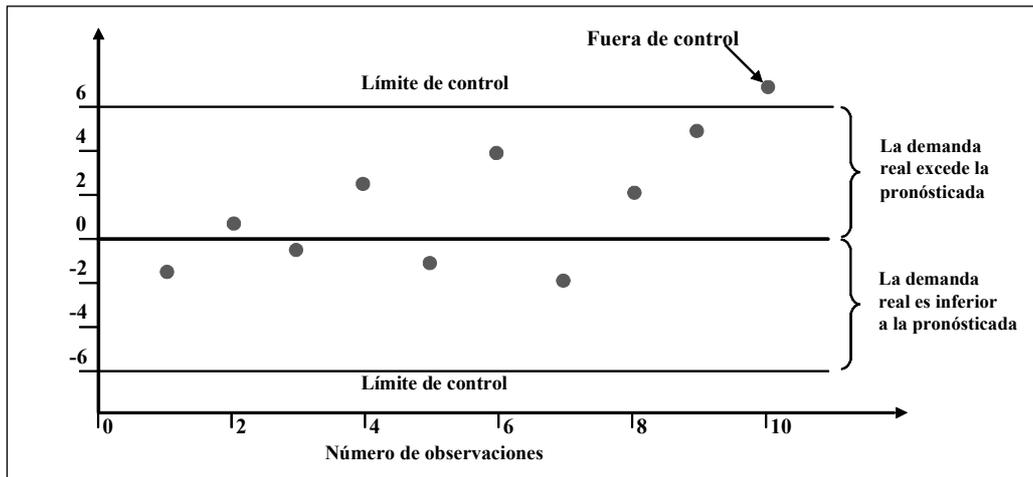
### Desviación cuadrática media (MSE)

Halla la media de las desviaciones entre las previsiones y los valores reales elevados al cuadrado, o sea su dispersión. De este modo las desviaciones grandes van aumentando su influencia respecto a las pequeñas, por lo que es mejor aquella técnica que garantice valores menores de MSE.

$$\text{MSE} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2 \quad (2.19)$$

### Desviación estándar

Una forma de tener presente las desviaciones, consiste en definir un intervalo alrededor del valor estimado, dentro del cual debe estar el valor futuro, con una cierta seguridad



**Figura No. 2.3:** La señal de rastreo

(o fuera del cual pueda encontrarse el valor futuro en pocas ocasiones), ver también Companys Pascual (1990).

$$\hat{\sigma} = \frac{1}{n-2} \sqrt{\sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2} \quad (2.20)$$

Lo que permite decir que si la serie histórica se comporta según una distribución normal, los valores futuros están en determinado porcentaje en la zona delimitada por los límites de los diferentes múltiplos de  $\hat{\sigma}$ .

El mejor método para el cálculo de la tendencia es aquel que posea asociado el menor valor del MAD y que cumpla con los límites fijados para SR. En estudios de alto riesgo, la selección debe realizarse en función del menor valor para el MSE y cumplir con lo establecido para  $\hat{\sigma}$ , al ser criterios más rigurosos. De un menor grado de utilización es el *Error Prorcentage Medio Absoluto* (MAPE).

## 2.8 Métodos para la determinación del componente estacional

Mientras que el análisis de la tendencia tiene implicaciones en la planificación administrativa a largo plazo, el análisis del componente estacional de una serie histórica tiene implicaciones a corto plazo, más inmediatas. La identificación del componente estacional en una serie histórica difiere del análisis de la tendencia por lo menos en dos formas. Primero, mientras que la tendencia se determina directamente de los datos disponibles, el componente estacional se determina eliminando los otros componentes de los datos, de manera que sólo quede el estacional. Segundo, mientras que la tendencia se representa por una línea de mejor ajuste, o ecuación, un valor estacional diferenciado tiene que calcularse

para cada mes (o estación) del año, generalmente en forma de un número índice según Kazmier (s.a.), Rios (1983) y Merrill (1981).

Para un serie histórica desprovista de estacionalidad el pronóstico para cada uno de los períodos se calcula sencillamente dividiendo el valor del pronóstico obtenido para el componente tendencia entre el número de períodos (12, en caso de que se trabaje con meses). Sin embargo esta situación es difícil de encontrar por lo que se obtienen los números índices, los cuales reflejan la variación ocurrida históricamente en ese período con respecto al valor promedio. Por ejemplo, un valor de 110% representa que en ese mes el fenómeno estudiado posee históricamente resultados superiores en un 10% al valor promedio, o al valor calculado si se considera la no existencia de estacionalidad.

Se han desarrollado varios métodos de medición de la variación estacional; entre estos se encuentran: Método del porcentaje promedio, método de relación con la tendencia, suavizado exponencial con estacionalidades y suavizado exponencial por tendencia y estacionalidad. Sin embargo, debido a su sencillez y a los buenos resultados que brinda se desarrolla el método del porcentaje promedio.

El primer paso consiste en expresar la información de cada mes (o períodos) correspondientes, las cuáles se suman y se promedian (Tabla No.2.5). El segundo paso es determinar cuanto representa del promedio cada uno de los valores históricos lo que se muestra en las cuatro primeras columnas de la Tabla No.2.6. Por último, se determina el promedio para cada una de las estaciones lo que representa el conjunto de números que constituyen el índice estacional.

MES	1995	1996	1997	1998
Enero	122	119	121	156
Febrero	116	114	116	148
Marzo	115	113	114	142
Abril	98	96	99	109
Mayo	86	83	86	102
Junio	82	80	81	106
Julio	80	78	79	100
Agosto	75	73	76	98
Septiembre	78	76	79	108
Octubre	86	84	88	110
Noviembre	116	114	116	146
Diciembre	118	115	119	150
Total	1172	1145	1174	1475
Promedio	97,66	95,42	97,83	122,92

**Tabla No. 2.5:** Serie histórica del fenómeno estudiado a nivel de períodos

En la Tabla No. 2.6 las columnas (1), (2), (3) y (4) es resultado de dividir el valor real de cada mes entre el promedio mensual para el año, expresado en por ciento. Por ejemplo para el mes de Enero de 1995 sería:

Mes	1995 (1)	1996 (2)	1997 (3)	1998 (4)	Índice (5)	Pronóstico
Enero	124,92	124,71	123,68	126,91	125,06	160,60
Febrero	118,78	119,47	118,57	120,40	119,31	153,21
Marzo	117,76	118,42	116,53	115,52	117,06	150,32
Abril	100,34	100,61	101,20	88,68	97,71	125,48
Mayo	88,16	86,98	87,91	82,98	86,48	111,05
Junio	83,96	83,84	82,80	86,23	84,21	108,14
Julio	81,92	81,74	80,75	81,35	81,44	109,58
Agosto	76,80	76,50	77,69	79,73	77,68	99,75
Septiembre	79,87	79,65	80,75	87,86	82,03	105,34
Octubre	88,06	88,03	89,95	89,49	88,88	114,14
Noviembre	118,78	119,47	118,57	118,78	118,90	152,69
Diciembre	120,83	120,52	121,64	122,03	121,25	155,71

**Tabla No. 2.6:** Índices de estacionalidad por el método del porcentaje promedio

$$\frac{122 \cdot (100)}{97,66} = 124,92$$

A continuación se promedian los porcentajes de los mismos meses; para determinar el índice estacional, se utiliza una media o mediana. Por ejemplo la media aritmética para Enero es:

$$\frac{124,92 + 124,71 + 123,68 + 126,91}{4} = 125,06$$

En otras palabras las ventas de Enero han estado, por lo general, un 25,06 % por encima de las ventas mensuales promedio del año.

La media de los números que integran un índice estacional debe ser igual a 100. En este caso la suma de doce números índice mensuales debería ser 1200. Lo cual queda confirmado en el ejemplo anterior. Si se utiliza la mediana en lugar de la media, o si los errores de “redondeo”, no se anulan entre sí, deben ajustarse los índices estacionales multiplicándolos por una constante apropiada.

Una vez calculados los números índices, se requiere de realizar un pronóstico para el año próximo (por cualquiera de los métodos expuestos para el cálculo de la tendencia) y afectarlo por estos índices para obtener su correspondiente estimación mensual. Por ejemplo para el mes de Enero sería:

$$\frac{1541 \cdot (1125,06)}{1200} = 160,60$$

partiendo de que el pronóstico para la tendencia es de 1541.

## 2.9 Análisis computacional

En el mercado existen muchos programas de pronóstico. La mayoría está disponible para computadoras personales y pueden llegar a utilizar bases de datos compartidas. El futuro apunta a que se desarrollarán normas que ofrezcan una forma estandarizada para que fabricantes y comerciantes trabajen juntos en la realización de pronósticos a través de Internet (ver Chase, Aquilano y Jacobs 2000).

Por otro lado, cualquiera que pueda usar una hoja de cálculo como Excel de Microsoft puede crear un programa de pronóstico en una computadora personal. Dependiendo de si se va a pronosticar la demanda de muchos artículos, puede convertirse más en un problema de manejo de datos que en un problema de lógica del pronóstico (ver Tabla No. 2.7).

Mientras para la determinación de la estacionalidad apenas existen sistemas profesionales que permiten la determinación de los valores pronosticados, justificado por la sencillez y la factibilidad de utilizar una hoja de cálculo convencional, por ejemplo, es posible hacer pronósticos causales basados en el ajuste de curvas utilizando Excel y el algoritmo Solver, resultan innumerables los que permiten el cálculo de la tendencia. Sin embargo, los autores de este tema recomiendan tres de ellos: *Administration Business Production and Operations Management* (ABPOM), *Quantitative System Business for Windows* (WINQSB) y *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS). El primero a pesar de no estar apoyado en plataforma Windows, se sustenta en que permite la utilización de un amplio número de métodos, grandes posibilidades de análisis con los errores, realización de gráficos, entre otras virtudes. Los otros dos sistemas, más recientes en su creación, se apoyan en la plataforma Windows con las ventajas que esto implica. El sistema SPSS, es el único que incluye entre sus posibilidades el método Box-Jenkins (considerado el de mayor basamento matemático) y por lo tanto, el único que incluye el cálculo de la estacionalidad.

Adentrarse en el proceso de cómo utilizar los programas anteriormente citados se extendería más allá del alcance de este texto; por ello se sugiere al lector la consulta de otras fuentes, como el tema de Pronósticos abordado por Eppen et al. (2000), que ilustra fehacientemente cómo utilizar las hojas de cálculo para hacer pronósticos.

## 2.10 Conclusiones

El pronóstico es fundamental en cualquier esfuerzo de planeación. A corto plazo, el pronóstico es necesario para predecir los requerimientos de materiales, productos, servicios y otros recursos que se necesitan para responder a los cambios en la demanda; y permite ajustar los programas y hacer variaciones en la mano de obra y los materiales.

A largo plazo, el pronóstico es necesario como base para los cambios estratégicos, tales como el desarrollo de nuevos mercados, desarrollo de nuevos productos y servicios y la

Medias móviles ponderadas								
Entradas: $a_1 = 0,40$ ; $a_2 = 0,35$ ; $a_3 = 0,25$ ; $n = 3$								
Periodo $t$	Actual $A_t$	Pronóstico $F_t$	Error $A_t - F_t$	Cuadrado de error, $(A_t - F_t)^2$	Desviación absoluta $ A_t - F_t $	ma Continua del Error	MAD( $t$ )	TS( $t$ )
1	800							
2	1400							
3	1000							
4	1500	1060	440	193600	440	440	440	1
5	1500	1285	215	46225	215	655	328	2
6	1300	1300	0	0	0	655	328	3
7	1800	1450	350	122500	350	1005	251	4
8	1700	1505	195	38025	195	1200	240	5
9	1300	1575	-275	75625	275	925	246	4
10	1700	1640	60	3600	60	985	219	4
11	1700	1560	140	19600	140	1125	209	5
12	1500	1540	-40	1600	40	1085	191	6
13	2300	1650	650	422500	650	1735	237	7
14	2300	1780	520	270400	520	2255	262	9
15	2000	1980	20	400	20	2275	242	9
16	1700	2225	-525	275625	525	1750	264	7
17	1800	2045	-245	60025	245	1505	263	6
18	2200	1845	355	126025	355	1860	269	7
19	1900	1860	40	1600	40	1900	254	7
20	2400	1965	435	189225	435	2335	265	9
21	2400	2145	255	65025	255	2590	264	10
22	2600	2200	400	160000	400	2990	272	11
23	2000	2450	-450	202500	450	2540	281	9
24	2500	2370	130	16900	130	2670	273	10
25	2600	2365	235	55225	235	2905	272	11
26	2200	2325	-125	15625	125	2780	265	10
27	2200	2460	-260	67600	260	2520	265	10
28	2500	2360	140	19600	140	2660	260	10
29	2400	2275	125	15625	125	2785	255	11
30	2100	2355	-255	65025	255	2530	255	10
			2530	2529700	6880			
<b>Salidas: Bias</b>				93,7037				

**Tabla No. 2.7:** Salida de una aplicación de pronóstico utilizando una hoja de cálculo en Microsoft Excel

creación o expansión de nuevas instalaciones. En estos casos, en que están en juego grandes compromisos financieros, hay que tener gran cuidado al derivar el pronóstico y debieran utilizarse varios enfoques. Los métodos causales, tales como el análisis de regresión o el análisis de regresión múltiple son beneficiosos y proporcionan una base de estudio. Es necesario considerar los factores económicos, las tendencias de los productos, los factores de crecimiento y la competencia, al igual que muchas otras posibles variables, y el pronóstico debe ajustarse para que refleje la influencia de cada una de ellas.

Pero el responsable logístico a menudo necesita pronosticar la magnitud de la demanda para llevar a cabo la planificación operativa y el control del sistema logístico de su interés, por ello este tema se ha concentrado en métodos útiles para pronósticos a corto plazo; tal como el requerido para el control de inventario y para la programación del personal y de los materiales, los que pueden satisfacerse con modelos simples como el alisado exponencial con un rasgo adaptable o un índice estacional. En estas aplicaciones normalmente se pronostican niveles de artículos; y en consecuencia el modelo de pronóstico debe ser sencillo y de ejecución rápida con la ayuda de la computadora; y ser capaz también de detectar y responder con rapidez a los cambios definidos a corto plazo en la demanda y, a la vez, ignorar las demandas falsas que se presentan en ocasiones. El alisado exponencial es una técnica efectiva cuando es monitoreado por la gerencia para controlar el valor de alfa.

No obstante, en ocasiones el logístico necesita realizar pronósticos a largo plazo cuando están involucradas decisiones estratégicas, tales son los casos de localización de plantas, almacenes y centros de distribución o para determinar la inversión total en inventario; existiendo técnicas muy populares y sencillas.

De forma breve, también aquí se han abordado las medidas más empleadas de error de las previsiones, las que son sumamente importantes como método de control y sirven además como criterio de selección del método apropiado. Además, debido al desarrollo actual en las tecnologías de información y los numerosos programas disponibles para la realización de pronósticos se han mencionado sintéticamente algunas de tales aplicaciones, que pueden auxiliar a los logísticos en los problemas de predicción.

## Bibliografía

- Anderson, D. et al. (s.a.):** Introducción a los modelos cuantitativos para la administración. (Grupo Editorial Iberoamericano) Barcelona
- Calero Viner, A.(1986):** Estadística III. (Editorial Pueblo y Educación) Ciudad de La Habana
- Chase, R. / Aquilano, N.J. / Jacobs, F.R. (2000):** Administración de operaciones - Manufactura y servicios. 8ª ed. (McGraw-Hill Interamericana) Santa Fe de Bogotá
- Companys Pascual, R.(1990):** Previsión tecnológica de la demanda. (Editorial Boixerau Marcombo) Barcelona
- Díaz, A. (1993):** Producción, gestión y control. (Editorial Ariel Economía)Barcelona
- Eppen, G.D. / Golud, F.J. / Schmidt, C.P / Moore, J.H. / Weatherford, L.R. (2000):** Investigación de operaciones en la ciencia administrativa. 5ª ed. (Prentice Hall Hispanoamericana) México DF, Pp. 605-656
- Everett, E. et al.(1991):** Administración de la producción y las operaciones. Conceptos, modelos y funcionamiento. (Editorial Prentice-Hall Hispanoamericana) México DF
- Fernández Sánchez, E.(1993):** Dirección de la producción I - Fundamentos estratégicos. (Editorial Civil) Oviedo
- Freund, J. E.(1960):** Estadística elemental moderna. (Ediciones Universidad de La Habana). La Habana
- Hillier, F.S. / Lieberman, G.J. (1991):** Introducción a la investigación de operaciones. 5ª ed. (Editorial McGraw-Hill Interamericana de México) México DF
- Hoel, J. (1981):** Estadística elemental. (Editorial MES, primera reimposición) Ciudad de La Habana
- Kazmier, L. (s.a.):** Análisis estadístico para la empresa y la economía nacional. 2ª ed. (Editorial Pueblo y Educación) Ciudad de La Habana
- Maynard, H.B. (1984):** Manual de ingeniería y organización industrial - Parte III, s/e. (Ediciones Universidad de la Habana) Ciudad de La Habana
- Medina León, A. et al. (2002):** Técnicas de análisis empresariales en la certeza e incertidumbre. Facultad de Contaduría y Ciencias Administrativas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. (Editorial FeGoSa) Morelia (Michoacán)
- Merril, W. (1981):** Introducción a la estadística económica. (Editorial MES, primera reimposición) Ciudad de La Habana
- Narasimhan, S. L. (1996):** Planeación de la producción y control de inventarios. (Prentice Prentice-Hall Hispanoamericana) México DF
- Padrón Robaina, V. (1999):** Dirección de operaciones para empresas de servicios. (Material entregado como parte del diplomado impartido por La Universidad de Las Palmas de Gran Canaria) Matanzas
- Riggs, J. L. (1984):** Sistemas de producción - Planificación, análisis y control. (Editorial LIMUSA) México, D.F.
- Ríos, S. (1983):** Análisis estadístico aplicado. 3ª ed. (Editorial Paraninfo) Madrid
- Schroeder, R. G. (1992):** Administración de operaciones. 3ª ed. (Editorial McGraw-Hill Interamericana de México) México D.F.
- Uriel, E. (1985):** Análisis de series temporales - Modelos ARIMA. (Colección Abaco Paraninfo) Madrid

## 3 Almacenamiento

*Autores:* Joachim R. Daduna, Beatriz Mederos Cabrera y Manuel Torres Gemeil

**Resumen:** El conjunto de actividades que se realiza en los almacenes (simplificándose en la recepción, almacenamiento y despacho de los productos) tiene como objetivo fundamental, la conservación de las mercancías durante el período que media entre su producción o la llegada al país procedente del exterior y el consumo, sirviendo también de “pulmón” a la Economía.

El almacenamiento contempla las características constructivas y tecnológicas, la clasificación de los almacenes según diferentes criterios y los indicadores que miden el aprovechamiento de las capacidades de almacenamiento.

Dentro de las características tecnológicas se han incluido los medios unitarizadores y las estanterías más utilizadas con una guía para la adquisición de las mismas, después de su selección en el proyecto tecnológico. Se ofrecen los criterios básicos para la selección de los montacargas, así como para la selección de la tecnología de almacenamiento integralmente y se anexan los esquemas más utilizados de posibles soluciones de almacenamiento, según el acceso a las cargas.

### 3.1 Almacenes y sus características

El almacén es una instalación técnica constituida por diferentes áreas equipadas con los medios de mecanización o automatización destinados para la actividad de almacenamiento, cuyo objetivo está encaminado a lograr el proceso de recepción, ubicación, ordenamiento, control, conservación y preparación de la producción para el consumo y despacho de los valores materiales, para garantizar la continuidad de la producción y el consumo acorde con las crecientes necesidades de la sociedad. Los almacenes constituyen eslabones importantes de los procesos de producción y distribución de los recursos materiales. Se puede ampliar en Collazo Pérez / García Díaz / Ayala Bécquer (1986) y Mederos Cabrera / Torres Gemeil / Colectivo de Autores (2002).

#### 3.1.1 Clasificación de los almacenes

Los almacenes como instalaciones donde se desarrollan las actividades descritas anteriormente, se clasifican en función de diferentes criterios, siendo los más utilizados:

- Según su papel dentro del proceso de producción:

- Almacenes de materias primas o materiales para el consumo de la producción industrial: Este tipo de almacén está orientado a cubrir la reserva de productos correspondiente a los ciclos de producción y ciclos de reaprovisionamiento por el suministrador.
  - Almacenes de productos terminados: Para cubrir una cantidad de productos correspondiente a los ciclos de entrega de la producción según lo contratado con los clientes.
  - Almacenes de productos intermedios para acumular la producción entre puestos de trabajo: Este almacén se emplea para equilibrar los ritmos de entrega de los materiales y productos semielaborados entre puestos de trabajo o talleres.
- Según el grado de especialización:
- Almacenes Universales: Son aquellos destinados para productos de nomenclatura y características diferentes.
  - Almacenes Especializados: Son aquellos que tienen una nomenclatura y tecnología única. En este tipo de almacén se obtienen los mejores índices de utilización de la capacidad de almacenamiento y explotación de los equipos.
  - Almacenes combinados: Combinación de los dos anteriores.
- Según el tiempo de almacenamiento de los productos:
- Almacén de reserva: Para almacenamiento prolongado, donde el coeficiente de rotación del producto es bajo.
  - Almacén de distribución: Para el almacenamiento de productos por un período relativamente corto de tiempo, donde el coeficiente de rotación del producto es alto.
  - Almacén de tránsito: Para conservar productos en espera de su transportación a los almacenes de reserva, distribución o producción, donde el coeficiente de rotación es muy alto.
- Según el diseño constructivo:
- A cielo abierto: Terreno cercado o no, sin cubierta, para el almacenamiento de productos que pudieran estar a la intemperie.
  - Techado abierto: Almacenes cuyo espacio interior está delimitado fundamentalmente por el perímetro de su piso terminado, con o sin cierre parcial y con cubierta.
  - Techado cerrado: Almacén delimitado por un cierre perimetral (paredes) y cubierta.
- Según los requerimientos del producto almacenado:
- Son construídos con parámetros y características específicas para los requerimientos del producto a almacenar.
- Almacén climatizado: Para mantener condiciones atmosféricas diferentes a las ambientales.

- Silos: Para cargas pulverulentas y granuladas.
- Tanques: Para líquidos.
- Polvorines: Para explosivos.
- Según el peligro de incendio, de acuerdo a los materiales con que está construido:
  - Almacén construido con materiales combustibles. Ejemplo: Madera.
  - Almacén construido con materiales incombustibles. Ejemplo: Hormigón.
  - Almacén construido con materiales de difícil combustión. Ejemplo: Perfiles y tejas de fibrocemento, etc.

### 3.1.2. Parámetros constructivos de almacenes

Para la construcción de almacenes debe tenerse en cuenta un grupo de parámetros y de elementos, donde sobresalen los siguientes: Ancho, largo y altura (luz, longitud y puntal), pisos, puertas, ventilación e iluminación, aleros, andenes y ubicación de baños, oficinas, taquillas y paredes divisorias. A continuación se brinda una breve descripción de cada uno de ellos.

#### □ *Ancho, largo y altura (luz, longitud y puntal)*

Los elementos esenciales que posibilitan la determinación de las dimensiones de las naves son:

- Función a cubrir en el esquema de distribución.
- Demanda de capacidad de almacenamiento.
- Frecuencia de los arribos y sus orígenes geográficos.
- Intensidad de los despachos y sus destinos geográficos.
- Solución tecnológica propuesta (medios para el almacenamiento y equipos para la manipulación).
- Economía del terreno y su relación con los costos constructivos.

#### □ *Pisos*

Los pisos de las naves para almacenamiento tienen que ser lo suficientemente nivelados, lisos y con un acabado tal que no afecte el uso de equipos eléctricos, que son los permitidos para operar en el interior de naves, sin que sufran desgaste innecesarios y perjudiciales de sus baterías y ruedas, ni daños a los componentes electrónicos de los mismos. Por ello los pisos deben ser pulidos y resistentes al desgaste por rodadura.

La pendiente en el interior de naves debe tender a cero para evitar inestabilidad de las estibas y garantizar la total perpendicularidad de estas y de las estanterías.

No sólo la terminación y el acabado de los pisos resultan imprescindibles, sino que estos en ocasiones (dependiendo de la especialización de los equipos de manipulación e izaje)

deben tener un recubrimiento con endurecedores o pintura con textura, resistencia y colores adecuados. Ello garantiza que no se produzca la erosión del piso y con ello se evite el polvo perjudicial para los productos, trabajadores y sobre todo para los equipos, obteniéndose la fricción óptima de sus ruedas para el mínimo desgaste.

Las zonas destinadas a la estiba directa, la recepción y el despacho, deben estar correctamente marcadas en el piso con la pintura y color adecuado (preferentemente amarillo) con franjas de un grosor de 50 - 100 mm.

En los lugares que se prevé puertas de acceso para las operaciones de recepción y despacho por donde deben transitar equipos para la manipulación, la nivelación del piso interior de las naves con el exterior, tiene que ser resuelta con rampas ligeras que no limiten el adecuado funcionamiento de los mismos en su constante actividad a través de dichas puertas.

#### □ *Puertas*

Según se establece en diferentes normas y a fin de garantizar la independización necesaria de las actividades de carga y descarga, los almacenes tienen al menos dos (2) puertas en los extremos o frentes de los mismos, de dimensiones de (4 × 4) m, pudiendo disponerse otras laterales preferiblemente coincidentes con los pasillos de intercepción, que a su vez pueden servir para cubrir los requerimientos de protección contra incendio, evacuación, etc.

#### □ *Ventilación e iluminación*

Las soluciones de ventilación e iluminación están dadas por una combinación adecuada entre diferentes elementos, tales como:

##### ° Utilización de “louvers” con monitores.

La utilización adecuada de diferentes elementos constructivos como paredes con “louvers” (similar a persianas fijas de material rígido, con la seguridad necesaria) en relación con monitores en la cubierta que garantizan la circulación natural del aire (convección).

##### ° Uso de aislante térmico.

En otro sentido, los elementos constructivos que se empleen en cubierta y paredes deben tener las características convenientes de aislante térmico.

##### ° Utilización de tejas traslúcidas.

Para mejorar los niveles de iluminación en el interior de las naves para almacenamiento, la cubierta debe prever la inserción de tejas traslúcidas, que permiten utilizar al máximo la luz natural. La cantidad y disposición de estas debe estar acorde con la distribución en planta que se adopte, para lograr la máxima iluminación en los pasillos de trabajo y las zonas de recepción y despacho.

- Iluminación artificial.

El proyecto de luminarias debe diseñarse a partir del proyecto tecnológico pues las mismas se disponen sobre los pasillos de trabajo y en el caso de las estibas directas o estanterías por acumulación debe garantizarse un nivel de iluminación en los bloques de almacenamiento.

El sistema de iluminación debe ser proyectado por secciones para conectarlo o desconectarlo a conveniencia.

- Empleo de puertas auxiliares de malla.

Las puertas de malla como complementarias, garantizan seguridad y protección sobre el acceso a las áreas del almacén mientras no se esté operando por ellas. Además brindan un nivel de iluminación y ventilación significativo, con la debida seguridad y limitación de acceso al personal ajeno al almacén.

- Orientación de las naves en función de los vientos predominantes.

Las naves deben estar ubicadas en función de los vientos predominantes para favorecer la ventilación natural.

- Distribución en planta.

La disposición de los medios para el almacenamiento puede contribuir o entorpecer la ventilación y la iluminación.

- *Aleros*

Estos elementos constructivos como una prolongación de la cubierta deben tener un puntal por debajo de ésta. Se disponen al menos en las puertas destinadas a la recepción y despacho a fin de proteger estas actividades del intemperismo, incluyendo personal, mercancías y equipos. Los mismos tienen de 4 - 5 m de ancho y saliente de 6m para cumplir el objetivo indicado.

Por los laterales, sin que constituyan aleros propiamente dichos, la cubierta debe sobresalir entre 0.5 - 0.6 m como protección a la nave en todo su perímetro.

- *Andenes*

Las soluciones de andenes deben corresponderse con las necesidades de diferentes frentes de carga y descarga según las características del transporte de los proveedores y de los clientes. Debe también considerarse las posibilidades topográficas del terreno en busca de economizar las labores de movimiento de tierra para las nuevas inversiones.

En las soluciones particulares en que se decida la conveniencia de andenes, estos se proyectan con el ancho requerido de acuerdo a las actividades a realizar en ellos y los medios de manipulación a emplear. Se disponen en relación con las zonas de recepción y despacho y su longitud está determinada en dependencia del régimen de carga y descarga, así como de las dimensiones de los vehículos de transporte, la organización del trabajo adoptada y el equipamiento a emplear.

Como regla, asociado a andenes y dada la variabilidad de alturas de los medios de transporte, es necesario prever soluciones para la nivelación entre ellos.

□ *Ubicación de baños, oficinas, taquillas y paredes divisorias*

Bajo el prisma de que las naves para almacenamiento deben ser preservadas en toda su extensión para la actividad principal, no se deben disponer divisiones interiores ya que limitan considerablemente los flujos tecnológicos y las soluciones de almacenamiento adoptadas.

Por tales razones tampoco se incluyen en el interior de las naves instalaciones ajenas a la actividad tecnológica (baños, oficinas, taquillas, etc.). Estas necesidades deben ser resueltas en locales exteriores aledaños, anexos o como prolongación de las naves por alguno de sus laterales o frentes.

## **3.2 Medios para el almacenamiento**

Los medios para el almacenamiento se componen de los medios unitarizadores de carga y de las estanterías. Como todo elemento integrado a un sistema, los medios empleados para el almacenamiento tienen que estar en correspondencia con la tecnología seleccionada y en relación unos con otros ya que sus características y dimensiones han de ser, en primer lugar las normalizadas y además deben estar acorde con los demás medios para su adecuada inserción en la solución integral. Ver también Mederos Cabrera / Torres Gemeil / Colectivo de Autores (2002) y Torres Gemeil / Colectivo de Autores (2000).

### **3.2.1 Medios unitarizadores de carga**

Los medios unitarizadores de carga son elementos diseñados con el propósito de agrupar cargas similares o no; considerándose de esta forma como un todo único en los procesos de transportación y almacenamiento; y adaptados para la mecanización de los procesos de carga y descarga.

Su objetivo es precisamente que los productos circulen como flujo material, dentro del medio o sobre él, pasando por las distintas manipulaciones, almacenamiento y transportaciones, de forma protegida y unitarizada.

La utilización de medios unitarizadores permite disminuir los costos de manipulación, almacenamiento y transporte, a la vez que humaniza el trabajo. Los beneficios que se logran con su introducción se muestran en la Tabla No. 3.1.

Para garantizar que mediante el uso de los medios unitarizadores se puedan obtener los beneficios mencionados anteriormente, debe hacerse una correcta selección de los mismos. Esta selección tiene un enfoque económico, es decir, seleccionar el medio unitarizador más

- Se aumenta la productividad del trabajo.
- Se incrementa el aprovechamiento de las capacidades de almacenamiento en la mayoría de los productos.
- Se reducen los tiempos de manipulación y las cantidades de manipulaciones por producto.
- Se incrementa el aprovechamiento dinámico de los equipos de transporte.
- Se reducen los pagos por estadía de los equipos de transporte.
- Se reducen los gastos por pérdidas y averías del producto durante los procesos de manipulación, almacenamiento y transporte.
- Se simplifica y ejecuta con rapidez el control del inventario.

**Tabla No. 3.1:** Beneficios que se obtienen con la introducción de los medios unitarizadores

barato dentro de aquellos que satisfagan las necesidades técnicas del trabajo y del producto con su envase o embalaje.

Hay dos grupos de características que definen la selección del medio unitarizador; las características propias del producto con su envase o embalaje y las características de circulación de estos.

Las características del producto con su envase o embalaje, que deben tenerse en cuenta para la selección del medio son:

- *Peso*: Cada medio tiene una capacidad de carga definida, por lo que el peso del producto es importante para determinar la cantidad posible de productos a colocar por cada medio unitarizador en función del peso de cada unidad (esquema de carga adecuado), evitando que se exceda dicha capacidad.
- *Forma*: Es una característica definitoria, ya que de acuerdo con ella se determina la estabilidad de las estibas a conformar a partir de los diferentes medios disponibles. La forma del producto determina si es necesario que el medio unitarizador tenga columnas o no para conservar su integridad y estabilidad. También define la manera óptima de disponer las cargas en la superficie del medio unitarizador (esquema de carga) para lograr un mejor aprovechamiento del mismo.
- *Tamaño*: El tamaño del producto es otro de los elementos para la selección del medio unitarizador. Hay medios que son iguales respecto a determinadas dimensiones y difieren en otras. Por ejemplo: en la altura, la paleta caja y la media paleta caja, son diferentes; en el largo y ancho, son distintas las paletas portuarias y la paleta de intercambio, y por eso también de acuerdo con el tamaño del producto se selecciona el medio unitarizador idóneo.

- *Resistencia a la compresión*: Esta resistencia a la compresión no es solamente la del producto como tal, sino también la de su envase o embalaje, ya que varía de acuerdo con las características de los mismos. Su importancia radica en que define, si es posible, que el medio unitarizador con carga (unidad de carga) se apoye directamente sobre el producto del extremo superior de otra unidad de carga para conformar una estiba directa, o si es necesario que el medio unitarizador tenga columnas que asimilen el peso de otra unidad de carga sobre él, sin provocar daños a los productos o a sus envases o embalajes.

Ninguna de estas características físicas del producto con su envase o embalaje define por sí sola el medio unitarizador a seleccionar. La valoración de todas en su conjunto, combinadas con los criterios obtenidos del análisis de las características de la circulación del producto (que, entre otras, son: grado de masividad e índice de rotación), es lo que permite llegar a conclusiones para cumplir con las funciones y requerimientos de la manipulación, el almacenamiento y la transportación. Dichos indicadores se explican en el acápite No. 3.4.3.

Se debe tener además la información de la resistencia y durabilidad de dichos medios de acuerdo con la rotación a que son sometidos y a las operaciones a las que se exponen a través del proceso de distribución.

Los medios unitarizadores más difundidos en el país son: paleta plana, paleta caja, autosoportante para paletas y autosoportante para neumáticos. Cada uno de ellos, con sus distintas variedades y tipos, se exponen a continuación.

### **3.2.1.1 Paleta plana**

Es un medio unitarizador económico y simple, consistente en una superficie de carga plana, constituida generalmente de madera y diseñado para facilitar la manipulación, el almacenamiento y el transporte de las cargas. Desde el punto de vista de su forma existe una amplia gama de paletas, entre ellas se pueden mencionar:

- Con postes.
- Reversibles.
- De dos entradas.
- De cuatro entradas.
- Con alas.
- Desechables.

El método más simple de empleo de las paletas planas de madera en los almacenes lo constituye el de estiba directa de cargas paletizadas. La aplicación de este método es posible en aquellos casos en que las cargas, una vez constituidas en cargas paletizadas, ofrezcan una superficie plana y uniforme, siempre que los envases y embalajes empleados o el

producto mismo, posean la resistencia que posibilite la estiba directa, ya que cada carga paletizada se apoya y transmite su peso a la carga que está sobre la paleta inferior.

Se considera un buen aprovechamiento de la paleta, cuando más del 90% de su área está cubierta.

En Cuba, para la paletización, se han seleccionado dos tipos de paletas de madera: de intercambio (1000 × 1200) mm y portuaria (1200 × 1800)mm.

También se ha utilizado una paleta plana metálica, que tiene las dimensiones de la paleta de intercambio y que posee una vida útil mayor que la de madera.

□ *Paleta de intercambio (1000 × 1200) mm*

Es una paleta plana de cuatro entradas, de uso general. Se utiliza para establecer circuitos de retornos directos o indirectos (pool de paletas). Está constituida por tablas y tacos de madera unidos por clavos o puntillas helicoidales de forma tal que permite su manipulación mediante montacargas con horquillas, transpaletas, ganchos “C”, etc. El módulo de (1000 × 1200) mm posibilita la racionalidad del uso del transporte en la cadena unitarizada. En la Tabla No.3.2 se muestran las dimensiones y la capacidad de carga de la paleta de intercambio.

<b>Dimensiones</b>	
Largo (l)	1200 mm (+ 2 / - 0 mm)
Ancho (a)	1000 mm (+ 2 / - 0 mm)
Altura (h)	141 mm (+ 7 / - 0 mm)
Peso	26,630 kg
<b>Capacidad de carga</b>	
Estática (en la estiba)	4000 kg
Dinámica (en la manipulación)	1000 kg

**Tabla No. 3.2:** Dimensiones y capacidad de carga de la paleta de intercambio

Las cargas que se estiban sobre esta paleta no pueden sobresalir de la misma más de 25 mm por cada lado. La altura máxima de la unidad de carga paletizada no excede de 1200 mm, de no emplearse adicionalmente medios auxiliares de envase como por ejemplo retractilado en diferentes formas, enzunchado con flejes metálicos o plásticos, etc.

Para atenuar el déficit de madera en el país, es necesario alargar la vida útil de estas paletas, mediante una correcta utilización. La vida útil de la paleta se considera entre 3 y 4 años, cuando se usa fundamentalmente para el almacenamiento.

También existen paletas de madera (1000 × 1200) mm de dos entradas, que están compuestas por tablas y largueros unidos por clavos helicoidales.

□ *Paleta portuaria (1000 × 1800) mm*

Esta paleta es empleada en las operaciones de manipulación, almacenamiento y transporte en los puertos y almacenes de la economía interna. Se construye de madera conífera (pino) unida por tornillos de carruaje. En la Tabla No.3.3 se muestran las dimensiones y la capacidad de carga de la paleta portuaria.

<b>Dimensiones</b>	
Largo (l)	1800 mm (+ 2 / - 0 mm)
Ancho (a)	1200 mm (+ 2 / - 0 mm)
Altura (h)	176 mm (+ 7 / - 0 mm)
Peso	85,650 kg
<b>Capacidad de carga</b>	
Estática (en la estiba)	8000 kg
Dinámica (en la manipulación)	2000 kg

**Tabla No. 3.3:** Dimensiones y capacidad de carga de la paleta portuaria

Las cargas que se estiben en paletas portuarias no pueden sobresalir de la misma más de 50 mm por cada lado. La altura máxima de la unidad de carga paletizada no debe exceder de 1800 mm.

□ *Paleta plana metálica*

La madera desde hace ya algunos años es deficitaria a nivel mundial y se hace por tanto necesario la introducción de nuevos prototipos que reúnan algunas de las ventajas de la paleta de madera. Estas situaciones han motivado el desarrollo de otras paletas con materiales diversos como son entre otros: plástico, metal, cartón prensado, etc.

En el país han sido elaborados varios tipos diferentes de paletas planas metálicas, que circulan en la economía interna. Entre sus principales ventajas están: mayor resistencia que la de madera, admite una capacidad dinámica de 2 t, se reducen las posibilidades de rotura, se reducen los gastos de mantenimiento, y se logra una mayor durabilidad, ya que su vida útil se considera de 7 a 10 años.

### 3.2.1.2 Paleta caja

Es una paleta con superestructura compuesta como mínimo de tres paredes enterizas o caladas, fijas, plegables, desmontables o no, y que permite la estiba. Han sido desarrollados numerosos diseños de paletas cajas metálicas y de otros materiales, algunos de los cuales presentan puertas articuladas por medio de pivotes y ganchos.

Las más difundidas en Cuba son la paleta caja metálica y la media paleta caja metálica, que permiten la manipulación con montacargas y transpaletas, o mediante aditamentos

especiales pueden izarse con otros equipos de elevación. En la Tabla No.3.4 se muestran las dimensiones interiores y la capacidad de carga de la paleta caja metálica.

<b>Dimensiones interiores</b>	
Largo (l)	1200 mm
Ancho (a)	1000 mm
La altura no sobrepasa los 780 mm por lo general	
Volumen útil	0,93 m <sup>3</sup>
<b>Capacidad de carga</b>	
Estática (en la estiba)	5000 kg
Dinámica (en la manipulación)	1000 kg

**Tabla No. 3.4:** Dimensiones interiores y capacidad de carga de la paleta caja

La utilización de este medio unitarizador da gran resultado en aquellos productos desprovistos de envases o embalajes, o en aquellos cuyas dimensiones sean muy pequeñas y aún más, cuando son frágiles. Las reglas a observar en la manipulación y el almacenamiento de productos en paletas cajas metálicas son los siguientes:

- No almacenar más de cinco paletas cajas metálicas en una estiba, para no exceder la carga estática permisible (5000 kg).
- No exceder los 1000 kg de carga en cada paleta caja metálica.
- Tratar de obtener un 70 % de aprovechamiento de su volumen útil.
- No escalar las paletas cajas metálicas para depositar o extraer los productos, sino utilizando siempre equipos de manipulación e izaje para ello.

La media paleta caja es una variante de la paleta caja metálica. Su uso es preferiblemente para productos de mayor peso, que en menor volumen, alcanza los 1000 kg. También posibilitan el almacenamiento en estiba directa. Se diferencia de la paleta caja fundamentalmente en su altura, lo que la hace más ligera y estable en la estiba. En la Tabla No.3.5 se muestran las dimensiones interiores y la capacidad de carga de la media paleta caja.

<b>Dimensiones interiores</b>	
Largo (l)	1200 mm
Ancho (a)	1000 mm
La altura no sobrepasa los 500 mm	
Volumen útil	0,6 m <sup>3</sup>
<b>Capacidad de carga</b>	
Estática (en la estiba)	5000 kg
Dinámica (en la manipulación)	1000 kg

**Tabla No 3.5:** Dimensiones interiores y capacidad de carga de la media paleta caja

Las reglas a observar en la manipulación y el almacenamiento de productos en medias paletas cajas metálicas son:

- No sobrepasar las siete medias paletas cajas metálicas de altura en la estiba.
- No sobrepasar los 1000 kg en cada media paleta caja metálica.
- No sobrepasar los 5000 kg en la estiba directa.
- No escalar las medias paletas cajas metálicas para ubicar o extraer productos, sino utilizando siempre equipos de manipulación e izaje para ello.

### **3.2.1.3 Autosoportantes**

Es una estructura metálica que se acopla temporalmente a la paleta, sin especializarla, para posibilitar la formación de la unidad de carga. Existen diferentes diseños de estos, siendo el más utilizado en Cuba, el autosoportante para paleta de intercambio (1000 × 1200) mm, aunque también se utiliza con cierta frecuencia el autosoportante para paleta portuaria (1200 × 1800) mm. La capacidad de carga de una paleta con autosoportante es por lo general igual a la de la paleta a la cual se acopla el mismo.

El autosoportante para paleta se utiliza en productos sobre los que no se puede hacer estibas directas con paletas (poca resistencia a la compresión) productos de difícil manipulación manual para ser colocados dentro de paletas cajas metálicas o medias paletas cajas y cuando la superficie superior de la unidad de carga no es uniforme. Estos medios pueden estibarse hasta cuatro de ellos de altura.

Un aspecto importante que debe tenerse en cuenta, al emplear autosoportantes, es el que las paletas deben ser normalizadas y además estar en buen estado técnico, ya que de otra forma no pueden quedar bien acoplados con el consiguiente riesgo de accidentes que ponen en peligro al personal vinculado a la actividad y posibles daños a los productos al estibarse.

También se han desarrollado diseños de autosoportantes para paletas no normalizadas y las llamadas paletas con postes, que conforman una estructura monolítica (un ejemplo es el llamado “Feliciano” para neumáticos).

### **3.2.2 Estanterías**

Tanto por diseño como por tipo y dimensiones, existen diferentes modelos de estanterías, (para carga fraccionada, convencional para paletas, por acumulación, entre otras). La utilización de cada una de ellas depende de las características de los productos a almacenar, las cantidades y la rotación asociada a los mismos. Los beneficios que se obtienen con la introducción de las estanterías se reflejan en la Tabla No.3.6.

De manera general las estanterías para carga fraccionada y para paletas deben estar dispuestas longitudinalmente a la zona de almacenamiento (en filas paralelas al lado más largo de dicha zona), conformadas en filas continuas para un mejor aprovechamiento de la capacidad de almacenamiento y de los bastidores o columnas que la conforman.

- Se incrementa el aprovechamiento de las capacidades de almacenamiento en la mayoría de los casos.
- Se logra una adecuada accesibilidad a los productos que así lo requieren.
- Se incrementa la productividad del trabajo.
- Se logra una mejor y mayor organización del almacén y de sus áreas de trabajo.
- Se facilita la ejecución del inventario.
- Evita rotura de los envases y embalajes.

**Tabla No. 3.6:** Beneficios que se obtienen con la introducción de las estanterías

□ *Estantería convencional para carga fraccionada*

Para lograr un mejor aprovechamiento de la capacidad de almacenamiento, en la mayoría de los almacenes, las estanterías para carga fraccionada que se empleen, deben ser dispuestas longitudinalmente a la zona de almacenamiento (en filas paralelas al lado más largo de la misma), conformadas en filas continuas para aprovechar mejor las columnas o patas.

El mayor aprovechamiento posible de este tipo de estanterías se da, cuando la cantidad de bandejas o entrepaños (niveles) que se disponen en cada módulo sea la máxima, como resultado de una mayor correspondencia entre las distancias a las que se colocan estas en la vertical con respecto a los volúmenes por surtido y la altura que los mismos alcanzan como promedio en cada alojamiento (espacio que se conforma entre dos bandejas). Los alojamientos con mayor altura deben estar en el nivel inferior de estas estanterías, para almacenar las cargas más pesadas y voluminosas.

El ancho de las estanterías para carga fraccionada tiene que estar dado por el alcance de la mano del hombre y de la disposición de estas en el almacén, o sea que las que se colocan pegadas a la pared, por lo general tienen de ancho la mitad de las que se ubican en el resto de la instalación para almacenar con doble acceso.

□ *Estantería combinada*

En este caso se puede hablar de diferentes variantes, siendo las más comunes:

- Cuando en el primer nivel (el de abajo) se almacenan cargas paletizadas y en el resto de los niveles superiores se disponen cargas fraccionadas, pudiéndose utilizar en diferentes distribuciones en planta y también diferentes anchos de estanterías y medios unitarizadores.
- El otro caso es inverso al anterior, o sea, cuando en el primer o primeros niveles se almacenan cargas fraccionadas y en el resto de los niveles se colocan cargas unitarizadas.

#### □ *Estantería convencional para paletas*

Estos medios están diseñados esencialmente para la colocación en ellos de cargas unitarizadas; éstas a nivel internacional pueden y de hecho tienen diferentes dimensiones y diseños constructivos.

En Cuba se ha adoptado la paleta de madera normalizada de (1000 × 1200) mm, con el diseño de cuatro entradas. En correspondencia con ello, la estantería que se requiere para las paletas normalizadas que comúnmente se emplean en las cadenas de suministro nacionales es la que tiene dimensiones de 970 mm de ancho y 2700 mm de largo. Este es el ancho que satisface el apoyo requerido de la paleta y en el largo caben dos paletas con sus correspondientes holguras para la manipulación de las mismas. También pudieran utilizarse con 4000 mm de largo para tres paletas por módulo en cada nivel.

#### □ *Estantería por acumulación*

Existen dos tipos fundamentales: la estantería por acumulación convencional (con la misma entrada que salida) y la estantería por acumulación pasante (con dos entradas o salidas). Para ambas se recomienda el uso de la paleta portuaria y aunque en el mundo está más generalizado el uso de la paleta de intercambio, con ella se dificulta la operación con el montacargas. En los dos casos estas estanterías se utilizan para cargas altamente masivas (cuando más, un surtido por túnel o cada dos túneles o más, un surtido).

También se han desarrollado otros tipos de estanterías por acumulación para cargas de masividad media con la utilización de un carrito para cada paleta o con rodillos o similares, llamadas Push-Back, cuya mayor ventaja es que en cada nivel se puede almacenar un surtido sin bloquear la carga y sin que el montacargas tenga que entrar en el túnel. La mayor desventaja es su costo por paleta potencialmente almacenada.

### **3.2.3 Criterios para la adquisición de medios para el almacenamiento**

Después de seleccionarse el medio requerido para el almacenamiento, se deben observar diferentes criterios para decidir su compra, los mismos se pueden agrupar en tres bloques, que serían los siguientes: Parámetros derivados del precio, términos de negociación y parámetros constructivos y tecnológicos.

#### □ *Parámetros derivados del precio*

- Paleta de (1000 × 1200) mm y paleta de (1200 × 1800) mm:  
Precio por paleta.
- Estantería para carga fraccionada:  
Costo por metro cuadrado de bandeja.

- Estantería para paletas y por acumulación:  
Costo por paleta almacenada.

En el caso de las estanterías, tradicionalmente se ha utilizado como criterio para la decisión de compra, el precio de uno de los módulos que la conforman independientemente del volumen neto de mercancía posible a almacenar

Como derivación del precio, aquí se introduce el índice resultante del precio en función de los metros cuadrados de bandejas, para la estantería para carga fraccionada, que ofrece la posibilidad de evaluar con mayor precisión la efectividad de la solución. En el caso de la estantería para paletas y por acumulación, se adopta el índice del costo por paleta almacenada.

□ *Términos de negociación*

Adicionalmente al precio, existen también los criterios comerciales que indudablemente tienen un peso, entre ellos se pueden mencionar:

- Facilidades de pago (a la firma del contrato, a los 30 días, a los 60 días, etc.).
- Plazos de entrega.
- Créditos.
- Descuento según cantidades.
- Calidad y garantía, pueden ser según:  
Duración de la pintura, del recubrimiento plástico u otro material (según el acabado de la superficie).  
Resistencia a condiciones del ambiente (agua, humedad, temperatura, etc.).
- Suministrador conocido o nuevo suministrador.

También existen proveedores, que ofertan soluciones técnico – económicas a tenerse en cuenta, como son:

- Utilización total o parcialmente de los elementos existentes.
- Reparando y pintando elementos existentes.
- Adquiriendo (comprando) todos los elementos sobrantes.
- Reutilizando en otros almacenes de la institución los elementos sobrantes.
- Movimiento de productos.
- Pintura de piso.
- Desarme de estantería existente.
- Inventario.
- Transportación.

- Distribución en planta o proyecto tecnológico.
- Montaje.
- Asesoría en el montaje.
- Señalización o rotulado de medios y áreas.

□ *Parámetros constructivos y tecnológicos*

Cada tipo de medio para el almacenamiento requiere de una valoración diferenciada. En el caso de las paletas planas de madera de (1200 × 1800) mm y de (1000 × 1200) mm las características constructivas y tecnológicas se encuentran en las Tablas No. 3.7 y No. 3.8 respectivamente, siendo las más significativas las siguientes:

- Cantidad y tamaño de las tablas y tacos o largueros.
- Elemento de fijación a utilizar.
- Capacidad de carga estática y dinámica.

No.	Aspectos a evaluar	Gradación (puntos)
1	Elementos de manipulación	
(a)	Sin vuelos que permitan su manipulación con estrobos	
(b)	Con vuelos que permiten su manipulación con estrobos	
2	Elementos de fijación	
(a)	Sin tornillos de carruaje	
(b)	Con tornillos de carruaje	
3	Capacidad de carga dinámica	
(a)	Menor que 2000 kg	
(b)	2000 kg	
4	Capacidad de carga estática	
(a)	Menor que 8000 kg	
(b)	8000 kg	
5	Superficie de carga (cantidad de tablas)	
(a)	Con menos o más de cinco tablas	
(b)	Con cinco tablas	
6	Superficie inferior	
(a)	No reversible	
(b)	Reversible	
TOTAL		
<b>Nota</b>	Adicionalmente se debe tener en cuenta: (a) Garantía de durabilidad de la paleta en años (b) Defectos críticos (como fuera de escuadra, tablas agrietadas, falta de tornillos, irregularidades en la superficie y que no sobresalgan tornillos)	

**Tabla No. 3.7:** Parámetros constructivos y tecnológicos a tener en cuenta por el cliente en la adquisición de paletas de madera (1200 × 1800) mm.

No.	Aspectos a evaluar	Gradación (puntos)
1	Elementos de apoyo	
(a)	Con tres largueros y acceso por dos lados	
(b)	Con tres largueros y acceso de equipos de manipulación por los cuatro lados	
(c)	Con nueve tacos, pero fuera de la norma	
(d)	Con nueve tacos (147 × 147 × 72) mm	
2	Elementos de fijación	
(a)	Puntillas lisas	
(b)	Puntillas helicoidales	
3	Capacidad de carga dinámica	
(a)	Menor que 1000 kg	
(b)	1000 kg	
4	Capacidad de carga estática	
(a)	Menor que 4000 kg	
(b)	4000 kg	
5	Superficie de carga (cantidad de tablas)	
(a)	Menos de siete tablas	
(b)	Más de siete tablas	
(c)	Siete tablas	
6	Superficie de carga (dimensiones de las tablas)	
(a)	Fuera de Norma	
(b)	Según la Norma (NC 91-11:82) - Cinco tablas de (1200 × 97 × 21) mm - Dos tablas de (1200 × 147 × 21) mm	
7	Superficie del piso inferior	
(a)	Sin chaflán	
(b)	Con chaflán	
	TOTAL	
<b>Nota</b>	Adicionalmente se debe tener en cuenta: (a) Garantía de durabilidad de la paleta en años (b) Defectos críticos (como fuera de escuadra, tablas sueltas, tablas agrietadas, clavos salientes, irregularidades de la superficie y falta de chaflán en las tablas inferiores) (c) Otros aspectos también incluidos en la Norma (NC 91-11:82)	

**Tabla No. 3.8:** Parámetros constructivos y tecnológicos a tener en cuenta por el cliente en la adquisición de paletas de madera (1000 × 1200) mm.

En la valoración de los parámetros constructivos y tecnológicos de estantería para carga fraccionada, convencional para paletas y por acumulación, la gama de elementos constructivos y tecnológicos a tener en cuenta para la adquisición más adecuada de las mismas se refleja en las Tablas No. 3.9, No. 3.10 y No. 3.11, respectivamente.

Algunos de estos elementos pueden tener un mayor valor (puntos) según la distribución en planta requerida y si se adquiere la estantería para una sola instalación o para varias.

No.	Aspectos a evaluar	Gradación (puntos)
1	Elementos de fijación	
(a)	Soldada	
(b)	Tornillos, tuercas y arandelas	
(c)	Ajustable (arma rápido)	
2	Elementos intercambiables (facilidad en los montajes y disminución de la cantidad de elementos faltantes o sobrantes)	
(a)	La misma bandeja en cualquier módulo	
	- Si	
	- No	
(b)	La misma columna (bastidor) en cualquier módulo	
	- Si	
	- No	
(c)	El mismo enganche en cualquier módulo	
	- Si	
	- No	
3	Posibilidad de conformar esquineros (incrementa la capacidad de almacenamiento)	
(a)	Si	
(b)	No	
4	Cantidad de elementos diferentes que la conforman. A menor cantidad de elementos diferentes puede lograrse mayor facilidad en los montajes y disminuye la cantidad de elementos faltantes o sobrantes.	
(a)	Más de 12	
(b)	Entre 7 y 11	
(c)	Menos de 6	
5	Posibilidad de suministrar por elementos y no solamente por módulo	
(a)	Si	
(b)	No	
	TOTAL	
6	Posibilidad de altura de la columna o bastidor	(Excluyentes)
7	Resistencia de las bandejas	
8	Resistencia de la columna o bastidor	
9	Posibilidades de ancho de las bandejas	(Se evalúa en el precio por metro cuadrado de bandeja)
(a)	De 30-40 cm	
(b)	De 60-80 cm	
10	Material con que están conformadas	
(a)	Aluminio	
(b)	Acero galvanizado	
(c)	Acero pintado	
(d)	Otras	
11	Largo de la bandeja (en función de más o menos bastidores)	

**Tabla No. 3.9:** Parámetros constructivos y tecnológicos a tener en cuenta por el cliente en la adquisición de estantería para carga fraccionada.

No.	Aspectos a evaluar	Gradación (puntos)
1	Elementos de fijación	
(a)	Soldada	
(b)	Tornillos, tuercas y arandelas	
(c)	Ajustable (arma rápido)	
2	Ancho de la columna o bastidor (970 a 980 mm)	
(a)	Si	
(b)	No	
3	Longitud del larguero	
(a)	1400 mm	
(b)	2700 mm (+ / - 10)	
(c)	4000 mm (- 10)	
4	Cantidad de elementos que la conforman, mientras menos mejor (facilidad en los montajes y disminuye la cantidad de elementos faltantes o sobrantes)	
(a)	Menos de	
(b)	Más de	
5	Resistencia de los largueros brindando opciones para:	
(a)	1 tonelada (para una paleta de (1000 × 1200)mm por alojamiento)	
(b)	2 toneladas (para dos paletas de (1000 × 1200)mm por alojamiento)	
(c)	4 toneladas (para tres paletas de (1000 × 1200)mm por alojamiento o dos de (1200 × 1800)mm)	
6	Posibilidad de suministrar por elementos y no solamente por módulos	
(a)	Si	
(b)	No	
7	Elementos adicionales que se ofertan	
(a)	Refuerzos transversales para evitar pandeo de la paleta	
(b)	Protectores laterales y frontales - Como parte de la estantería - Adicionalmente a la estantería	
(c)	Separadores entre filas dobles - De 100 mm - De 150 mm - De 200 mm	
(d)	Niveladores	
	Si	
	No	
	TOTAL	
8	Posibilidad de altura de la columna o bastidor	(Excluyentes)
9	Resistencia de la columna o bastidor	
10	Material con que están conformadas	(Se evalúa en el precio por paleta almacenada)
(a)	Acero pintado	
(b)	Otras	

**Tabla No. 3.10:** Parámetros constructivos y tecnológicos a tener en cuenta por el cliente en la adquisición de estantería convencional para paletas.

No.	Aspectos a evaluar	Gradación (puntos)
1	Elementos de fijación	
(a)	Tornillos, tuercas y arandelas	
(b)	Ajustable (arma rápido)	
2	Cantidad de elementos que la conforman, mientras menos mejor (facilidad en los montajes y disminuye la cantidad de elementos faltantes o sobrantes)	
(a)	Menos de	
(b)	Más de	
3	Elementos adicionales que se ofertan como los	
(a)	Protectores laterales y frontales - Como parte de la estantería - Adicionalmente a la estantería	
(b)	Niveladores	
	- Si	
	- No	
4	Posibilidad de altura de la columna o bastidor	(Excluyentes)
5	Resistencia de la columna o bastidor	
6	Material con que están conformadas	(Se evalúa en el precio por paleta almacenada)
(a)	Acero inoxidable	
(b)	Acero pintado	
(c)	Otras	

**Tabla No. 3.11:** Parámetros constructivos y tecnológicos a tener en cuenta por el cliente en la adquisición de estantería por acumulación.

### 3.3 Equipos y medios para la manipulación e izaje

Los equipos para la manipulación e izaje de las cargas responden a la necesidad de manipular grandes volúmenes de mercancías en un reducido tiempo. En general poseen una amplia movilidad, lo que les permite también trasladarse horizontalmente, liberando una gran parte del trabajo manual y aumentando la productividad del trabajo.

#### 3.3.1 Generalidades de los equipos y clasificación de los montacargas

El montacargas es el equipo más generalizado en la actividad de manipulación e izaje de las cargas. Sus características han ido evolucionando progresivamente, aumentando con ello cada vez más el aprovechamiento del área y el volumen del almacén, debido a la reducción del área de pasillos de trabajo y al incremento de la capacidad de elevación del mismo. Es el equipo más flexible en los procesos de carga, almacenamiento y descarga, influyendo su empleo en la eficiente explotación de los almacenes y medios de transporte terrestres y marítimos, por lo que su correcta selección tiene una gran repercusión económica. Para su utilización racional deben ser seleccionados atendiendo a sus características de diseño, siendo las más importantes: la fuente de energía, radio de giro, altura de izaje (altura máxima de elevación) y capacidad de carga.

Los montacargas se pueden clasificar atendiendo a las diferentes características antes mencionadas y también según la forma de tomar la carga:

- Frontales.
- Laterales.
- Trilaterales.
- Seleccionadores de Pedidos.
- Combinados, ejemplos:
  - Seleccionadores y frontales.
  - Seleccionadores y bilaterales.
  - Seleccionadores y trilaterales.
- De 4 vías.

### 3.3.2 Parámetros de explotación fundamentales para la selección del montacargas

Los montacargas constituyen uno de los elementos esenciales para el diseño tecnológico de un almacén y se seleccionan por diferentes características y parámetros de explotación, como se señaló anteriormente, los fundamentales son: Fuente de energía, radio de giro, altura de izaje (altura máxima de elevación) y capacidad de carga.

Todos ellos deben ser considerados en la proyección de la tecnología de almacenamiento y en mayor o menor medida es necesario tenerlos en cuenta permanentemente por los operadores para su correcta explotación.

- *Fuente de energía*
  - *Montacargas de combustión interna*, se utilizan para:
    - Almacenes abiertos y/o muy ventilados o en exteriores donde los gases escapen rápidamente.
    - Pisos deficientes, ya que las anchas bandas de sus ruedas permiten más agarre y amortiguación.
    - Pisos con grandes pendientes, mayores del 10%.
    - Régimen de trabajo con recorridos largos.
    - Trabajo a la intemperie.
    - Lugares donde no hay energía eléctrica.
  - Estos equipos no se deben utilizar donde estén almacenados líquidos o gases combustibles o inflamables, así como tampoco en almacenes para explosivos y alimentos.
  - *Montacargas eléctricos*, se utilizan en:
    - Almacenes cerrados y poco ventilados.

- Recorridos cortos.
- Suelos lisos y pulidos, con pendientes menores del 10%.

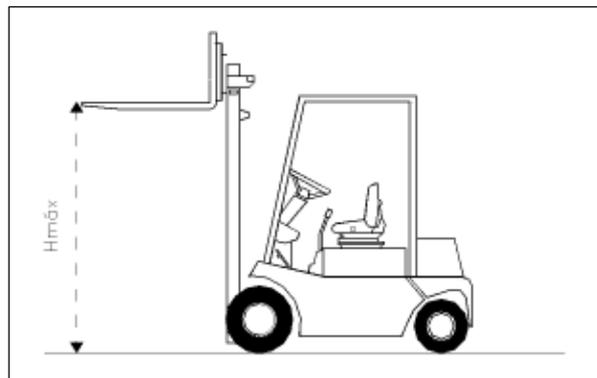
□ *Radio de giro*

El radio de giro del montacargas determina el pasillo de trabajo a utilizar en un almacén, pero siempre teniendo en cuenta las dimensiones del medio unitarizador o de la carga a manipular.

□ *Altura de izaje (altura máxima de elevación)*

La altura de izaje es la distancia desde el piso hasta las horquillas cuando el mástil está totalmente desplegado en su posición vertical (ver Figura No. 3.1 señalado por  $H_{m\acute{a}x}$ ), este parámetro se relaciona con el de la capacidad de carga, dado por la disminución de ésta a medida que se incrementa la altura de izaje.

En el caso de la altura de izaje también debe tenerse en cuenta el saliente inferior del almacén (cercha, luces, etc.) y la altura de las estanterías y de las estibas directas, condicionadas estas últimas por la resistencia de los embalajes y de los medios unitarizadores.



**Figura No. 3.1:** Altura de izaje

□ *Capacidad de carga*

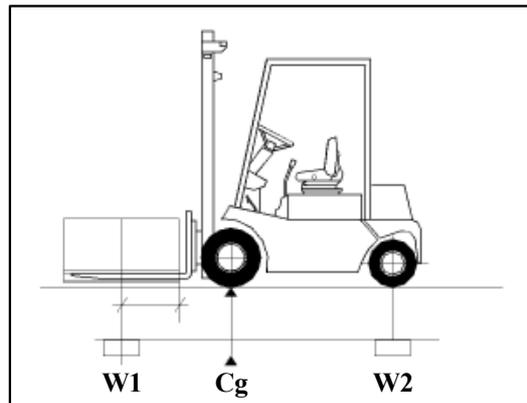
La capacidad de carga se ve afectada en primer lugar por la conformación de la carga y su centro de gravedad, que condicionan finalmente la estabilidad del montacargas.

Como se ve en la Figura No. 3.2, las ruedas delanteras del montacargas actúan como punto de pivote, donde tienden a equilibrarse el contrapeso sobre el eje trasero ( $W_1$ ) y la carga sobre las horquillas ( $W_2$ ). Por eso debe tenerse cuidado para no alterar el equilibrio en relación con el centro de carga.

Si el peso de la carga excede la capacidad máxima del montacargas o incluso cuando el peso de ésta sea inferior (pero se coloca indebidamente muy separada de la parrilla protectora), las ruedas traseras tienden a levantarse por un desplazamiento del centro

de carga y (sobre el efecto del principio de la palanca) el volante de dirección no se puede girar. Este estado es muy peligroso para el operador, la carga y el montacargas.

Por lo antes expuesto, la capacidad de carga de un montacargas se especifica siempre dando no sólo el peso máximo que puede elevar, sino también la distancia máxima entre el centro del peso de la carga y la parrilla protectora. Esta distancia se conoce como centro de gravedad de la carga (ver en la Figura No. 3.2 que está señalado por Cg).



**Figura No. 3.2:** Capacidad de carga

### 3.3.3 Otros parámetros de explotación y técnicos para la selección del montacargas

Existen otros parámetros de explotación, además de los explicados en el acápite anterior, que deben tenerse en cuenta para la selección de los montacargas, estos son:

- Montacargas con tres puntos de apoyo, para menor radio de giro y por ende se reduce el pasillo de trabajo.
- Desplazamiento lateral de las horquillas, para una operación más fácil y rápida.
- Largo de la horquilla, según el tipo (tamaño) de carga a manipular.
- Mástil invertido, para operar en el interior de contenedores.
- Ruedas macizas o neumáticas.
- Altura o forma del protector para el operador, para entrar en un túnel de estantería por acumulación.
- Señales lumínicas y sonoras en la operación (diferentes tipos).
- Cámara de video en la horquilla o cerca de ella, con display (monitor) en la cabina del operador.
- Marcador de elevación de las horquillas en la cabina del operador.
- Pesaje asociado a las horquillas.

Adicionalmente a los parámetros para la explotación, en la selección de los montacargas se deben evaluar también un grupo de parámetros técnicos, como son:

- Tipo de batería y cargador.
- Carburador.
- Dirección hidráulica.
- Sistema de amortiguación.
- Contrapeso.
- Características ergonómicas.

### 3.3.4 Medios auxiliares de manipulación

Se consideran dentro de este concepto aquellos medios que de forma complementaria a los equipos para la manipulación e izaje se emplean en almacenes para poder acceder a las localizaciones de productos y para el traslado de mercancías en el plano horizontal fundamentalmente.

#### □ *Transpaletas*

Las transpaletas, que pueden ser eléctricas o hidráulicas, son el complemento de los equipos de manipulación e izaje fundamentalmente para los traslados (en la horizontal) de unidades de carga paletizadas, que son elevadas sólo a 5 ó 10 cm del piso.

Estos medios auxiliares brindan gran movilidad desde las zonas de recepción hacia las áreas de almacenamiento y desde estas hacia las de despacho. También, en el caso de las tiendas, se emplean para la recepción y para el traslado de las cargas desde el almacén hasta el piso de venta.

La capacidad de carga de las transpaletas oscila por lo general entre 1 t y 2,5 t. Para seleccionar la transpaleta, además de la capacidad de carga, deben considerar sus dimensiones (largo y separación de las horquillas) en correspondencia con las características de las cargas a manipular y sin olvidar que la paleta de intercambio generalizada en Cuba es de (1000 × 1200) mm.

#### □ *Carretillas*

Otro de los medios auxiliares para la manipulación que garantizan el traslado de mercancías son las carretillas de dos, tres o cuatro ruedas. Las carretillas de 3 ó 4 ruedas pueden contar con uno o varios niveles (bandejas) para productos con diferentes características de envases y para diferentes surtidos a la vez.

#### □ *Escaleras*

Es uno de los medios auxiliares para la manipulación que más se emplean en almacenes de distribución para diferentes funciones, especialmente para los despachos fracciona-

dos que caracterizan la satisfacción de los pedidos de tiendas y a su vez son los más demandados, con independencia de la carencia o no de equipos de manipulación e izaje.

El empleo de escaleras está casi siempre asociado a diferentes alturas. En un almacén de acuerdo a la estratificación necesaria de las mercancías con la finalidad de su ubicación por niveles y en diferentes áreas del almacén y teniendo en cuenta el movimiento de las mismas, las necesidades de manipulación deben solucionarse con la familia de escaleras que responda a diferentes alturas y no se debe utilizar siempre la de mayor altura ya que generalmente estas son de mayor peso, costo y complejidad para su operación y maniobrabilidad.

### **3.3.5 Otros equipos y medios auxiliares para la manipulación e izaje**

Existen soluciones tecnológicas basadas en equipos de manipulación e izaje, tales como montacargas, grúas, transelevadores, etc. que pueden llegar a conformar sistemas de manipulación y almacenamiento semiautomáticos y automáticos.

Existen también equipos especializados para la manipulación de contenedores, como montacargas de 20 toneladas o más, Stradel Carrier, camión con aditamento (llamado en Cuba “Cangrejo”) y los juegos de gatos hidráulicos de diferentes tipos.

Otros equipos para la manipulación e izaje son: diferentes tipos de grúas (pórtico, torre, puente, apiladoras, sobre camión, etc) y transelevadores. Adicionalmente existen varios tipos de transportadores (chaparras) y diferenciales.

En ocasiones, para suplir la ausencia de equipos especializados para la conformación de pedidos, se acopla temporalmente a los montacargas frontales. una cabina para despachos.

Con el objetivo de salvar las diferencias de altura entre los andenes y la plataforma de carga de los camiones existen diferentes tipos de niveladores de andén.

A los montacargas se le pueden adicionar aditamentos con el fin de manipular con más eficiencia algunos tipos de carga. Los aditamentos no son de uso universal, ya que el parámetro “capacidad de carga” genera otros, como son: masa propia, dimensiones y presión, los cuales tienen que armonizar con los del montacargas a emplear. Por esta razón los aditamentos se pueden utilizar sólo en los montacargas con parámetros compatibles a ellos.

## **3.4 Tecnología de almacenamiento**

La tecnología de almacenamiento abarca fundamentalmente la forma de conservación de los inventarios, las operaciones de transportación interna e izaje, los sistemas de almacenamiento, el desplazamiento de los flujos de carga y la mecanización o automatización.

### 3.4.1 Generalidades sobre la tecnología de almacenamiento

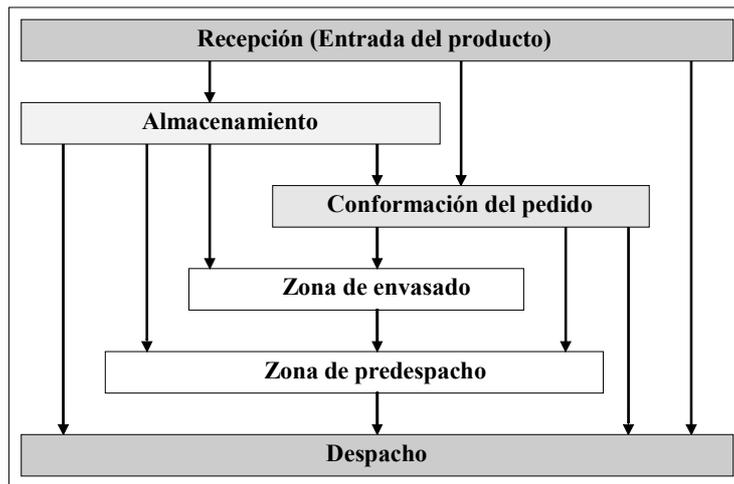
La tecnología seleccionada para cada almacén debe garantizar un conjunto de actividades en él, las que se desarrollan según las características de las cargas que se almacenan, la construcción del almacén, las formas en las que se reciben y expiden las cargas y los medios de transporte utilizados (accesos automotor, ferroviario, etc.). Este conjunto de actividades generalmente se desarrolla en el siguiente orden:

- Recepción
  - Descarga de los medios de transporte en que se reciben.
  - Control cuantitativo y cualitativo de las cargas recibidas.
  - Preparación para el almacenamiento, paletización, fraccionamiento de las cargas, etc.
- Almacenamiento
  - Colocar los productos en los medios de almacenamiento.
  - Abarca el período en el cual los productos permanecen conservados adecuadamente.
  - Extraer los productos de los medios de almacenamiento.
- Despacho
  - Completamiento de los pedidos y servicios técnico-productivos asociados.
  - Acondicionamiento de los productos para ser despachados (documentos, pesaje, conteo, etc.).
  - Carga de los equipos de transporte con los productos para el cliente.

En la Figura No. 3.3 (ver Daduna 2004) se pueden apreciar las mismas con una visión más integral y general, al graficarse diferentes variantes, que tienen también su influencia en la tecnología de almacenamiento. Debe señalarse que en muchos almacenes la conformación del pedido está prácticamente unida a la zona de predespacho.

La tecnología de almacenamiento se puede clasificar en formas diferentes. Una de ellas es el *nivel de mecanización* (NM), que es un indicador técnico-económico y se calcula dividiendo la cantidad de operaciones mecánicas entre el total de las operaciones que se realizan (mecánicas y manuales) en el almacén. Según el NM la tecnología de almacenamiento se puede clasificar en:

- *Tecnología manual*: Se realizan todas las operaciones de forma manual o con el auxilio de equipos de poca complejidad tales como: escaleras, carretillas de 2 y 3 ruedas. Las cargas se colocan, generalmente, en gaveteros, casilleros o en estibas directas sin el uso de medios unitarizadores. Esta tecnología es usual para el almacenamiento de pequeñas cantidades (cargas fraccionadas).



**Figura No. 3.3:** Estructura funcional de los procesos asociados al almacenamiento

- *Tecnología semimecanizada:* Una parte de las operaciones se realizan de forma manual y otra de forma mecanizada. Estas últimas corresponden, generalmente, a las de carga y descarga, empleándose para ello esteras transportadoras de banda, de rodillo, montacargas frontales, gúinches y otros. Como medio para el almacenamiento se emplean ocasionalmente las paletas, las tarimas y las cargas se colocan en estiba directa o se fraccionan en estantes de carga fraccionada, casilleros y otros.
- *Tecnología mecanizada:* Las operaciones se realizan, fundamentalmente, de forma mecanizada incluyendo las operaciones de carga, descarga, transporte interno y almacenamiento de las mercancías. Se emplean para ello montacargas de diferentes tipos, entre ellos: frontales, retráctiles, selectores de pedidos y trilaterales. Son empleados también grúas apiladoras, transelevadores y otros equipos auxiliares, así como también se desarrolla el uso de aditamentos para el agarre de las cargas.  
Se emplean medios unitarizadores: Paletas planas, paletas cajas, autosoportantes y otros. En esta tecnología es difundido el uso de estanterías por acumulación, convencional (selectiva) para paletas y de carga fraccionada en dependencia del método de almacenamiento seleccionado.
- *Tecnología semiautomatizada:* Una parte de las operaciones se realizan con equipos mecánicos y en otra parte se utilizan equipos de computación.
- *Tecnología automatizada:* Las operaciones se realizan, fundamentalmente, a través de mandos programados. El equipamiento está basado en transelevadores para cargas unitarias o fraccionadas, estanterías y medios unitarizadores. Se desarrollan en la actualidad sistemas robotizados para la realización de las diferentes actividades del almacén.

### 3.4.2 Elementos que componen la tecnología de almacenamiento

Todo sistema es un conjunto compuesto de dos o más elementos relacionados entre sí y la tecnología de almacenamiento no es una excepción, ya que está formada por 7 elementos fundamentales, que son: los medios para el almacenamiento, los equipos para la manipulación, las áreas del almacén, el flujo de las cargas, los procedimientos funcionales, las formas de almacenamiento y el control de ubicación y localización de los productos en el almacén.

- *Los medios para el almacenamiento.* Constituyen uno de los elementos que componen la tecnología de almacenamiento y se encuentran divididos en dos grandes grupos: las estanterías y los medios unitarizadores. Se diferencian fundamentalmente entre sí en que los primeros son elementos diseñados para ubicarse fijos en un lugar determinado, mientras que los segundos cumplen la doble función de medio para almacenar y para transportar y se diseñan para ser manipulados.
- *Los equipos para la manipulación e izaje.* En una empresa industrial la capacidad de los equipos instalados es una de las limitantes fundamentales en el proceso de producción. En los almacenes este papel lo asumen los equipos de manipulación e izaje, pues de su capacidad de izaje, posibilidad de elevación y radio de giro (pasillo de trabajo) depende la eficiencia de la tecnología de almacenamiento.
- *Las áreas del almacén.* En el almacén existen diferentes áreas, en las cuales se desarrollan las operaciones inherentes a los procesos de almacenamiento y manipulación. En los almacenes se pueden señalar, entre otras, las siguientes: área de almacenamiento, área de recepción y entrega, pasillos de trabajo y pasillos de tránsito. Las áreas del almacén varían en sus dimensiones y tipos en función de varios factores, los más determinantes son:
  - Estructura de los despachos y recepciones.
  - Nivel de la circulación mercantil.
  - Características de los productos y de los equipos.
  - Grado de masividad.
- *El flujo de las cargas.* Es el movimiento de la mercancía desde su arribo al almacén hasta su salida, pasando por las diferentes zonas del almacén en las cuales se realiza la recepción, el almacenamiento y el despacho. Los factores que más pesan en la determinación del flujo de las cargas son:
  - La distribución en planta.
  - La estructura de las recepciones y los despachos.
  - El grado de masividad y la rotación de los productos.

- *Los procedimientos funcionales.* Se le da esta denominación para una mejor comprensión a todo lo relacionado con el flujo y contenido de la información llamada contable (tarjetas de identificación del producto, tarjeta de estiba, modelos de inventarios y estadísticas, documentos para la recepción y para el despacho, etc.).
- *Las formas de almacenamiento.* Este es uno de los elementos a considerar en la concepción de la tecnología de los almacenes, y consiste en lograr la colocación más racional de los productos en las instalaciones actuales o a proyectar, con destino a su almacenamiento.  

Estas formas de colocar las cargas en el almacén tienen como premisa la necesidad que existe de tener acceso directo o no a todas las cargas, independientemente de su peso y dimensiones, necesidad impuesta por las características propias de la forma y tamaño de los despachos. Ante esta disyuntiva de la accesibilidad a las cargas hay dos alternativas fundamentalmente:

  - Con acceso directo a todas las cargas (almacenamiento selectivo).
  - Sin acceso directo a todas las cargas (almacenamiento masivo).
- *El control de ubicación y localización de los productos en el almacén.* El conocimiento del lugar en que se debe ubicar un producto, o el lugar o lugares donde se puede localizar, tiene una influencia importante en la eficiencia de la operación de un almacén.

En el tema se han tratado someramente los principales elementos que deben tenerse en cuenta y analizarse para definir la tecnología de almacenamiento, es bueno aclarar que ninguno de ellos, por sí solo, puede dar toda la visión de conjunto necesaria para un proyecto, ya que ninguno es absoluto y el ignorar o subestimar cualquiera de los mismos traería como consecuencia que alguno de los elementos que componen la tecnología no se corresponda con el resto. De ahí la importancia del análisis integral de todos los elementos y sus interrelaciones.

### **3.4.3 Factores determinantes en la tecnología de almacenamiento**

Para la correcta selección y proyección de una tecnología de almacenamiento, además de las características del producto y su envase o embalaje, y los parámetros constructivos del almacén, es necesario tener en cuenta otros factores, derivados del movimiento de los productos. Entre los fundamentales se deben mencionar los siguientes: el volumen y la estructura de las recepciones y de los despachos, el índice de rotación y el grado de masividad.

#### **□ El volumen y la estructura de las recepciones y los despachos**

La forma en que los productos llegan al almacén, y la forma en que deben salir, son el vínculo que enlaza el proceso tecnológico interno con los procesos externos y son

condiciones que se imponen al funcionamiento de cualquier almacén, ya sea de productos terminados de una fábrica, de un puerto o de una red de almacenes distribuidores, influye en determinar la tecnología que debe tenerse en cuenta para ser capaz de satisfacer estos requerimientos.

En un almacén los movimientos internos se producen en el momento en que los productos llegan al almacén y hay que colocarlos en las zonas de almacenamiento y cuando hay que extraerlos de esas mismas zonas para despacharlos hacia sus respectivos destinos.

Existe una diferencia notable en los movimientos que se generan a partir de la recepción y de los despachos. Por lo general los productos llegan al almacén en grandes cantidades de un mismo surtido, por lo que se puede manipular una cantidad considerable de productos en un solo movimiento.

Por el contrario los despachos pueden realizarse de variadas formas según sea la categoría del almacén dentro del contexto de la economía: nacional, central, territorial, etc. Lo más común es que los despachos se formen con distintos surtidos. De esta forma cuando el pedido estructurado como anteriormente se señala llega al almacén, se procede a preparar el despacho, para el completamiento del cual deben realizarse una serie de movimientos a las distintas estibas con el fin de seleccionar y extraer los surtidos demandados.

Por lo tanto, para la conformación de un despacho siempre se hacen más recorridos que en la preparación de la recepción, por lo que se debe realizar un estudio cuidadoso para colocar los productos en las estibas de manera que productos afines (en relación a los despachos) sean colocados lo más cerca posible uno de otro, de manera de hacer lo más racionales posibles los recorridos y por ende la tecnología como tal.

Otro criterio importante es el de la frecuencia de venta; hay productos de una gran demanda, que imponen un ritmo de trabajo intenso a la tecnología, y otros que por el contrario son productos de bajo nivel de movimientos. En el momento de colocarlos en las estibas del almacén deben considerarse estos elementos para lograr una mayor eficiencia en el despacho.

Para poder tener esos datos de forma fidedigna, hay que realizar un amplio estudio estadístico de los despachos realizados y preparar series históricas, que de forma automatizada agrupe los productos por su afinidad y frecuencia de salida.

En la medida que las cargas se fraccionen más en el despacho en relación con la unidad de carga almacenada, o que en cada despacho sea mayor la cantidad de surtidos a entregar, será mayor el área de completamiento y formación de pedidos. Lo mismo sucede con el área de recepción de los productos, ya que mientras mayor sea la diferencia

entre la forma de almacenamiento y la forma en que arriban los productos, mayor es la necesidad de área de recepción y preparación para el almacenamiento.

Adicionalmente puede señalarse que:

- La recepción es el punto de partida de los productos en el ciclo de almacenamiento y la forma en que estos arriban al almacén influye en su posterior circulación por las diferentes áreas y en las restantes operaciones que tienen que ejecutarse. La carga puede llegar unitarizada, fraccionada, en tanques, en carretes, etc.; cada una de estas formas conllevan un tratamiento diferenciado y un recorrido específico.
- El despacho es la última operación en el ciclo de almacenamiento y ocurre en el momento en que el producto se envía a otro destino. La forma en que las cargas deben prepararse para su expedición también influye notablemente en las operaciones que deben realizarse antes de su entrega.

Por todo lo anteriormente expuesto se puede apreciar la importancia de la forma en que se reciben y despachan los productos y la frecuencia de los arribos y salidas de los mismos, debiéndose priorizar en la mayoría de los casos la forma y frecuencia de los despachos.

#### □ **El índice de rotación**

El índice de rotación ofrece un indicador cuantitativo general o específico de cada producto, que sirva de referencia para medir la renovación del inventario. Tiene el sentido práctico de indicar “cuantas veces ha sido renovada la existencia de un producto en un período dado”. Se acostumbra a expresar como el cociente entre la salida de productos del almacén y la existencia media en igual período.

La rotación influye en la selección y cálculo de los equipos de manipulación, en la determinación del flujo de las cargas, y también en la relación del tamaño de las distintas áreas del almacén.

Mediante la cantidad de rotaciones se puede conocer si se está en presencia de un almacén de tránsito o no y se podrá inferir si es conveniente establecer flujo longitudinal o transversal, así como la cantidad y distribución de las puertas en el almacén.

#### □ **El grado de masividad**

Expresa la relación entre el volumen de productos que debe almacenarse y los surtidos que componen dicho volumen, la unidad sería  $m^3/\text{surtidos}$ . Mientras más bajo sea el grado de masividad, significa más cantidad de surtidos en un volumen dado. Este factor es determinante para definir la forma de almacenamiento a seleccionar.

### 3.4.4 Formas fundamentales de almacenamiento

Una adecuada selección de la forma de almacenamiento de los productos permite lograr el equilibrio necesario, entre el aprovechamiento del volumen del almacén y el acceso a los diferentes surtidos. Partiendo de lo anteriormente expuesto la clasificación de las formas de almacenamiento se resume en dos grandes grupos: almacenamiento selectivo (con acceso directo a todas las cargas) y el almacenamiento masivo (sin acceso directo a todas las cargas). Ello se puede apreciar en la Tabla No. 3.12.

Acceso a las cargas	Tipo de almacenamiento	Tipo de carga	①	Descripción de las soluciones de almacenamiento
Con acceso directo a todas las cargas	Estático	Carga fraccionada	C	Estantería para carga fraccionada a un solo nivel (sin doble piso)
			C	Estantería para carga fraccionada a dos niveles (con doble piso)
			C	Estantería para carga fraccionada (cargas largas)
		Carga unitarizada	C	Estantería para dos o tres medios unitarizadores
			E	Estantería para cargas largas unitarizadas
			E	Estantería para carga fraccionada con desplazamiento y un solo pasillo
	Dinámico (con movimiento de las estanterías)	Carga fraccionada	E	Estantería para carga fraccionada con movimiento horizontal (tipo carrusel)
			E	Estantería para carga fraccionada con movimiento vertical (tipo estrella)
			E	Estantería automatizada para cargas fraccionadas en pequeños envases
Sin acceso directo a todas las cargas	Estático	Carga unitarizada	C	Estiba directa en filas de medios unitarizadores
			C	Estiba directa en bloques de medios unitarizadores
			C	Estantería por acumulación (Drive-in)
			C	Estantería por acumulación pasante (Drive-through)
			E	Estantería por acumulación con rodillos o carritos en un plano inclinado (Stacking)
			E	Estantería por acumulación pasante con rodillos o carritos en un plano inclinado (Run through / roll conveyor)
			E	Estantería por acumulación pasante con accionamiento motorizado mediante rodillos o cadenas (Run through / roll cars)
Leyenda: ① Clasificación según sea convencional (C) o especializada (E)				

**Tabla No. 3.12:** Formas de almacenamiento según el acceso a las cargas, con posibles soluciones de almacenamiento

#### ❑ Almacenamiento selectivo

Garantiza el acceso directo a cada surtido (unitarizado o no) permitiendo la adecuada selectividad de los productos. En este grupo están incluidas dos formas con características tecnológicas diferentes, que son:

- *Con acceso directo a las cargas unitarizadas.* La aplicación de esta forma exige la utilización de estanterías, fundamentalmente la convencional para paletas, donde se colocan los productos en medios unitarizados o directamente, lo cual está en dependencia de sus características o las de su envase. Las estanterías convencionales para paletas están diseñadas para ser colocadas en filas sencillas o dobles, de manera que sus alojamientos colinden por un lado con los pasillos de trabajo para los equipos de manipulación e izaje, garantizando el acceso directo a las cargas y permitiendo una correcta utilización de la altura de la instalación.
- *Con acceso directo a las cargas fraccionadas.* Esta forma permite el acceso directo a los productos cuyo peso, volumen y cantidad por surtido permitan o requieran su selección manual. Es posible la utilización de estanterías con manipulación manualmente pura o semimecanizada, siendo necesario en ambos casos tener presente las áreas de trabajo en cuanto a las distancias a recorrer; cuando se utilice la manipulación manualmente pura, es conveniente emplear dos niveles de estanterías, mediante la construcción de un entrepiso para obtener una mayor utilización de la altura del almacén, cuando los productos se almacenan en estructuras altas o en paletas cajas se recomienda el empleo de equipos especializados y por tanto la manipulación semimecanizada.

En el almacenamiento selectivo se puede señalar el uso de los siguientes medios de almacenamiento:

- Estanterías para carga fraccionada con operación y traslado manual o con selección manual y traslado mecanizado con equipos seleccionadores de pedidos.
- Estanterías para cargas unitarizadas operadas con equipos mecánicos o automáticos.
- Estanterías móviles de almacenamiento compacto y desplazamiento horizontal operadas manual o mecanizadamente.
- Estanterías móviles de desplazamiento vertical, operadas mecánicamente con selección manual.

#### □ **Almacenamiento masivo**

No se garantiza el acceso directo a cada unidad de carga. Este almacenamiento es por lo general el más económico desde el punto de vista de la utilización del espacio, porque se logra mayor aprovechamiento del área y requiere (en algunos casos) menos medios para el almacenamiento.

Se utiliza cuando existen grandes cantidades de productos de un mismo surtido, por ejemplo en los almacenes portuarios donde generalmente se descargan grandes cantidades de una misma mercancía, en los almacenes de productos terminados de fábricas y en algunos casos, en los almacenes de materias primas que se consumen en grandes cantidades en una fábrica.

En este grupo están incluidas las formas de almacenamiento siguientes:

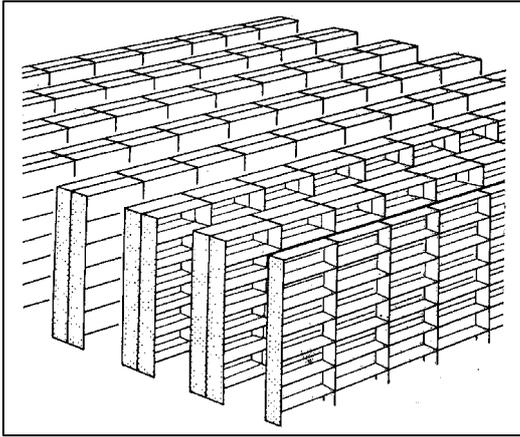
- *A granel*. Esta forma se utiliza con productos que tanto por sus características propias, como las de masividad, manipulación y transporte, permiten su almacenamiento a granel en grandes recipientes o instalaciones construídas para estos fines.
- *En estanterías por acumulación*. Se aplica esta forma cuando el envase o embalaje de los productos no permite una estiba directa estable, es económicamente más caro debido a un menor aprovechamiento de la capacidad de almacenamiento y a una mayor utilización de medios para el almacenamiento.
- *En estiba directa con o sin paletas*. Esta forma se aplica, por regla general, cuando se da una gran homogeneidad de los productos. Aunque los bloques de estibas pueden estar constituidos por un solo producto, es posible también, según el grado de homogeneidad de las cargas, almacenar un producto por fila y, si el bloque posee doble acceso, dos productos por fila. En estos casos, al igual que en el caso de que el bloque esté constituido por un solo producto, la cantidad de filas y profundidad de cada una o por tanto, las dimensiones del bloque, está determinada por los volúmenes asociados a los productos (inventario promedio), aunque en ambos casos deben establecerse límites lógicos atendiendo a una rotación adecuada de los productos y una mejor forma de operar los equipos de manipulación.

En estas formas se puede señalar el uso de los siguientes medios de almacenamiento:

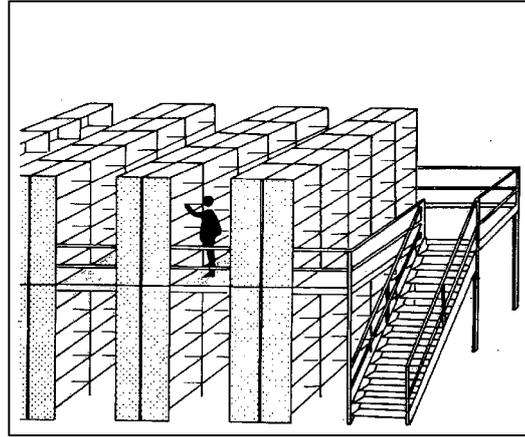
- Paletas, paletas con autosoportantes o paletas cajas.
- Estanterías por acumulación (Drive-in, Drive-through, etc.).
- Silos, naves especializadas, tanques, etc.
- Estanterías de transportadores activos o por gravedad.
- Además, el almacenamiento directo de bultos, bobinas, bidones, pacas, sacos, etc.

La incidencia de la masividad es tal en las formas de almacenamiento, que requiere un análisis cuidadoso, ya que en correspondencia con el grado de masividad que se obtenga queda indicada la forma de almacenamiento a utilizar.

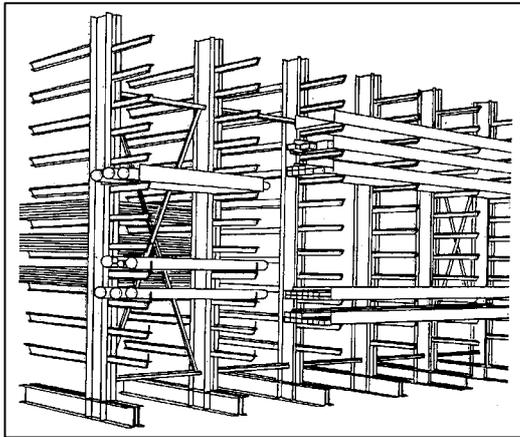
Un conjunto de posibles soluciones de almacenamiento se muestran en las Figuras desde la No. 3.4 . hasta la No. 3.19 (ver Daduna 2000a; Daduna 2000b; Torres Gemeil / Daduna / Mederos Cabrera / Martínez Rodríguez 2003).



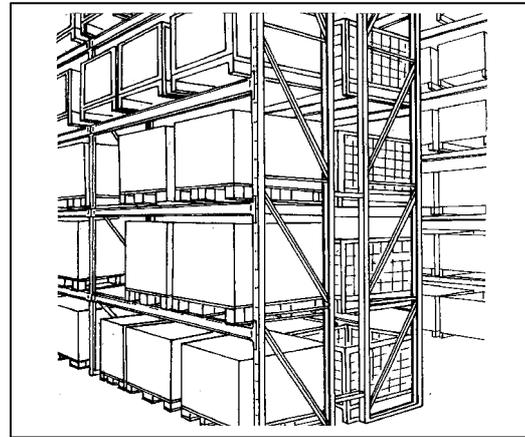
**Figura No. 3.4:** Estantería para carga fraccionada a un solo nivel (sin doble piso)



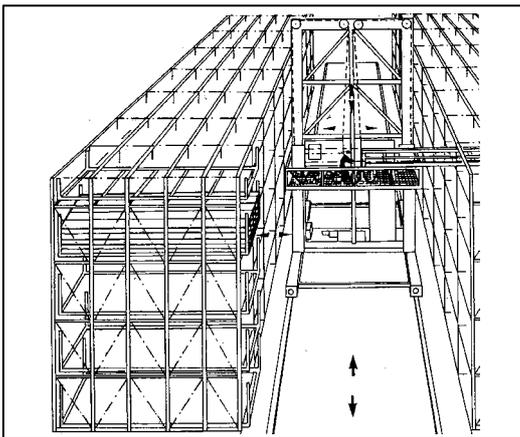
**Figura No. 3.5:** Estantería para carga fraccionada a dos niveles (con doble piso)



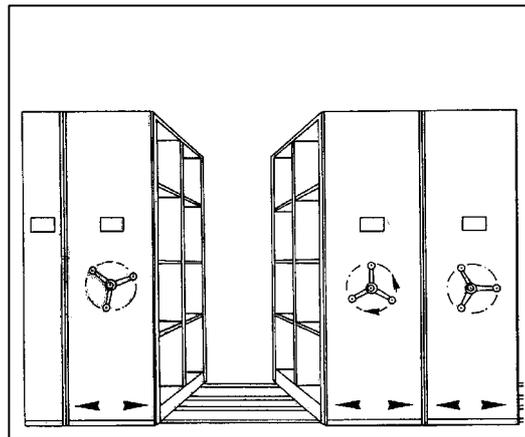
**Figura No. 3.6:** Estantería para carga fraccionada (cargas largas)



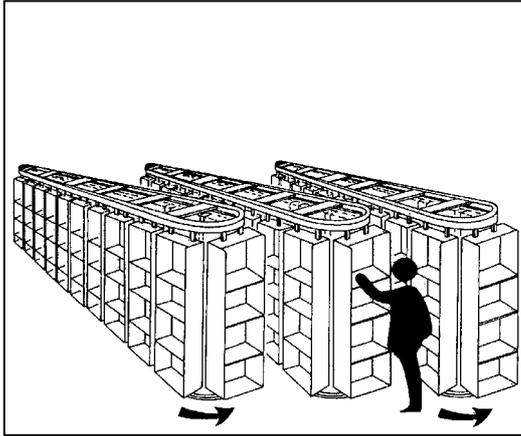
**Figura No. 3.7:** Estantería para dos o tres medios unitarizadores



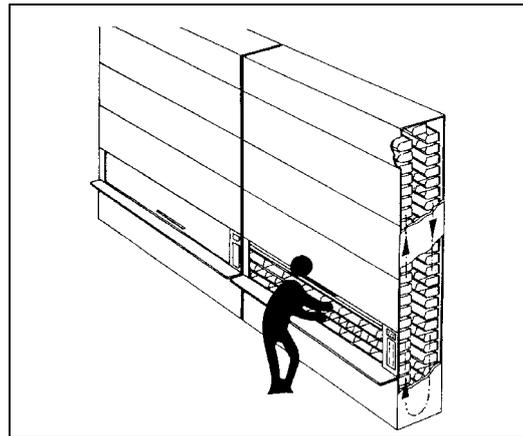
**Figura No. 3.8:** Estantería para cargas largas unitarizadas



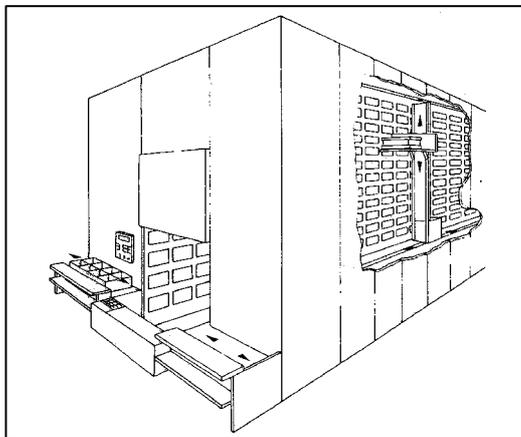
**Figura No. 3.9:** Estantería para carga fraccionada con desplazamiento y un solo pasillo



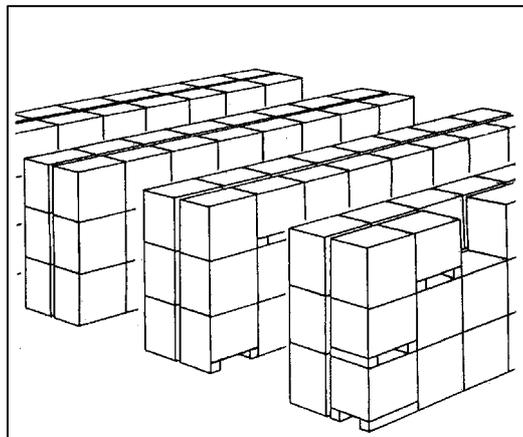
**Figura No. 3.10:** Estantería para carga fraccionada con movimiento horizontal (tipo carrusel)



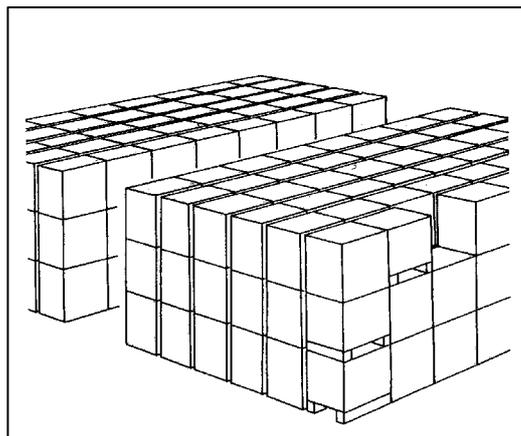
**Figura No. 3.11:** Estantería para carga fraccionada con movimiento vertical (tipo estrella)



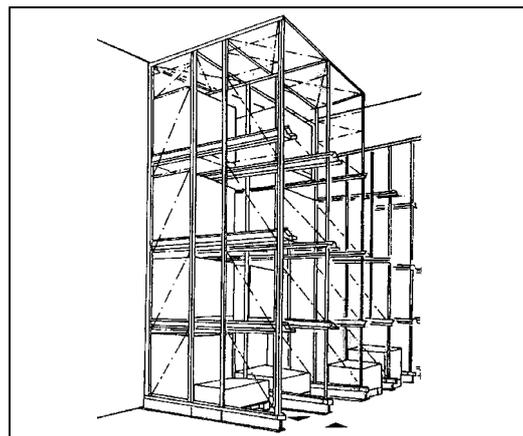
**Figura No. 3.12:** Estantería automatizada para carga fraccionada en pequeños envases



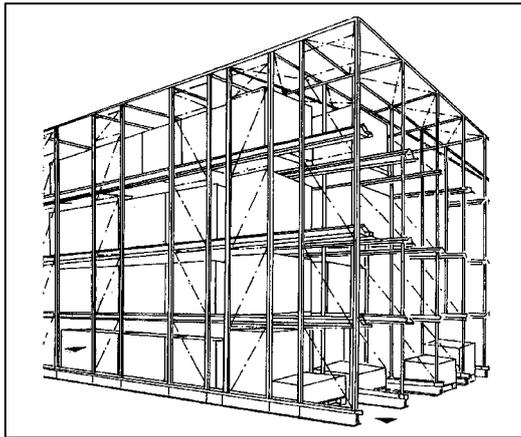
**Figura No. 3.13:** Estiba directa en filas de medios unitarizadores



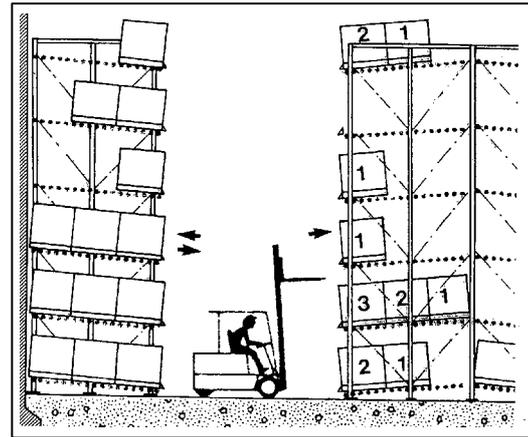
**Figura No. 3.14:** Estiba directa en bloques de medios unitarizadores



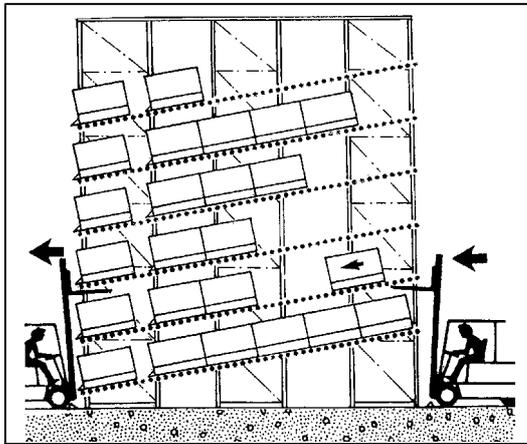
**Figura No. 3.15:** Estantería por acumulación (Drive-in)



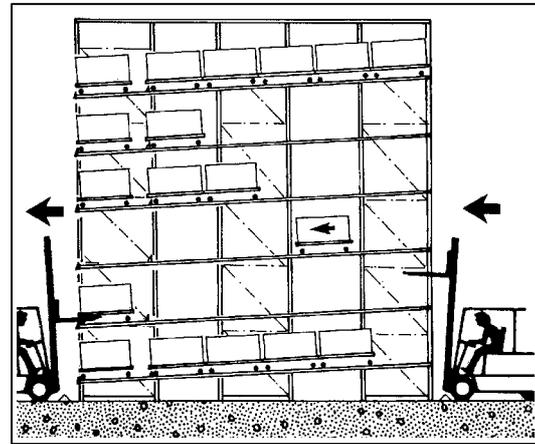
**Figura No. 3.16:** Estantería por acumulación pasante (Drive-through)



**Figura No. 3.17:** Estantería por acumulación con rodillos o carritos en un plano inclinado (Stacking)



**Figura No. 3.18:** Estantería por acumulación pasante con rodillos o carritos en un plano inclinado (Run through / roll conveyor)



**Figura No. 3.19:** Estantería por acumulación pasante con accionamiento motriz mediante rodillos o cadenas (Run through / roll cars)

### 3.4.5 Principios básicos de manipulación y almacenamiento

El desarrollo de la industria, la construcción, la agricultura y los servicios requieren cada día más del suministro eficiente de los materiales. Es por ello que la correcta manipulación de las cargas, que incluye las operaciones de carga y descarga y la aplicación consecuente de los principios y métodos técnicos de los procesos de manipulación y almacenamiento, es una premisa y condición necesaria para lograr una mayor estabilidad y eficiencia de los flujos materiales.

Para ello es de suma importancia conocer y utilizar los principios de manipulación y de almacenamiento de las cargas que a continuación se explican, agrupados no de la forma tradicional y conocida, sino de manera más práctica y sencilla, eliminando algunos convencionalismos.

### 3.4.5.1 Principios básicos de manipulación

Los principios básicos que se deben cumplir en la manipulación de las cargas, son los siguientes:

□ *Planear la manipulación con una visión del conjunto*

Para realizar este planeamiento es necesario conocer las características de todos los componentes (equipos, personal, medios para el almacenamiento, etc.) insertados en la distribución en planta del almacén, así como las reglas generales de operación de los equipos y la utilización de los medios para el almacenamiento.

□ *Determinar la circulación interna*

Debe determinarse una correcta circulación en las áreas de acceso de los equipos y personal dedicado a la manipulación.

□ *Manipular eficientemente y con seguridad*

Un gran por ciento de los accidentes en los almacenes están relacionados con la manipulación. Por eso es necesario un examen de las condiciones que propician estos accidentes, con vistas a eliminarlos mediante una adecuada selección y explotación de los equipos y la intensificación de la aplicación de las medidas de seguridad frente a los mismos; garantizando con ello la protección y seguridad, tanto de los trabajadores como de las cargas que se manipulan.

□ *Evitar la doble manipulación*

Desde el punto de vista del mínimo movimiento de las cargas, sería siempre deseable manipularlos directamente sin operaciones intermedias, pero por diversas razones de orden práctico, es difícil que este ideal pueda alcanzarse.

Las manipulaciones innecesarias ocasionan pérdida de tiempo y generan gastos, debiéndose manipular las cargas la menor cantidad de veces posible. Contribuye a ello el conocimiento exacto de la localización de cada producto. Es por esto necesario, que en la selección y operación de los sistemas de manipulación de las cargas se organicen todos los movimientos tomando dicha afirmación como punto de partida.

□ *Operar con cargas unitarizadas*

Se entiende por carga unitarizada a un conjunto de productos o mercancías iguales o diferentes que agrupados sobre una paleta, dentro de un contenedor o formando un paquete pueda moverse mediante una sola operación con un equipo mecánico, ahorrando tiempo y fuerza de trabajo. En todo sistema de manipulación de cargas debe garantizarse este principio, ya que independientemente de su repercusión en el apro-

vechamiento del transporte se garantiza un aumento considerable de la productividad del trabajo, así como una disminución sensible del tiempo de manipulación de las cargas.

□ *Utilizar correctamente los equipos y medios*

La utilización se efectúa atendiendo a las normas de explotación relativas a la capacidad de carga de los equipos y de los medios.

□ *Utilizar la gravedad siempre que sea posible*

Este sigue siendo el medio más barato de mover cargas. La utilización de planos inclinados es muchas veces todo lo que se necesita para el traslado de materiales de un lugar a otro. Las vías inclinadas son un medio barato para mover cargas y dicho movimiento es provocado por su propio peso y forma, sin necesidad de otro tipo de energía, ya que para ello se utiliza la gravedad y se aplica fundamentalmente en recorridos cortos.

Cuando el movimiento de las cargas no puede hacerse por gravedad, debe estudiarse algún medio de manipulación con vista a la mecanización de las operaciones de carga, descarga y transporte interno de los materiales.

□ *Cuidar y mantener los equipos para la manipulación y los medios unitarizadores*

La rotura de un equipo puede en un momento determinado interrumpir la actividad general donde él intervenga. Para evitarlo se hace necesario la programación y ejecución de todas las normas de mantenimiento de los equipos de manipulación e izaje de las cargas. Los operadores de los equipos deben evitar que se produzcan roturas y accidentes.

Los medios unitarizadores: paletas, paletas cajas, autosoportantes, etc. deben ser cuidados y reparados debidamente con vista a evitar derrumbes en las estibas, accidentes en la transportación de los productos, etc.

□ *Seleccionar correctamente el equipamiento y los medios*

Con la gran diversidad de equipos y medios unitarizadores que pueden utilizarse en la manipulación, almacenamiento y transporte de las cargas, es importante tener en cuenta la correcta selección y explotación del equipamiento a utilizar en la proyección de la tecnología.

□ *Conocer y registrar los costos*

La contabilidad de costo ocupa un importante lugar tanto en la producción como en los servicios. Para esto es necesario tener presente los siguientes elementos:

- El costo de las operaciones de manipulación de cargas puede determinarse llevando la contabilidad apropiada.

- El estudio de tiempo y la cuidadosa medida de las operaciones elementales que constituyen la manipulación, son el único medio de aislar y así controlar el costo por este concepto.
  - La selección de los equipos, los medios unitarizadores y los medios auxiliares influyen en los costos de manipulación, por lo que deben analizarse los gastos ocasionados por el empleo de estos.
  - La inversión de los equipos de manipulación debe garantizar, que el tiempo de su recuperación no sea excesivamente largo.
- *Conocer las reglas y documentos normativos*
- El personal relacionado con la manipulación de las cargas debe conocer todas las reglas, principios y documentos normativos existentes sobre este proceso. Una de las formas de garantizarlo es mediante la capacitación del personal que participa en este proceso.

### 3.4.5.2 Principios básicos de almacenamiento

En la selección y proyección de la tecnología de los almacenes se requiere tener presente los principios de almacenamiento. Los principios básicos que se deben cumplir en el proceso de almacenamiento, son los siguientes:

- *Lograr una adecuada ubicación de los productos en el almacén*
- Los productos en el almacén deben colocarse atendiendo a un orden consecuente de clasificación. Este ordenamiento debe garantizar que exista la menor cantidad y frecuencia de recorridos internos; para ello debe contarse con un lógico y rápido método de control de ubicación y localización de los productos.
- *Garantizar una correcta distribución en planta*
- Este principio está relacionado con el tipo de distribución en planta que se realice con las estibas o estantes de forma tal que se garantice una racional accesibilidad a las cargas y una buena utilización del almacén.
- *Utilizar la tercera dimensión*
- Debe observarse este principio en la selección de las tecnologías de los almacenes, ya que la utilización de la altura en el almacenamiento garantiza una reducción considerable de los gastos por el concepto de almacenamiento.
- *Proteger al producto contra riesgos potenciales y/o ambientales*
- La colocación de los productos en el almacén debe efectuarse previendo que no corran riesgos de ninguna índole. Los productos, salvo raras excepciones, deben ser estibados sobre tarimas, parrillas, paletas o plataformas de no menos de 150 mm de alto, con el fin de protegerlos contra la humedad del suelo.

De forma general puede concluirse que los productos deben almacenarse en lugares donde estén protegidos contra: fuego, hurto, daños, accidentes, humedad, temperatura, agentes corrosivos, polvo, suciedad y otros riesgos potenciales y ambientales.

□ *Cuidar y mantener las instalaciones*

El almacén, las estanterías y las restantes instalaciones (baños, taquillas, iluminación, ventilación, etc.), deben ser cuidadas y mantenidas periódicamente, mediante el pintado de los elementos constructivos, la eliminación de los baches en los pisos, limpieza de las áreas, mantenimiento eléctrico y constructivo, etc.

□ *Atender a la rotación de los productos*

Debe garantizarse una rotación adecuada de los productos almacenados. En el caso de los productos alimenticios y otros perecederos debe tenerse un control sobre las fechas de vencimiento para poder accionar oportunamente.

□ *Controlar las existencias*

Se debe llevar el inventario perpetuo de los materiales, así como el debido sistema de conteo físico de los mismos, según el método establecido para ello.

□ *Conocer las reglas, principios y documentos normativos*

Los trabajadores vinculados con el almacenamiento deben conocer todas las reglas, principios y documentos normativos que rigen este proceso. Una de las formas de garantizarlo es mediante la capacitación del personal que participa en el proceso de almacenamiento.

□ *Minimizar los costos de almacenamiento*

Deben utilizarse los medios unitarizadores, las estanterías y los equipos para la manipulación e izaje, que sin afectar la eficiencia en la explotación de los almacenes, sean los menos costosos.

□ *Velar por la protección e higiene del trabajo*

Un proyecto tecnológico de un almacén puede ser excelente en su concepción técnica, pero impracticable si pone en peligro la salud y la seguridad de los trabajadores que laboran en ese almacén.

Al momento de proyectar, diseñar y/o seleccionar la tecnología, debe tenerse en cuenta las condiciones en que trabajan los obreros del almacén, por ejemplo: nivel de iluminación, ventilación, riesgos de caídas, riesgos de ser golpeados por objetos que caigan de una determinada altura, etc. No hay nada que tenga más valor que la vida humana, por tanto no es bueno ningún proyecto que no tenga en cuenta la seguridad e higiene de los trabajadores.

□ *Garantizar la conservación*

Una de las funciones fundamentales de un almacén es la conservación de los productos; por tanto resulta indispensable que en la proyección de la tecnología se tengan en cuenta las características fundamentales de los productos y sus requerimientos de conservación, que pueden ser muy diferentes dependiendo de la nomenclatura.

Existen productos que tienen requerimientos de temperatura y necesitan áreas climatizadas (de frío o de calor), otros que son sensibles a la humedad, al polvo, etc.; cualquier proyecto tecnológico no es válido si desconoce los requerimientos esenciales de conservación de los productos que se almacenan.

### **3.5 Ubicación y localización de productos en el almacén**

Los métodos para ubicar y localizar los productos almacenados tienen como objetivo la disminución de los tiempos de búsqueda y entrega de las existencias para ejecutar un proceso de gestión más ágil y dinámico. Ampliar en Daduna (2001) y Torres Gemeil / Daduna / Mederos Cabrera / Martínez Rodríguez (2003).

#### **3.5.1 Métodos para el control de ubicación y localización**

Debe resaltarse que no basta solamente el seleccionar los medios adecuados de almacenamiento, los equipos tecnológicos idóneos y las distribuciones espaciales racionales; ya que puede ocurrir que el almacén no funcione según lo previsto, entre otros factores a causa de las pérdidas de tiempo surgidas en la tarea de localizar los productos que se requiere comercializar.

El conocimiento exacto de la ubicación de un producto o el lugar o lugares donde se puede encontrar tiene marcada incidencia sobre la eficiencia en la operación del almacén, conclusión a la que necesariamente se arriba cuando se evalúan las ventajas que se obtienen con la incorporación de un control que permita conocer el lugar en que se encuentra la nomenclatura de productos que se almacena.

También desde el punto de vista de los clientes el no contar con un adecuado sistema de ubicación y localización de los productos en el almacén conlleva a demoras en cuanto a la satisfacción de los pedidos y por tanto afectaciones en el Nivel de Servicio.

Ahora bien, existen diferentes métodos de ubicación y localización de los productos en el almacén partiendo desde el más simple, que depende de la memoria del hombre hasta aquellos que se sustentan en el empleo de máquinas computadoras.

Con la aparición del almacén surgió la necesidad de controlar la ubicación de los productos, que en su forma más primitiva consistió en lo que actualmente se conoce como almacenamiento fijo, o lo que es lo mismo, un espacio destinado a cada surtido. El propio desarrollo

de las técnicas de almacenamiento dio origen a la necesidad de la ubicación libre por grupo o familia de productos.

Existen fundamentalmente tres métodos de ubicación y localización de los productos en el almacén, ellos son:

□ *Almacenamiento fijo*

En este caso cada artículo tiene una ubicación determinada y siempre es la misma, lo que da lugar a una alta seguridad en los despachos, pero propicia el desaprovechamiento de la capacidad de almacenamiento ante la posibilidad de que se agoten las existencias previstas para un espacio destinado a un producto en particular. La utilización de este método es más frecuente en:

- Almacenes relativamente pequeños.
- Poca amplitud de surtidos a almacenar.
- Baja intensidad de recepciones y despachos.
- Tecnología de almacenamiento para cargas fraccionadas.

□ *Almacenamiento por zonas*

Los artículos se almacenan en zonas determinadas, basado en criterios tales como: frecuencia de salida, demanda dependiente o lo que es lo mismo, productos relacionados entre si, según su utilización, agrupaciones o familias de productos, etc. Dentro de cada zona, se adopta entonces el almacenamiento fijo.

□ *Almacenamiento libre*

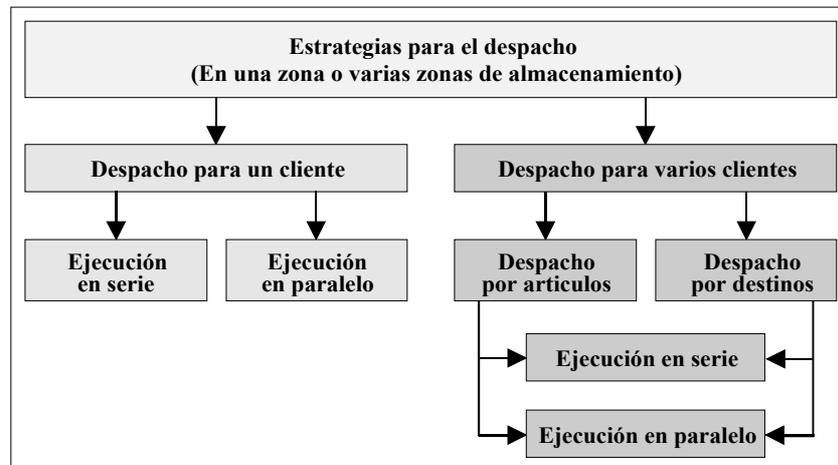
La ubicación de los artículos se realiza donde exista un espacio vacío, permitiendo así el máximo aprovechamiento de la capacidad de almacenamiento, ya que no se reserva ubicación para ningún artículo. Este método requiere el uso de sistema automatizados (o semiautomatizados) según el tamaño del almacén y la cantidad de surtidos a almacenar.

### **3.5.2 Estrategias para el almacenamiento y el despacho de los productos**

Con vistas a garantizar que la ubicación y localización de los productos en el almacén se corresponda con las particularidades del movimiento de estos, según la rotación que debe alcanzarse, se conocen dos estrategias básicas que son: *Last in - first out* (LIFO) y *First in - first out* (FIFO).

La primera de ellas (LIFO) se utiliza ocasionalmente dado que el principio se basa en que el último que entra, es el primero que sale. Ello facilita el proceso de manipulación, pero no se utiliza para productos perecederos. En el caso del FIFO, que no es más que el primero que entra es el primero que sale, permite una mejor rotación de los productos.

En cuanto al propósito de economía de movimientos en un almacén y atendiendo a la forma de ejecutar los despachos, existen dos estrategias fundamentales que son: por productos o por clientes (destinos). Ello se puede apreciar en la Figura No. 3.20.



**Figura No. 3.20:** Estrategias para el despacho

Si se despacha por artículos o productos, es posible llevar una unidad de carga completa hacia la zona de despacho y ubicar estos para cada uno de los diferentes clientes, siempre que exista suficiente área para ello y devolver al lugar de almacenamiento el resto de los productos de dicha unidad de carga. Esta operación se repite hasta cumplimentar las solicitudes de todos los clientes.

En el caso de que se despache por cliente (destino) se obliga al dependiente a recorrer diferentes localizaciones para conformar un pedido y ése mismo proceso se repite nuevamente para conformar el pedido para otro cliente. Ello trae consigo un mayor gasto de tiempo.

Cuando se realiza el despacho para un solo cliente, el mismo se puede ejecutar en serie, o sea, con sólo un dependiente o se puede ejecutar en paralelo al utilizar varios dependientes para un solo cliente o destino. Ello se puede apreciar en la Figura No. 3.20.

Desde el punto de vista de la ubicación, que se le asigna a cada producto o grupo de productos en el almacén, tomando como base la frecuencia e intensidad de los despachos para tender a minimizar los recorridos en el almacén, se pueden establecer también diferentes estrategias, que puede ser en forma de *lazo* (ver Figura No. 3.21) o *puntual*, según sea la necesidad (ver Figura No. 3.22). En esta última a su vez los productos se pueden colocar con ordenamiento en forma *lineal* (ver Figura No. 3.23) o con ordenamiento en forma *radial* (ver Figura No. 3.24), siempre partiendo del principio, que los productos de mayor movimiento (salidas) deben estar lo más cerca posible de la zona de despacho.

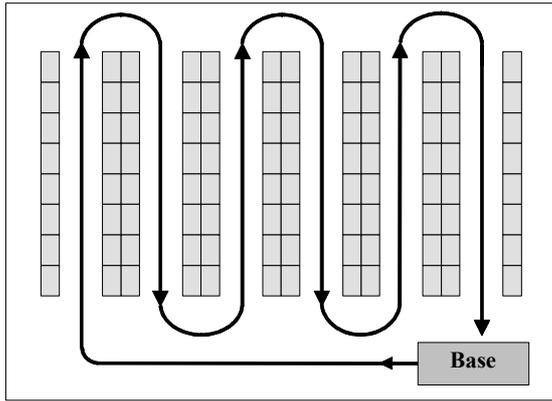


Figura No. 3.21: Lazo

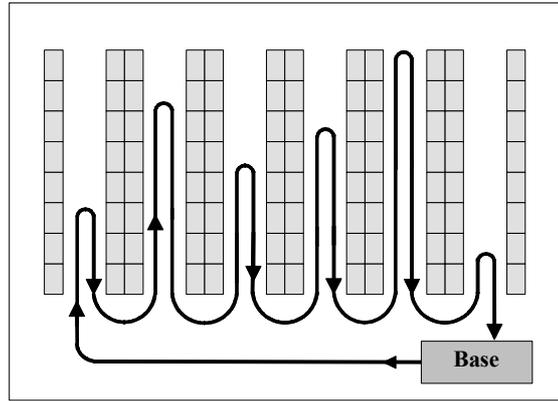
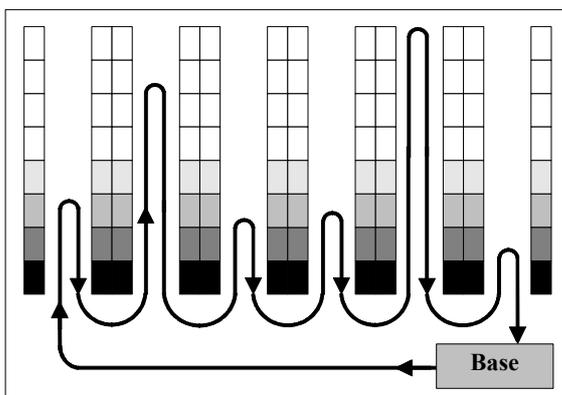
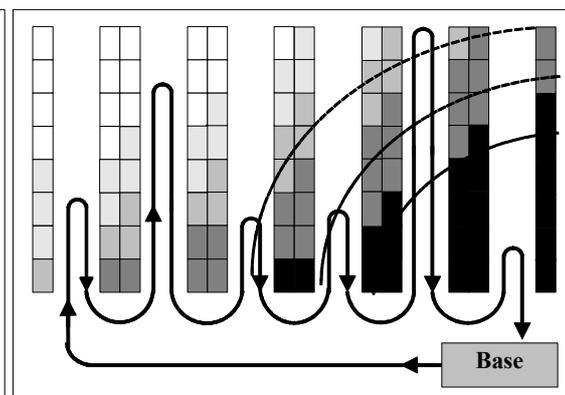


Figura No. 3.22: Puntual

Figura No. 3.23: Ordenamiento  
en forma linealFigura No. 3.24: Ordenamiento  
en forma radial

La determinación de cuál estrategia utilizar, depende en gran medida de la cantidad de productos almacenados y del tamaño del almacén, así como la frecuencia y composición de los pedidos para diferentes destinos o clientes.

### 3.6 Indicadores de aprovechamiento de la capacidad de almacenamiento

Por indicador se entiende todo concepto que tenga una expresión cuantitativa directa, adimensional o no y que permita medir total o parcialmente el fenómeno que describe.

Para el análisis de la efectividad del trabajo en los almacenes se emplean los indicadores técnicos económicos. A través de ellos se pueden obtener los resultados y la evaluación de la introducción de las diferentes técnicas de almacenamiento. A continuación se exponen algunos de los indicadores utilizados para medir el aprovechamiento de las capacidades de almacenamiento.

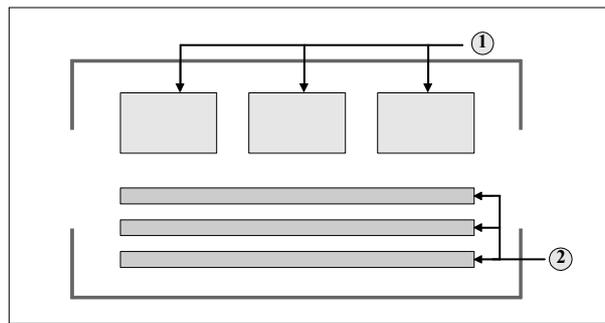
- Aprovechamiento del área (superficie)  $A_{prov.A}$ . Se determina mediante la relación del área útil de almacenamiento entre el área total de almacenamiento, expresada en por ciento.

$$A_{prov.A} = \frac{A_u}{A_t} 100 \quad (\text{en } \%) \quad (3.1)$$

donde:

$A_t$ : Área total de almacenamiento. Es la suma de las áreas destinadas a las operaciones del almacén. Es decir, zona de almacenamiento, área de expedición y recepción. No incluye las áreas de andenes, rampas, oficinas, áreas sociales, huecos de escaleras, ascensores, zona de parqueo de montacargas, etc., por no estar las mismas en función del almacenamiento.

$A_u$ : Área útil. Es la superficie del almacén o nave que es factible de ocupar con productos en estanterías o en estiba directa, de acuerdo a la tecnología de almacenamiento establecida (ver Figura No. 3.25)



Leyenda: (1) Área de estiba directa (2) Área de estanterías

**Figura No. 3.25:** Área útil

$$A_u(\text{Total}) = A_{u1}(\text{Estiba directa}) + A_{u2}(\text{Estanterías}) \quad (3.2)$$

El área útil puede calcularse también realizando mediciones de distintas áreas.

$$A_u = A_t - A_r - A_d - A_{com} - A_s \quad (3.3)$$

donde:

$A_r$ : Área de recepción. Es el área destinada a la ejecución de funciones relacionadas con la recepción y la preparación para el almacenamiento.

$A_d$ : Área de despacho. Es el área destinada a la ejecución de funciones relativas a la entrega o despacho desde el almacén.

$A_{com}$ : Área de completamiento. Es la zona donde se realiza el completamiento de las mercancías para el almacenamiento o completamiento para la formación de los pedidos a despachar.

$A_S$ : Área de pasillo. En esta área se incluyen los pasillos de trabajo, pasillos de circulación y tránsito y pasillos de inspección y de seguridad.

- Aprovechamiento del volumen ( $A_{prov.V}$ ). Se determina mediante la relación del volumen útil de almacenamiento entre el volumen total de almacenamiento, expresada en por ciento.

$$A_{prov.V} = \frac{V_u}{V_t} 100 \quad (\text{en } \%) \quad (3.4)$$

donde:

$V_u$ : Volumen útil. Es el espacio del almacén o nave que es factible ocupar con productos de acuerdo con la tecnología de almacenamiento establecida.

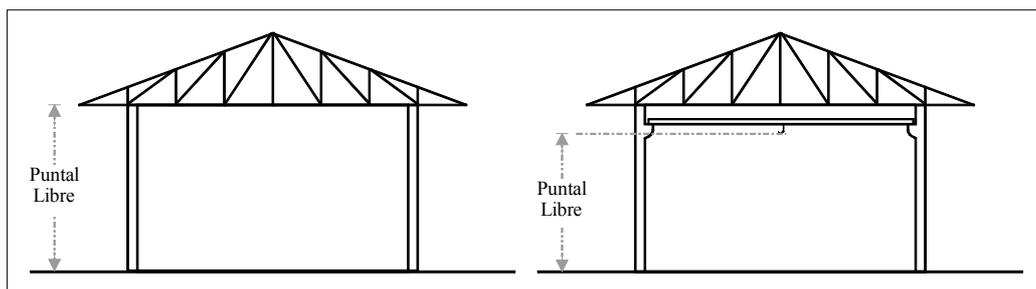
Por lo general en un almacén existen más de una altura de estiba y dichas estibas están ubicadas en zonas con diferentes dimensiones de área útil. Para poder calcular el volumen útil de un almacén es necesario multiplicar la altura de estiba por el área útil de la zona donde esté ubicada la misma. La sumatoria del volumen útil de todas las zonas es el volumen útil del almacén.

$V_t$ : Volumen total de almacenamiento. Es el resultado de la multiplicación del área de almacenamiento por el puntal libre.

$$V_t = A_t H \quad (3.5)$$

donde:

$H$ : Puntal libre. Es la distancia desde el nivel de piso terminado hasta el nivel inferior de la cercha o viga. En los casos de naves que utilizan grúas viajeras, se toma la altura máxima permisible bajo el gancho (ver Figura No. 3.26).



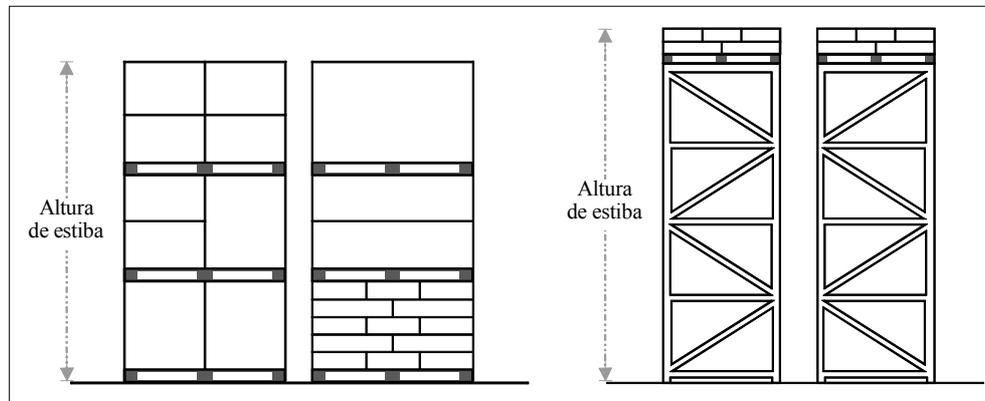
**Figura No. 3.26:** El puntal libre

- Aprovechamiento de la altura de almacenamiento ( $A_{prov.H}$ ). Se determina mediante la relación de la altura promedio de estiba entre el puntal libre, expresada en por ciento.

$$A_{prov.H} = \frac{\text{Altura promedio de estiba } (h)}{\text{Puntal libre } (H)} 100 \quad (\text{en } \%) \quad (3.6)$$

donde:

Altura de estiba. Es la altura que alcanzan los productos en la estiba directa y en las estanterías (ver Figura No. 3.27).



**Figura No. 3.27:** La altura de estiba

- Capacidad estática de almacenamiento ( $Q_{ec}$ ). Es la cantidad máxima de productos que pueden ser almacenados en un momento dado en un almacén o base de almacenes de acuerdo con la tecnología existente. La capacidad estática de almacenamiento se mide por lo general en toneladas (capacidad de carga estática) y en algunos casos se expresa en metros cúbicos.

La capacidad de carga estática (medida en toneladas) se calcula multiplicando la carga promedio por  $m^2$  por el área útil.

$$Q_{ec} = CP A_u \quad (3.7)$$

donde:

- $Q_{ec}$ : Es la capacidad de carga estática
- $CP$ : Es la carga promedio por  $m^2$
- $A_u$ : Es el área útil

La capacidad estática medida en metros cúbicos se calcula multiplicando el volumen útil por el aprovechamiento en los medios para el almacenamiento y por un coeficiente que relaciona el volumen material posible a almacenar en determinado volumen útil para cada tecnología de almacenamiento.

$$Q_{ev} = V_u A_{ma} K_v \quad (3.8)$$

donde:

- $Q_{ev}$ : Es la capacidad estática medida en metros cúbicos
- $V_u$ : Es el volumen útil

- $A_{ma}$ : Es el coeficiente de aprovechamiento en los medios para el almacenamiento
- $K_v$ : Es el coeficiente que relaciona el volumen material posible a almacenar en determinado volumen útil para cada tecnología de almacenamiento

Los coeficientes  $K_v$  y  $A_{ma}$  son analizados en Mederos Cabrera (1986), Torres Gemeil / Colectivo de Autores (1990) y Torres Gemeil / Colectivo de Autores (1991).

- Capacidad dinámica de almacenamiento ( $Q_{dc}$ ). Es la cantidad máxima de productos que puede almacenarse en un período de tiempo dado (por lo general en un año) en un almacén o base de almacenes, de acuerdo con la tecnología de almacenamiento existente y el nivel de rotación ejecutado o planificado.

La capacidad dinámica de almacenamiento se mide por lo general en toneladas (capacidad de carga dinámica) y en algunos casos se expresa en metros cúbicos (capacidad dinámica volumétrica).

La capacidad de carga dinámica (medida en toneladas) se calcula multiplicando la carga promedio por metro cuadrado, por el área útil, por la cantidad de rotaciones de los productos, o también multiplicando la capacidad de carga estática, por la cantidad de rotaciones de los productos, por lo general en un año.

$$Q_{dc} = Q_{ec} n \quad (3.9)$$

donde:

- $Q_{dc}$ : Es la capacidad de carga dinámica
- $Q_{ec}$ : Es la capacidad de carga estática
- $n$ : Es el coeficiente de rotación

La capacidad dinámica medida en metros cúbicos se calcula multiplicando la capacidad estática medida en metros cúbicos por la cantidad de rotaciones de los productos, por lo general en un año.

$$Q_{dv} = Q_{ev} n \quad (3.10)$$

donde:

- $Q_{dv}$ : Es la capacidad dinámica medida en metros cúbicos
- $Q_{ev}$ : Es la capacidad estática medida en metros cúbicos
- $n$ : Es el coeficiente de rotación

Aunque existen otros indicadores que permiten valorar la eficiencia del trabajo en los almacenes, se han mostrado los más representativos.

## Bibliografía

- Collazo Pérez, A. / García Díaz, L. / Ayala Bécquer, P. (1986):** Parámetros y características fundamentales para la construcción de almacenes techados. Monografía editada por el CEATM. Ciudad de La Habana
- Comité Estatal de Normalización (1982):** Normas Cubanas emitidas sobre regulaciones en los almacenes, entre ellas, la NC 91 - 11:82
- Daduna, J.R. (2000a):** Logistische Strukturen und Prozesse. En: Amman, P. / Daduna, J.R. / Schmid, G. / Winkelmann, P. (Hrsg.): Distributions- und Verkaufspolitik. (Fortis) Köln (en alemán), págs. 281 - 311
- Daduna, J.R. (2000b):** Transport und Lagerung. En: Amman, P. / Daduna, J.R. / Schmid, G. / Winkelmann, P. (Hrsg.): Distributions- und Verkaufspolitik. (Fortis) Köln (en alemán), págs. 313 - 353
- Daduna, J.R. (2001):** Logística de la Distribución. Notas de Clases del Curso de Postgrado auspiciado por el Centro de Investigación y Desarrollo (CID) del MINCIN (sin publicar) Ciudad de La Habana
- Daduna, J.R. (2004):** Distributionslogistik. (Springer) Berlin et al. (en proceso / en alemán)
- Mederos Cabrera, B. (1986):** Coeficiente  $K_v$  de volumen material a volumen útil. Artículo publicado en la Revista ATM No. 31, editada por el CEATM. Ciudad de La Habana, mayo – junio de 1986, págs. 18 -22
- Mederos Cabrera, B. / Torres Gemeil, M / Colectivo de Autores (2002):** Elementos de la Logística de Almacenes para el Proceso Inversionista. Monografía editada por la Sociedad Meridiano S.A de Cubalse y el Grupo Consultor de Logística (GCL) del Centro de Investigación y Desarrollo del Comercio Interior (CID-CI). Ciudad de La Habana, Octubre del 2002
- Torres Gemeil, M. / Colectivo de Autores (1990):** Economía de Almacenes y Transportación. (Editorial Pueblo y Educación) Ciudad de La Habana
- Torres Gemeil, M. / Colectivo de Autores (1991):** Mecanización de la carga y descarga. (Editorial Pueblo y Educación) Ciudad de La Habana
- Torres Gemeil, M. / Colectivo de Autores (2000):** Logística en la Sociedad Meridiano. Monografía editada por la Sociedad Meridiano S.A de Cubalse y el Grupo Consultor de Logística del CID-CI. Ciudad de La Habana
- Torres Gemeil, M. / Daduna, J.R. / Mederos Cabrera, B. / Martínez Rodríguez, J.M. (2003):** Introducción a la Logística de la Distribución. Monografía editada por la Universidad de Pinar del Río y el Grupo Consultor de Logística (GCL) del Centro de Investigación y Desarrollo del Comercio Interior (CID – CI). Pinar del Río

## 4 Conservación de alimentos en el proceso logístico

**Autores:** Margarita Betancourt López, Mayra Manzanedo García, Beatriz Mederos Cabrera y Manuel Torres Gemeil

**Resumen:** Los alimentos como necesidad vital para la existencia humana, requieren de un especial cuidado. Prolongar la vida útil de los mismos, ha sido el origen de los almacenes. Existen diferentes formas para la conservación de los alimentos. Las cámaras frías o de refrigeración (mantenimiento y congelación) son una de las formas más generalizadas para la preservación de las características de calidad de los alimentos. Mantener la estabilidad de los parámetros esenciales para la conservación de los alimentos es el objetivo fundamental de la cadena de frío.

### 4.1 Alimentos y su importancia

Los organismos vivos necesitan para su existencia la ejecución de todas sus síntesis elementales, solo el reino animal, es dentro de ellos, el único incapaz por sí sólo de realizar estas funciones. Para superar esta deficiencia se hace necesario la adquisición, por parte de cada uno de los miembros del reino animal, del nutriente universal “El Alimento“, compuesto por los tres grupos moleculares principales: grasas, carbohidratos y proteínas, ampliar en Frassao (1996) y sin autor (1996).

De esta necesidad surgen entonces dos términos que frecuentemente se utilizan indistintamente, estos son: alimentación y nutrición.

- *La Alimentación:* Es el acto voluntario de escoger e ingerir alimentos, los que contienen sustancias nutritivas o nutrientes.
- *La Nutrición:* Acto involuntario en los cuales los alimentos ingeridos se absorben y sus nutrientes se transforman en sustancias químicas más sencillas.

Los nutrientes garantizan funciones tales como la energética, la plástica o la reguladora, vitales para la existencia de cualquier miembro del reino animal, y por supuesto los seres humanos en su escaño superior. Cada función que desempeñan estos nutrientes garantizan la vida y supervivencia de los seres humanos, sin funciones como la reguladora, la energética, etc., sería imposible que la vida humana existiera. La importancia de cada una de estas funciones y su repercusión en el organismo aparecen en la Tabla No. 4.1.

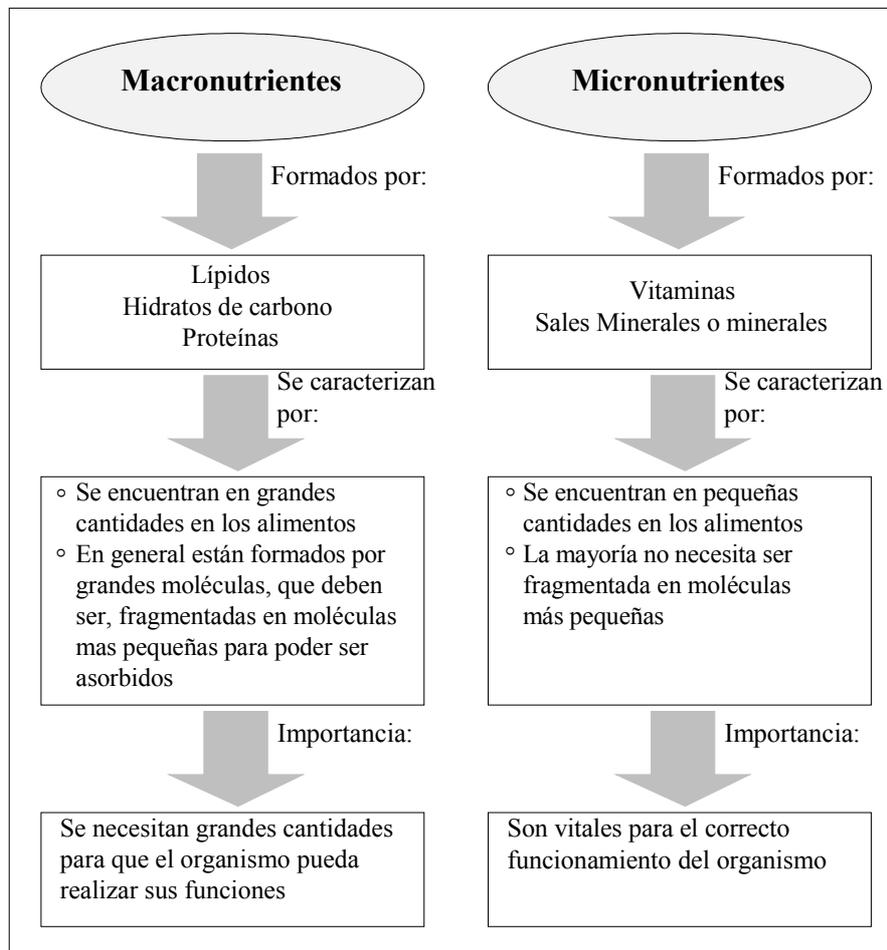
De esta forma es obvio afirmar que los nutrientes son la materia prima para garantizar la energía necesaria en el ser humano, para formar o reparar tejidos y regular los procesos

metabólicos. De esta conclusión se puede entonces resaltar la importancia de la nutrición y por lo tanto hacer énfasis en la necesidad de reconocer la calidad de la alimentación, pues del tipo de alimento que se consuma, así será la nutrición y la garantía para lograr una buena salud.

<b>Función de los nutrientes</b>	<b>Importancia</b>
Función reguladora	Regular los procesos metabólicos
Función plástica	Formar los tejidos del organismo o reponer los ya existentes
Función energética	Aportar la energía para que el organismo realice sus actividades cotidianas: respirar, mantener la temperatura corporal, correr, etc.

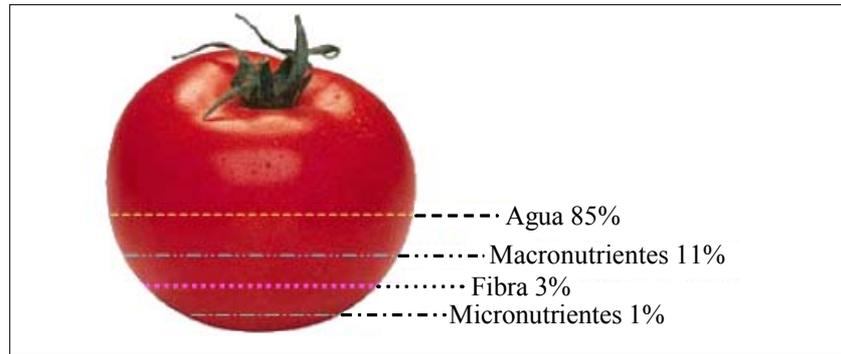
**Tabla No. 4.1:** Función de los nutrientes y su importancia para el organismo humano

Los nutrientes por su parte pueden clasificarse en macronutrientes y micronutrientes, sus características, diferencias y su importancia se muestra en la Figura No. 4.1.



**Figura No. 4.1:** Clasificación de los nutrientes y su importancia

Al tomar un vegetal, por ejemplo, un tomate sin pelar y se le realizan cortes pueden verse las proporciones de los nutrientes en él. En la Figura No. 4.2 se muestra esta segmentación.



**Figura No. 4.2:** Segmentación de los nutrientes

Afortunadamente cada día se incrementa la promoción de ingerir alimentos como los vegetales y las frutas, ricos en micronutrientes, aunque las proporciones de estos nutrientes en cualquier alimento es menor, que la de los macronutrientes. En los vegetales y las frutas se encuentran en mayor proporción que en otros, por ello consumir estos alimentos en mayor cuantía es beneficioso pues ofrecen garantía de vida. En la Figura No. 4.2 también se aprecian otros nutrientes que son la fibra y el agua.

La fibra está compuesta por una mezcla de hidratos de carbono complejos y otros elementos de origen vegetal. Tiene gran importancia para el organismo porque regula la función intestinal. Se puede incrementar el consumo de fibra:

- Comiendo más cereales integrales y legumbres.
- Comiendo las frutas enteras en lugar de zumos.
- Comiendo cada día más vegetales.

El agua, que en los alimentos tiene gran proporción, es el principal e imprescindible componente de cuerpo humano. El ser humano no puede estar sin beberla más de cinco o seis días, sin poner en peligro su vida. Como se muestra en la Figura No. 4.3, el organismo pierde agua por distintas vías. Esta agua ha de ser recuperada para compensar las pérdidas y evitar la deshidratación

## 4.2 Conservación de los alimentos

Desde sus inicios el hombre ha tenido que enfrentarse a la búsqueda y obtención de alimentos para su subsistencia, a medida que ha evolucionado se ha hecho más necesario la conservación de los mismos. Hoy en día esta necesidad se hace más notoria, el ritmo acelerado de la vida y el cambio de los hábitos de los consumidores en su tendencia al aumento del consumo de los productos congelados, semielaborados y frescos, han trans-



**Figura No. 4.3:** Balance hídrico – diario (cantidades en ml / día)

formado e impulsado el papel de la logística para el segmento de los productos que requieren un control de temperatura, ver Comas Pullés (1995).

Seguir el flujo de estos productos desde su origen hasta el cliente es decisivo para el desarrollo de cualquier empresa. En este tema se trata específicamente sobre alimentos, ya que la utilización de almacenamiento a temperatura controlada con el desarrollo industrial también se ha extendido a otros productos y otros sectores, tales como el sector farmacéutico, el químico y el electrónico.

La dieta humana moderna incluye una variedad de sustancias de orígenes muy diversos, gran parte de ella esta sujeta a la contaminación natural, por esto la conservación de los alimentos es un tema muy complejo, ella implica el mantenimiento de las cualidades nutritivas del alimento, a menudo durante meses e incluso años.

¿Cómo se empiezan a conservar los alimentos?

La primera técnica desarrollada por el hombre primitivo fue probablemente la desecación y la deshidratación. Otro gran descubrimiento fue el de los efectos del calor (cocidos, asados, etc.). El calor deshidrata, pero tiene además otros efectos, tanto por el humo, como por las transformaciones que induce en los alimentos.

La conservación mediante frío también data de la prehistoria y ha ido evolucionando hasta obtener la climatización por las cámaras de refrigeración y congelación.

Existen varias técnicas principales de conservación de los alimentos: Liofilización, deshidratación, conservación por calor (la pasteurización, la esterilización, la uperización) y conservación mediante frío (por refrigeración y por congelación). A continuación se explican cada una de ellas brevemente, ver United States Department of Agriculture Food Safety and Inspection Service (2003):

□ *Liofilización:*

Es un método de conservación de alimentos en el cual se deseca mediante el vacío. Este procedimiento se utiliza, entre otros, en la leche infantil, sopas, café e infusiones.

Después de una rehidratación, su valor nutritivo y sus cualidades organolépticas son prácticamente las mismas, que las del alimento fresco. El alimento liofilizado no excede en su composición el 2% de agua.

□ *Deshidratación:*

Consiste en eliminar al máximo el agua que contiene el alimento, bien de una forma natural (cereales, legumbres, etc.) o bien por la acción de la mano del hombre en la que se ejecuta la transformación por desecación simple al sol (pescado, frutas, etc.) o por medio de una corriente a gran velocidad de aire caliente (productos de disolución instantánea, como leche, café, té, chocolate, etc.).

□ *Conservación por calor:*

Su fin es la destrucción total de gérmenes patógenos y sus esporas. Las técnicas utilizadas para ello son: la pasteurización, la esterilización y la uperización.

◦ *La pasteurización*

Consiste en calentar el alimento a 72° C durante 15 ó 20 segundos y enfriarlo rápidamente a 4° C. Este tipo de procedimiento se utiliza sobre todo en la leche y en bebidas aromatizadas con leche, así como en zumos de frutas, cervezas, y algunas pastas de queso. Estos productos se envasan en cartón parafinado o plastificado y en botellas de vidrio.

Los alimentos pasteurizados se pueden conservar sólo por unos días, ya que aunque los gérmenes patógenos se destruyen durante este proceso, en estos alimentos se siguen produciendo modificaciones físicas y bacteriológicas.

◦ *La esterilización:*

Consiste en colocar el alimento en recipiente cerrado y someterlo a elevada temperatura, para asegurar la destrucción de todos los gérmenes y enzimas. Cuanto más alta sea la temperatura de esterilización menor será el tiempo requerido para este proceso. A 140° C el proceso dura solamente unos segundos.

El valor nutritivo de las conservas, debido a las condiciones de fabricación y el reducido tiempo de calor, es bastante óptimo, ya que no existe alteración de proteínas, carbohidratos, ni lípidos. La vitamina C de las verduras se conserva en más del 50% y en el 95% en las frutas y zumos de frutas.

Las vitaminas del grupo B se preservan en un 80% y las vitaminas liposolubles A, D, E y K, sensibles a la luz y al aire, quedan protegidas en los recipientes opacos y herméticos (los envases de vidrio, debido a que dejan pasar los rayos ultravioletas, perjudican a las vitaminas en su conjunto).

◦ *La uperización:*

En la uperización la temperatura sube hasta 150° C por inyección de vapor saturado o seco durante 1 ó 2 segundos produciendo la destrucción total de bacterias y sus esporas. Después pasa por un proceso de fuerte enfriamiento a 4° C, el líquido esterilizado se puede conservar, teóricamente durante un largo periodo de tiempo. La fecha límite de uso es de meses, ya que se pueden producir alteraciones en el interior del embalaje. Este método se utiliza sobre todo con la leche natural.

Las pérdidas vitamínicas son de menos del 10% para las vitaminas C y B1 y menos del 20% para la vitamina B2. El valor biológico de las proteínas no disminuye.

□ *Conservación mediante frío:*

Para conocer la importancia del papel del frío en la conservación de los productos alimentarios, es preciso conocer las causas de sus alteraciones y las razones de algunas temperaturas empleadas en la industria.

Todos los alimentos tienen agua en su composición, en mayor o menor cantidad, factor este que influye en gran medida en su capacidad de conservación, ya que la actividad microbiana solamente se desarrolla en un ambiente acuoso.

Los alimentos de bajo contenido de agua, como los cereales, se conservan por mucho tiempo sin tratamiento especial, precisamente porque los microbios no pueden utilizar el agua para el desarrollo de sus colonias. Por esta razón una de las formas más antiguas de conservación de los alimentos consiste en su secado rápido por acción de la sal, del sol o del ahumado, disminuyendo su contenido de agua antes que los microbios tengan tiempo de actuar.

Los productos alimentarios, en los cuales el frío es su proceso típico de conservación, tienen contenidos de agua desde 50% hasta los 95%.

La acción del frío sobre los productos alimentarios limita las condiciones favorables para la actividad microbiana o enzimática. La conservación mediante frío es más larga, cuanto más baja sea su temperatura, aunque cuando se conservan alimentos a muy bajas temperaturas siempre ocurre una pérdida de calidad que se agrava con el tiempo de conservación, por lo tanto, no es difícil comprender la primera regla básica de frío: "*El frío industrial solamente se debe emplear en alimentos de muy buena calidad, es un error muy grande, la congelación de productos alimentarios vencidos o de baja calidad esperando que la misma mejore.*"

El proceso más simple de conservar alimentos refrigerados es empleando hielo. En algunos productos como el pescado puede mezclarse el hielo directamente, para otros es preferible emplear el hielo dentro de bolsas plásticas. El proceso más común sigue siendo la cámara frigorífica.

En la Tabla No. 4.2 se puede apreciar la evolución de las colonias de bacterias (Bacilo *Achromobacter*), según diferentes temperaturas de conservación en un producto cárnico.

Temperatura	<b>Bacterias</b>		
Día	<b>&gt; 20 °C</b>	<b>4.3 °C</b>	<b>0 °C</b>
0	10 000	10 000	10 000
1	100 000 000	150 000	48 000
2	10 000 000 000	5 000 000	100 000
3		500 000 000	550 000
4		10 000 000 000	5 000 000
5			80 000 000

**Tabla No. 4.2:** Evolución de las bacterias según la temperatura

Se puede resumir que la conservación mediante frío tiene dos técnicas esenciales: por refrigeración y por congelación.

° *Por refrigeración:*

Consiste en conservar los alimentos a baja temperatura, pero superior a 0° C. A esta temperatura el desarrollo de microorganismos disminuye o no se produce pero los gérmenes están vivos y empiezan a multiplicarse desde que se calienta el alimento. A modo de ejemplo, dentro de los productos que deben conservarse por refrigeración están el huevo, la leche, las verduras y las frutas.

° *Por congelación:*

La congelación consiste en transformar toda (o casi toda) el agua de un producto en hielo, bajando la temperatura a -20° C en el núcleo del alimento, para que no pueda haber posibilidad de desarrollo microbiano y limitar la acción de la mayoría de las reacciones químicas y enzimáticas, empleando para este proceso inicialmente temperaturas entre -40° C y -50° C (con las que se congela el alimento) después se almacena a -18° C, temperatura que se debe mantener mientras dure la conservación.

Si el alimento fresco está en buen estado y el escaldado (introducir en agua hirviendo el alimento a temperatura superior o igual a 100°C) se ha hecho en buenas condiciones, el producto congelado será de buena calidad, siempre que se conserve a temperatura adecuada. Si el alimento pasa varios meses en el congelador, el contenido en vitaminas tiende a disminuir y las grasas se vuelven rancias.

### 4.3 Almacenamiento de los alimentos

El primer almacén en la historia fue concebido para almacenar alimentos. En los primeros acápites de este tema se ha hecho referencia a la necesidad y variedad de métodos para la

conservación de los alimentos, según los requerimientos humanos. Por lo tanto es de vital importancia el almacenamiento correcto de los mismos.

Con el almacenamiento de alimentos se debe tener desde la obtención de los mismos, un riguroso cuidado del preservó de sus cualidades y evitar el deterioro de estos, que puede ocurrir por diversas causas, entre las que están:

- El crecimiento y actividad de microorganismo.
- La actividad de enzimas naturales.
- La acción de insectos, parásitos y roedores.
- La temperatura no acorde a los requerimientos del alimento.
- La incompatibilidad y la contaminación.
- La humedad y desecación.
- El aire.
- La luz.
- El tiempo.

Los alimentos pueden clasificarse, entre otros criterios, según sus características que determinan las condiciones requeridas para su almacenamiento. Dicha clasificación es:

- Productos que no requieren climatización.
- Productos que requieren climatización.
  - En cámaras de conservación o mantenimiento (pudiendo llegar hasta 0° C).
  - En cámaras de congelación (pudiendo llegar hasta -30° C).

Los alimentos según su estabilidad se pueden clasificar en: Alimentos estables, alimentos semi-perecederos y alimentos perecederos.

□ *Alimentos estables*

Los alimentos estables son aquellos que, al transcurrir el tiempo, no presentan pérdidas de sus cualidades y valores nutritivos en condiciones ambientales normales. En estos casos se deben mantener las siguientes medidas para su correcto almacenamiento:

- Los lugares donde se encuentran almacenados, deben estar ventilados.
- Deben estar sobre medios de almacenamiento, nunca directos al piso.
- Debe seguirse el principio “primero que entra, primero que sale”.
- Debe circular el aire entre los productos.
- El acceso a cada uno de ellos debe ser directo.
- No deben mezclarse con productos biodegradables y sustancias químicas.
- Debe eliminarse el acceso de animales a los lugares donde se almacenan los alimentos.

Estas medidas son también válidas en principio para los dos grupos siguientes.

□ *Alimentos semi-perecederos*

Los alimentos semi-perecederos son aquellos que, en un período de tiempo prolongado, pueden sufrir alteraciones en sus cualidades y valores nutritivos. Las condiciones de almacenamiento de estos productos son similares a las anteriores, aunque es necesario prestar atención en estos casos a la no alteración de las condiciones normales de temperatura y humedad en el aire, pues estas alteraciones sí pueden provocar deterioro de los mismos.

□ *Alimentos perecederos*

Los alimentos perecederos son aquellos que cambian muy rápidamente con el tiempo sus propiedades, precisamente estos alimentos son los de mayor valor nutritivo y por supuesto los de mayor demanda. Es por ello que estos alimentos requieren de una especial atención en su almacenamiento.

Es necesario primero que todo conocer las características del método de conservación empleado para estos productos. Hoy en día el método más utilizado es el método de la conservación mediante frío y la combinación de este método con algunos de los métodos anteriormente explicados.

Por ser el método de conservación mediante frío el de mayor uso, a continuación se refieren algunos de los aspectos a tener en cuenta en el almacenamiento de los alimentos que lo requieran:

- Una adecuada tecnología de almacenamiento y manipulación garantiza la calidad de los productos de acuerdo a los requerimientos del cliente a que se destinan los mismos.
- Este almacenamiento se emplea para reducir el deterioro durante la distribución de los productos perecederos y extender la vida útil de los alimentos procesados.
- El mismo no origina cambios en la composición química de los alimentos, tiene poco efecto sobre la textura y el valor nutritivo, y entre otros métodos de conservación, es el que provoca menos cambios en las propiedades originales.
- Es necesario tener un dominio de las temperaturas, que permiten la conservación del alimento sin afectar su calidad. Existen rangos de temperaturas de conservación mediante frío para todo tipo de alimentos perecederos, los cuales deben ser atendidos y aplicados.
- La humedad en el almacén climatizado es un factor que requiere de atención, ya que está relacionada con la conservación de la calidad de los productos. Si el aire está seco la humedad será tomada de los alimentos, provocando la pérdida de frescura de algunos productos como frutas y hortalizas. Si el aire está húmedo los alimentos se afectan.

- También debe prestársele atención a la compatibilidad organoléptica de los productos alimenticios, pues el hecho de que algunos productos no sean compatibles puede traer por consecuencia alteraciones en sus propiedades gustativas.

Se puede resumir, que las condiciones de almacenamiento de los alimentos, que necesitan climatización están en correspondencia, entre otras, con los siguientes requerimientos:

- Características organolépticas.
- Temperatura.
- Humedad relativa.
- Tiempo de conservación.
- Higiene.

En las Tablas No. 4.3, No. 4.4 y No. 4.5, así como en las Figuras No. 4.4 y No. 4.5 se muestran ejemplos que indican la necesidad de tener en cuenta algunos de los requerimientos anteriormente señalados para el almacenamiento climatizado de los alimentos.

Producto	Despide olor	Absorbe olor
Mantequilla	No	Si
Piña	Si	No
Leche	Si	No
Col	Si	No
Guayaba	Si	No
Cebolla	Si	No
Manzana	Si	No

**Tabla No. 4.3:** Alimentos que despiden y absorben olores

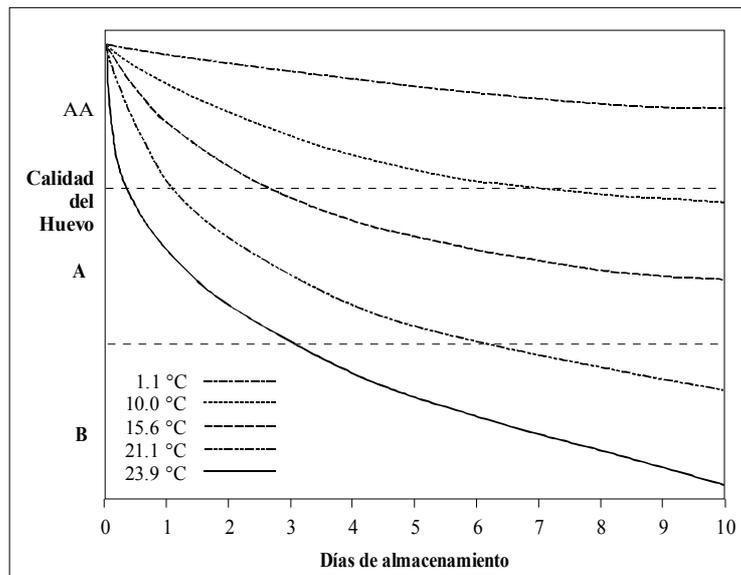
Producto	Temperatura de almacenamiento	Humedad relativa requerida	Tiempo de almacenamiento
Carnes de Res de 2da.	10.0 °C	80-85%	21 días
Manzanas	1.1 hasta 4.4 °C	90%	3-8 meses
Queso Gouda	4.4 hasta 7.2°C	80-85 5	90 días
Mantequilla	-11.0 hasta -9.0 °C	80-85 %	6 meses
Piñas	7.2 hasta 12.2 °C	85-90 %	3 hasta 12 semanas

**Tabla No. 4.4:** Ejemplos de requerimientos térmicos, de humedad relativa y duración aproximada del tiempo de almacenamiento de algunos productos alimenticios

Producto	Leche de vaca	Cebolla y ajo	Carne de cerdo	Huevo	Yogurt
Leche de vaca	C	N	N	N	C
Cebolla y ajo	N	C	N	N	N
Carne de cerdo	N	N	C	N	N
Huevo	N	N	N	C	N
Yogurt	C	N	N	N	C

Leyenda: C = compatible; N = no compatible

**Tabla No. 4.5:** Ejemplos de compatibilidad organoléptica entre algunos productos

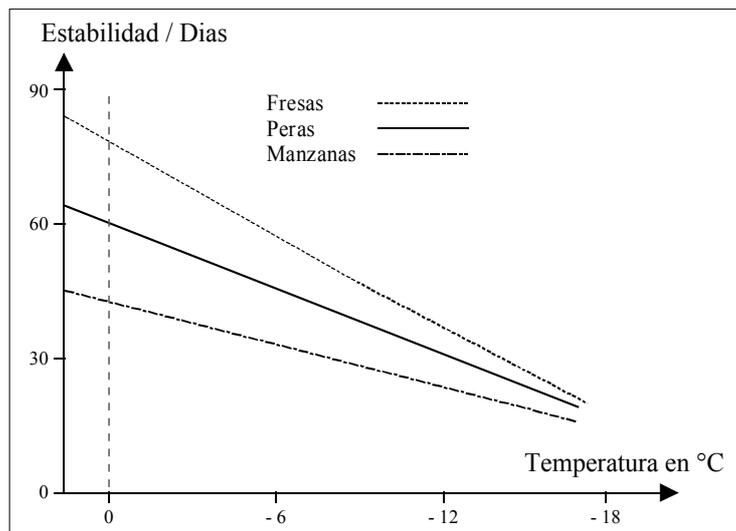


(Fuente: Adaptado del material de una publicación del Departamento de Ciencia Avícola de la Universidad de Agricultura de Otario)

**Figura No. 4.4:** Efecto del mantenimiento de la temperatura y del tiempo de almacenamiento sobre la albúmina

Un aspecto importante es que las condiciones de almacenamiento señaladas anteriormente, dependen de las características de los productos. Cualquiera de ellos mal seleccionados provoca las pérdidas de las características de calidad del producto. Un ejemplo es la temperatura. No siempre la temperatura más baja es la mejor, si el producto requiere temperatura de mantenimiento no se puede utilizar de congelación. En la figura No. 4.5 se muestra como la estabilidad / días de esos productos disminuye a medida que la temperatura es inferior a 0 °C.

Partiendo de estos parámetros se puede definir la necesidad de cámaras frías de conservación o congelación o ambas inclusive, así como de cuartos climatizados, que mantengan la temperatura alrededor de los 25 °C, esta temperatura, aunque no es baja en las



**Figura No. 4.5:** Estabilidad de los productos de acuerdo a la temperatura y a los días de almacenamiento

condiciones específicas de Cuba es necesario mantenerla pues el clima cubano tiende a temperaturas más altas o inestables.

Las formas de ubicar los productos en la cámara fría depende en primer lugar, como se ha explicado, de las condiciones de temperatura, humedad relativa y compatibilidad que estos requieran. En función de lo anterior, para que el aire pueda llegar a todos los productos de manera uniforme, es necesario dejar espacio libre que permita la circulación del mismo, mediante la separación de los productos:

- De la pared a una distancia mínima de 15 cm.
- Del piso a una distancia de 15 cm.
- Del techo a una distancia mínima de 15 cm.

La forma de almacenamiento en cámaras frías está en dependencia de la cantidad y tipo de surtidos y volúmenes asociados a cada uno de ellos, manteniendo el principio de rotación de los mismo (primero que entra, primero que sale). Deben tenerse en cuenta también los medios idóneos, que no propicien el deterioro de los productos.

En el caso del almacenamiento de productos frescos y más aún en el de los congelados, el aprovechamiento de la capacidad de almacenamiento y la manipulación, adquieren su máxima expresión debido a las diferencias considerables que existen entre los costos de explotación de estas instalaciones con respecto al resto de los almacenes en condiciones normales de temperatura. Se estima entre 6 y 8 veces más el costo del almacenamiento climatizado con respecto al normal.

#### 4.4 Las cámaras frías

El diseño de las cámaras debe garantizar la calidad del producto en aras de un adecuado servicio al cliente, satisfaciendo los requerimientos térmicos y la accesibilidad al producto en las cámaras, para lograr la preparación de los pedidos y una expedición ágil de los mismos. Ampliar en Instituto Internacional del Frío (1995).

En el diseño de las cámaras es necesario conocer el funcionamiento técnico de estas, su capacidad térmica y la disipación de calor permisible por: iluminación, condiciones climatológicas exteriores, infiltración de aire, que penetra en la cámara cada vez que se abre su puerta y otras fuentes de infiltración tales como rendijas, juntas de puertas deficientes, etc.

La necesidad de la existencia y cantidad de cámaras frías depende de las características y volumen de los productos a almacenar. Se han presentado casos en que una sola cámara no satisface la demanda por incompatibilidad de los productos, esto puede solucionarse con la adquisición de un refrigerador comercial en el cual se ubican los surtidos de menor volumen incompatibles con los de la cámara. En otros casos donde el volumen es mayor que la disponibilidad de cámaras existentes, pueden aparecer soluciones logísticas acorde a la circulación del producto.

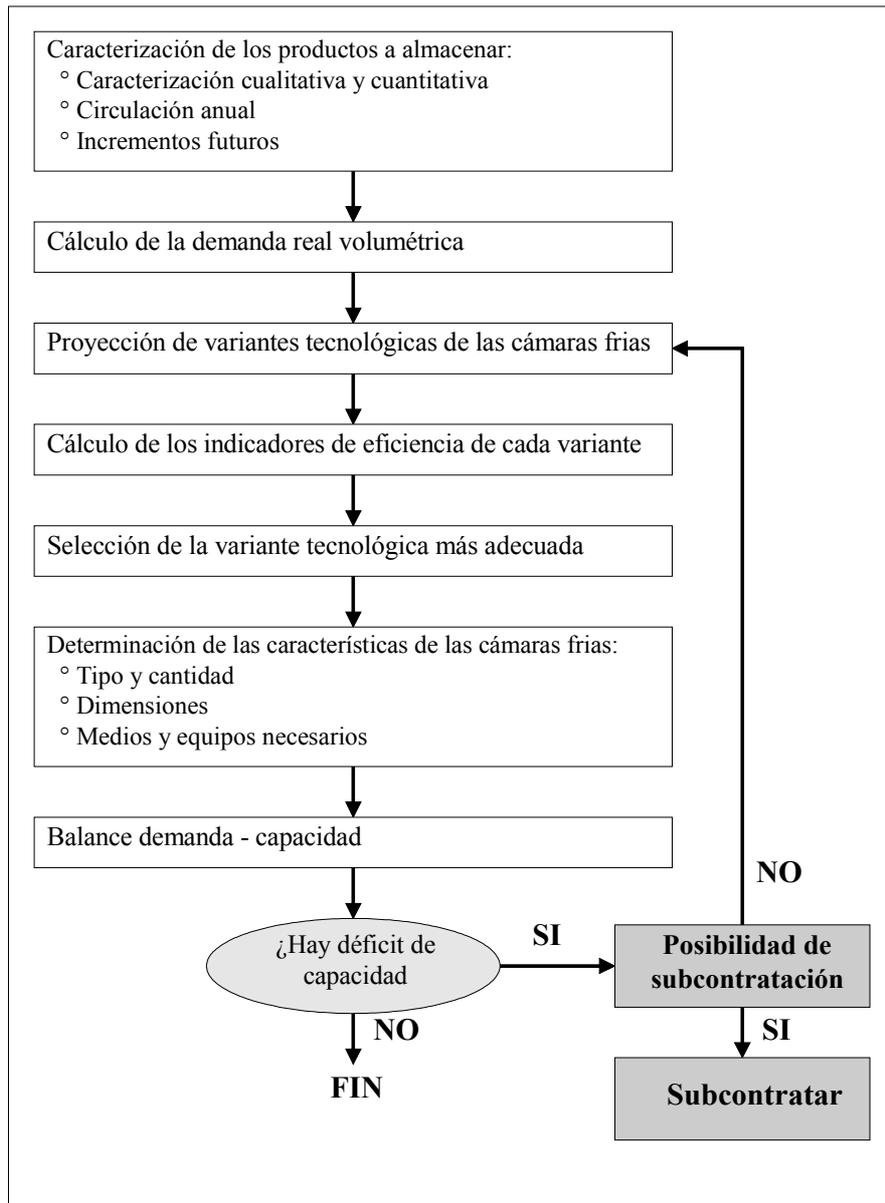
Es necesario conocer la circulación anual y el nivel de rotación del inventario, para así determinar la demanda real volumétrica del almacén y proyectar una o más variantes tecnológicas que satisfagan esta demanda y permitan una correcta organización del almacén especializado, sea en cámaras, cuartos climatizados, refrigerador domésticos o subcontratación de terceros.

Se debe proceder a la elaboración del Balance Demanda - Capacidad en función de la variante o variantes tecnológicas propuestas. En la Figura No. 4.6 se muestra la sistematización de estos pasos en forma de procedimiento para la realización del Balance Demanda - Capacidad de almacenamiento de productos que requieran refrigeración, basada en Hernández Milián y otros (1999).

Un aspecto fundamental, como se ha señalado con anterioridad, es la definición de las cantidades totales, que necesitan determinada temperatura de almacenamiento.

Se presenta el caso de que por requerimientos de determinados productos es necesario almacenarlos en cámaras de congelación, ejemplo: pescado, pero su volumen y rotación no requiere de una cámara de congelación; en este caso pueden almacenarse en los llamados freezer o congeladores industriales.

De igual forma, entre otros productos en el almacén objeto de estudio, puede presentarse demanda de almacenamiento para carne fresca, ésta necesita para su correcta conservación



**Figura No. 4.6:** Procedimiento para la realización del Balance Demanda – Capacidad de almacenamiento de productos que requieren refrigeración.

temperaturas bajas, al igual que el pescado, pero no pueden almacenarse en el mismo lugar por su incompatibilidad organoléptica, entonces se hace necesario determinar si una o más cámaras frías satisfacen la demanda de estos productos.

Por lo tanto, parte fundamental de este procedimiento lo va a constituir el cálculo de la demanda real volumétrica para productos con diferentes requerimientos. Aquí se parte de definir las cantidades totales de productos, que requieren de almacenamiento refrigerado y la capacidad total de la cámara fría de que se dispone o se vayan a adquirir teniendo en cuenta la factibilidad económica de la empresa para ello o en su lugar la variante de subcontratar los servicios a un tercero.

Una vez que se pone en funcionamiento la cámara debe chequearse periódicamente los parámetros fijados, ya que sus variaciones pueden incidir en el deterioro de los alimentos.

El mantenimiento y limpieza en las cámaras de refrigeración permite disminuir los riesgos en la contaminación de los alimentos, para lo cual es necesario mantener el lavado con agua caliente de las paredes y el piso, así como el uso adecuado de los instrumentos y productos especiales que permiten desinfectar las mismas. La limpieza debe efectuarse con la cámara frigorífica vacía y sin funcionar.

En lo que respecta a las estanterías y paletas o burros para cámaras frías, las mismas requieren de características técnicas específicas desde el punto de vista de sus dimensiones y tipo de material (acero inoxidable, plástico o combinadas). Por otra parte, según el uso para el que sean destinadas, las estanterías pueden ser de tubos, de gancho, etc.

Una de las soluciones adoptadas, para el almacenamiento de productos frescos y congelados, ha sido la instalación de cámaras frías modulares.

La tecnología de almacenamiento que se emplea para las cargas secas requiere de parámetros constructivos de naves, donde la altura o puntal juega un papel fundamental. En tal sentido existen aspectos esenciales que distinguen ambos tipos de cargas (secas y refrigeradas) y es por ello que se relacionan algunas de las razones por las que no deben instalarse cámaras frías en el interior de las naves destinadas para el almacenamiento de cargas secas. Ellas son, entre otras (ampliar en Torres Gemeil y otros 2000 y Mederos Cabrera / Torres Gemeil / Colectivo de Autores 2002):

- Las cámaras frías requieren para su instalación de soluciones hidrosanitarias.
- Resulta necesario una solución de impermeabilización y aislamientos de estas con respecto al piso.
- A los productos frescos y congelados se les asocia, por lo general, otros procesos tales como porcionado y necesidad de algunos insumos para su preparación y empaque para la venta.
- Las cámaras frías tienen una altura muy inferior a las de las naves de almacenamiento, lo cual genera un considerable desaprovechamiento de las capacidades.
- Los ritmos de entrada y salida de productos a almacenar en cámaras frías son mucho más intensos que los del resto de los productos, lo cual interrumpe los flujos tecnológicos del almacén.
- Las soluciones de manipulación y los requerimientos de operación difieren entre unos y otros productos.
- Para cada uno de estos grupos de productos se emplean diferentes medios de transporte que confluirían en las zonas de recepción y despacho.

Todo lo anterior indica que resulta económicamente más desventajoso colocar las cámaras frías dentro de los almacenes, que proyectar y construir aleros o similares para estos fines, donde puedan cumplirse los requerimientos específicos relativos a la recepción, almacenamiento y despacho de productos frescos y congelados.

#### 4.5 La cadena de frío

La cadena de frío se ha caracterizado tradicionalmente por tener una alta complejidad, debido a las características propias de los productos perecederos, pudiéndose definir por los autores como: "*Son los procesos de manipulación, almacenamiento, transporte y comercialización de los productos perecederos, bajo condiciones controladas de temperatura, humedad relativa e higiene, que garanticen la conservación de sus propiedades desde su origen hasta el consumo final*" (ver Van Arsdell 2000)

La logística en la cadena de frío es la encargada de garantizar su optimización al menor costo y con la calidad necesaria. Entre los elementos de la logística en la cadena de frío deben destacarse los siguientes:

##### □ *Almacenamiento*

Función que le sigue a la recepción de los alimentos, durante la cual permanecen estos en las condiciones requeridas de conservación, para su posterior distribución. Al igual que durante el transporte, durante el almacenamiento se deben mantener las condiciones necesarias para la conservación y mantenimiento dependiendo de las diferentes características de los productos.

Un almacén a temperatura controlada es muy diferente en esencia de un almacén convencional (para cargas secas), el costo del metro cúbico convencional es claramente inferior al costo del metro cúbico a temperatura controlada, por lo que el costo del almacenamiento se encarece significativamente (entre 6 y 8 veces más). Aunque siempre depende del grado de frío que se requiere por producto, el recubrimiento del almacén, los medios de almacenamiento, los equipos de frío y el gasto energético.

En el caso de los productos congelados, dado que el costo de refrigeración es más elevado, el aprovechamiento del espacio es el factor más importante, sin embargo, es conveniente tener presente, que es imprescindible compatibilizar el aprovechamiento del espacio con la accesibilidad al producto, que asegure una preparación de pedidos y una expedición más ágil, y especialmente para mantener la rotación bajo el principio de: "primero que entra, primero que sale", imprescindible cuando se trata de productos con fechas de vencimiento cortas. Además se recomienda que las cámaras estén abiertas solamente el tiempo mínimo indispensable.

### □ *Transporte*

El transporte (barcos, camiones isotérmicos, vagones ferroviarios, contenedores, etc.) es el medio que une todos los elementos de la cadena de frío. El transporte es el principal punto de ruptura de la cadena de frío, de hecho esta afirmación no está totalmente desacertada, pero también en otros procesos como la manipulación y el almacenamiento se presentan riesgos de ruptura de la cadena de frío.

Durante la transportación se deben tener en cuenta un grupo de aspectos para garantizar las condiciones requeridas por los diferentes tipos de productos alimenticios. Entre ellos, se pueden mencionar los siguientes:

- El medio de transporte debe estar bien situado con relación al punto de recepción y despacho y tener una solución que los una para evitar fugas de frío.
- No repartir las mercancías en vehículos que no sean refrigerados.
- El equipo de frío de los vehículos no debe ser apagado mientras contenga productos.
- Los contenedores de los vehículos refrigerados deben pre-enfriarse antes de cargar y las puertas deben permanecer abiertas el menor tiempo posible .

### □ *Manipulación*

Una de las funciones para garantizar el correcto manejo de la cadena de frío, consiste en perfeccionar al máximo el sistema de recepción y despacho, por cuanto estas operaciones, al no hacerse en forma rápida y con los medios adecuados, ocasionan pérdidas de temperatura con la consecuente incidencia sobre el estado de los productos. En la actualidad, en varios casos, los productos son descargados y/o cargados a granel, lo que implica que los vehículos permanezcan largo tiempo en las zonas de parqueo, mientras se realiza la operación, ocasionando de esta manera pérdidas de tiempo y temperatura y por lo tanto, afectando la duración y la calidad de los productos.

La carga y descarga de forma unitarizada reduce el tiempo de operación y contribuye al mantenimiento de la cadena de frío. Pueden mantenerse zonas de predespacho y utilizar sellos alrededor de las puertas para evitar el escape de frío.

En la manipulación se puede producir un deterioro de la mercancía y el consecuente perjuicio económico, pues aunque se congelen los alimentos, en su superficie puede haber habido una contaminación, la cual es retenida a bajas temperaturas, pero una vez que estas varían, los microorganismos retenidos se proliferan y actúan rápidamente.

El mantenimiento de los niveles de temperatura requeridos para cada uno de los productos con estas características, debe ser rigurosamente vigilado no sólo durante su almacenamiento, sino también en la transportación y comercialización, preservando las condiciones establecidas para ello mediante el uso de los equipos exigidos y de los instrumentos para el control de la temperatura y demás parámetros fijados.

En ocasiones, cuando el tiempo que transcurre, desde el origen de estos productos hasta su destino final, es prolongado, los mismos deben ser sometidos a las pruebas sanitarias que correspondan, según lo regulado para cada caso. Otro aspecto a considerar lo constituyen las exigencias y el control de las normas sanitarias para minimizar los riesgos de deterioro de los alimentos.

Durante la recepción de estos productos en la red minorista y también cuando hay que realizar el porcionado, pesaje y envasado de los mismos para la venta, pueden presentarse desequilibrios en la cadena de frío. Los materiales de envases, los útiles que se emplean y los medios de pesaje se mantienen igualmente controlados en cuanto a la limpieza e higiene, como parte de esta cadena.

Estas actividades también deben ser rigurosamente vigiladas y se realizan con el control estricto de la limpieza del local donde se llevan a cabo por parte de un personal debidamente adiestrado para ello y con el vestuario adecuado.

Para la conservación y presentación de los productos frescos y congelados para la venta se utilizan neveras o expositores acordes con las características de cada tipo de productos.

Los aspectos tratados en este tema revisten gran importancia, dado las implicaciones y magnitudes de los riesgos, que pudieran producirse, por el incumplimiento de algunos de los parámetros o exigencias establecidas, que puedan ocasionar contaminación a este tipo de productos.

## Bibliografía

**Comas Pullés, R. (1995):** Origen, desarrollo y situación actual de la logística en el mundo. 2da Conferencia Internacional Logística del IPSJAE. Ciudad de la Habana

**Frassao, E. (1996):** The American diet - A costly health problem. En: Food Review. Jan 96 (en inglés)

**Hernández Milián, R y otros (1999):** Cómo realizar un diagnóstico del sistema logístico de distribución. En: Revista Logística Aplicada 6, págs. 26 - 30

**Instituto Internacional del Frío (Editor) (1995):** Guía del almacenamiento frigorífico. Editada por el Instituto Internacional del Frío. Madrid

**Mederos Cabrera, B. / Torres Gemeil, M / Colectivo de Autores (2002):** Elementos de la Logística de Almacenes para el Proceso Inversionista. Monografía editada por la Sociedad Meridiano S.A de Cubase y el Grupo Consultor de Logística (GCL) del Centro de Investigación y Desarrollo del Comercio Interior (CID-CI). Ciudad de La Habana, octubre del 2002

**Sin autor (1996):** Food Engineering 2000. (Edition Chapman & Hall) (en inglés)

**Torres Gemeil, M. y otros (2000):** Logística en la Sociedad Meridiano. Monografía editada por la Sociedad Meridiano y el CID-CI. Ciudad de La Habana

**United States Department of Agriculture Food Safety and Inspection Service (Editor) (2003):** Principios básicos del almacenamiento de Productos Perecederos. [www.fsis.usda.gov](http://www.fsis.usda.gov) (Marzo 2003)

**Van Arsdell, W.B. (2000):** Quality and stability of frozen foods. Western Utilization research and development division. Albany, California (en inglés)

## 5 Tecnologías de la información y las comunicaciones en la logística

*Autores:* Joachim R. Daduna, Beatriz Mederos Cabrera y Manuel Torres Gemeil

**Resumen:** Con el desarrollo de la computación, se han introducido también tecnologías de la información y las comunicaciones en la logística, que permiten una mayor agilización en el comercio y un cambio en las concepciones hasta ese momento existentes. Entre ellas se pueden mencionar la e - logística, el comercio electrónico, el control de los medios de transporte y de las cargas por vía satélite y la bolsa de fletes, así como la utilización del código de barras.

### 5.1 La e-logística

El uso de Internet como vía para el intercambio ha transformado el comercio y diferentes actividades relacionadas con éste. A partir de aquí surge una nueva nomenclatura para estas actividades, donde los términos son precedidos por la letra "e" (*electrónica*). De esta forma se tiene por ejemplo: *comercio electrónico* o *e-commerce*, que se está convirtiendo rápidamente en un factor decisivo del comercio mundial. Las empresas y organizaciones reconocen que el futuro está en Internet, que se ha convertido en la tienda más grande del mundo donde se ofertan, compran y venden productos y servicios desde todas las latitudes del planeta, por tanto es tema en las agendas de casi todas las organizaciones internacionales y está siendo objeto de la máxima atención por parte de la mayoría de los gobiernos en todo el mundo (ver CEPEC-MINCEX 1998; sin autor 2003).

Si se define el comercio electrónico como "cualquier forma de transacción de negocios en la cual las partes interactúan electrónicamente y no mediante intercambios materiales o contacto físico directo", es evidente que el mismo no es nada nuevo, y que en su evolución ha utilizado diversos instrumentos como soporte desde el telégrafo hasta Internet, pasando por el teléfono, el telex y el fax.

Sin embargo, el advenimiento de Internet, con su extraordinaria difusión y abaratamiento de las comunicaciones, ha sido lo que ha creado condiciones cualitativamente nuevas, favorables para el desarrollo y el auge del comercio electrónico. El vertiginoso incremento de los usuarios de la Red de Redes es la que convierte a Internet en el marco propicio para el desarrollo del comercio electrónico. Ello se puede ejemplificar con las siguientes cifras, en 1997 se estimaba que el volumen del comercio del electrónico alcanzó unos 24 000

	<b>Consumidor (Consumer)</b>	<b>Negocio (Business)</b>	<b>Dirección (Administration)</b>
<b>Consumidor (Consumer)</b>	Consumer-to-Consumer (Pequeños mercados en Internet)	Consumer-to-Business (Bolsa de trabajo)	Consumer-to-Administration (Declaración de impuestos)
<b>Negocio (Business)</b>	Business-to-Consumer (B2C) (Entre empresa y consumidor)	Business-to-Business (B2B) (Entre empresas)	Business-to-Administration (Entre empresa y administración)
<b>Dirección (Administration)</b>	Administration-to-Consumer (Apoyo estatal)	Administration-to-Business (Facilitar relaciones entre instituciones públicas en Internet)	Administration-to-Administration (Transacciones entre instituciones públicas)

**Tabla No. 5.1:** Formas básicas del comercio electrónico

millones de USD, mientras que en el 2002 fue superior a los 1 522 000 millones de USD (ver Bernabeu 2002).

Las formas básicas del comercio electrónico se pueden apreciar en la Tabla No. 5.1, donde debe señalarse que las más utilizadas son entre empresa y consumidor (*Business-to-Consumer* - B2C) y entre empresas (*Business-to-Business* - B2B), aunque todas muy estrechamente relacionadas con el negocio electrónico o e-business.

Posteriormente se trata sobre la repercusión de la información electrónica o e - información en la logística y en otro tomo se profundiza sobre el papel y la incidencia del comercio electrónico en la logística (ver también en Acevedo Suárez 2001; Borri 2000; Boston Consulting Group 2002 y Daduna 2000).

De forma general se reflejan en la Tabla No. 5.2 las ventajas y desventajas del comercio electrónico, donde a criterio de los autores con el desarrollo en los próximos años las desventajas se podrán ir reduciendo. Para alcanzar estas ventajas se requieren de un grupo de inversiones, entre las que se destacan las nuevas tecnologías, la infraestructura y una capacitación especializada.

Es por ello que las infraestructuras constituyen una restricción importante en el comercio electrónico, ellas deben cubrir varias etapas, que pudieran esquematizarse de la siguiente forma:

□ *Madurez del comercio electrónico:*

- Se está en fase de despegue.
- Acciones sin beneficios inmediatos.
- Modelos viables de comercio electrónico sin beneficio.

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Permite hacer más eficientes las actividades de cada empresa</li> <li>◦ Reduce las barreras de acceso</li> <li>◦ Amplía su capacidad de acceder a prácticamente cualquier producto</li> <li>◦ Reduce o incluso elimina por completo los intermediarios</li> <li>◦ Costos muy bajos</li> <li>◦ Diálogo interactivo continuado</li> <li>◦ Disminuye el tiempo entre la solicitud y el momento de compra</li> <li>◦ Información personalizada</li> <li>◦ Segmentación del mercado</li> <li>◦ Rapidez en la respuesta</li> <li>◦ Da mayor protagonismo al cliente</li> <li>◦ Paso de una "cultura de vendedor" a otra de "comprador"</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ La validez legal de las transacciones y contratos "sin papel"</li> <li>◦ La necesidad de acuerdos internacionales</li> <li>◦ Protección de los derechos de propiedad intelectual</li> <li>◦ La dificultad de la protección de los consumidores</li> <li>◦ La dificultad de encontrar información</li> <li>◦ La seguridad de las transacciones</li> <li>◦ La congestión de Internet, lo que provoca la imposibilidad de conexión de los usuarios</li> </ul>

**Tabla No. 5.2:** Ventajas y desventajas del comercio electrónico

- Espera de respuesta del consumidor.
- *Disponibilidad de software adecuado:*
  - Apoyo a acciones comerciales y productivas.
  - Permitir intercomunicación sin problemas.
  - Estar estandarizado.
  - Confianza generalizada.
- *Red adecuada de computadoras:*
  - Sin problemas de amplitud de banda.
  - Concesión del protocolo de dirección (*Internet Protocol -IP*).
  - Calidad de servicio.
  - Ampliamente extendida.

Por lo anteriormente expuesto la e-logística juega un papel importante en este desarrollo. La misma se basa en soportar el flujo de información y financiero de la logística en Internet sobre la base de un seguimiento *online* del flujo físico de mercancías y cargas, y una interacción permanente entre los clientes, los proveedores y los operadores logísticos que intervienen en las operaciones logísticas, con vista a lograr una aceleración significativa de los ciclos y una reducción de costos.

El fenómeno Internet y todos los desarrollos tecnológicos que están teniendo lugar para impulsar la realización de negocios a través de la Red de Redes, están reconfigurando las cadenas de valor de las empresas y obligando a redefinir su planificación estratégica.

Se puede considerar este hecho como un factor estratégico de primera magnitud, que lleva a las empresas a tener que desenvolverse en un terreno de juego distinto al tradicional de los mercados físicos, con unas nuevas reglas que hay que conocer y aplicar: las de los negocios y mercados virtuales. Es necesario prepararse para el tránsito de una economía industrial a una economía electrónica.

Analizando el fenómeno Internet desde la óptica de la administración de empresas, los negocios en la actualidad compiten en dos mundos o entornos diferentes:

- El físico, es decir, el de los recursos que los directivos pueden ver y tocar.
- El virtual, generado a partir del uso casi exclusivo de la información y de las herramientas telemáticas.

Teniendo en cuenta esta consideración, se puede decir que en la empresa actual pueden diferenciarse dos dimensiones: la física o tradicional y la virtual o electrónica. Esta última dimensión es resultado de la transformación de los procesos clave del negocio con la aplicación de las tecnologías relativas a Internet.

Un elemento clave a tener en cuenta para las empresas de inicios de este siglo, tal vez el más importante, es el impacto de las tecnologías de la información, ya que es necesario preguntarse: ¿qué va a pasar con las estructuras de las industrias cuando los mercados electrónicos y las autopistas de la información transformen los patrones tradicionales del comercio y de los negocios?

El primer punto que debe reglamentarse en la tienda virtual es la disponibilidad de los productos en existencia. Si al realizar el pedido no hay forma de conocer las existencias, los retrasos o incluso los fallos en la entrega son inevitables. Esta es la forma más habitual de perder para siempre un cliente fiel. Una solución consiste en eliminar temporalmente los productos agotados del catálogo e indicar al cliente el plazo de entrega máximo.

Cuando el comprador ya ha terminado de "llenar el carrito", debe facilitar la información relativa al lugar de entrega. Gran parte del éxito del proceso depende de este momento de intercambio de información entre el vendedor y el comprador. En esta fase del pedido no cabe tener miedo y debe intentarse obtener del cliente aquella información que sólo él conoce. No importa ser demasiado exhaustivos, pues cualquier imprecisión a este nivel puede generar fallos en la entrega.

En algunos casos, el destinatario quiere recibir su pedido en la oficina o en casa de algún vecino. Por eso es importante distinguir entre la información que atañe al destinatario final y al destinatario logístico.

Los principales focos de error residen en la calidad de la información que se recibe y en el tiempo que tardan las gestiones administrativas, las cuales determinan el principio de las

operaciones logísticas físicas y por lo tanto, el final de las mismas. No obstante, la automatización de la cadena logística exige una inversión que no se justifica cuando el número de pedidos diarios no es muy elevado. Sin embargo, desde el momento en que las ventas se disparan tras una campaña publicitaria o gracias a unas buenas recomendaciones, la organización logística suele sobrecargarse fácilmente. En ese preciso momento se desencadena la dinámica del fracaso, las carencias en la transmisión de la orden logística repercuten en la calidad de proceso logístico global, lo que se traduce en insatisfacción entre los compradores que asaltan a la tienda virtual con llamadas telefónicas y mensajes electrónicos mordaces que contribuyen en mayor medida a desorganizar el sitio web. Esta situación se ha repetido últimamente en las empresas relacionadas con la economía virtual. A título de ejemplo, a finales de julio los clientes americanos de la tienda virtual HomeGrocer.com (<http://www.homegrocer.com>) se vieron obligados a retrasar un día más de lo necesario su plazo de entrega después del éxito que obtuvieron en una campaña publicitaria, la cual derivó en un alud de nuevos pedidos. La red de distribución de la empresa se saturó.

Una vez que se ha realizado la entrega, el servicio logístico del vendedor no ha terminado aún su trabajo. Ahora es el momento de valorar el nivel de calidad de su organización logística. La información logística juega un papel principal en el marco de las ventas virtuales. La información relacionada con la entrega permite al vendedor saber si el conjunto de la cadena logística ha funcionado según lo previsto. Los mensajes informativos deben ser precisos y efectuarse en tiempo real para que el vendedor pueda estar en posición de poner en marcha una acción correctiva en caso necesario.

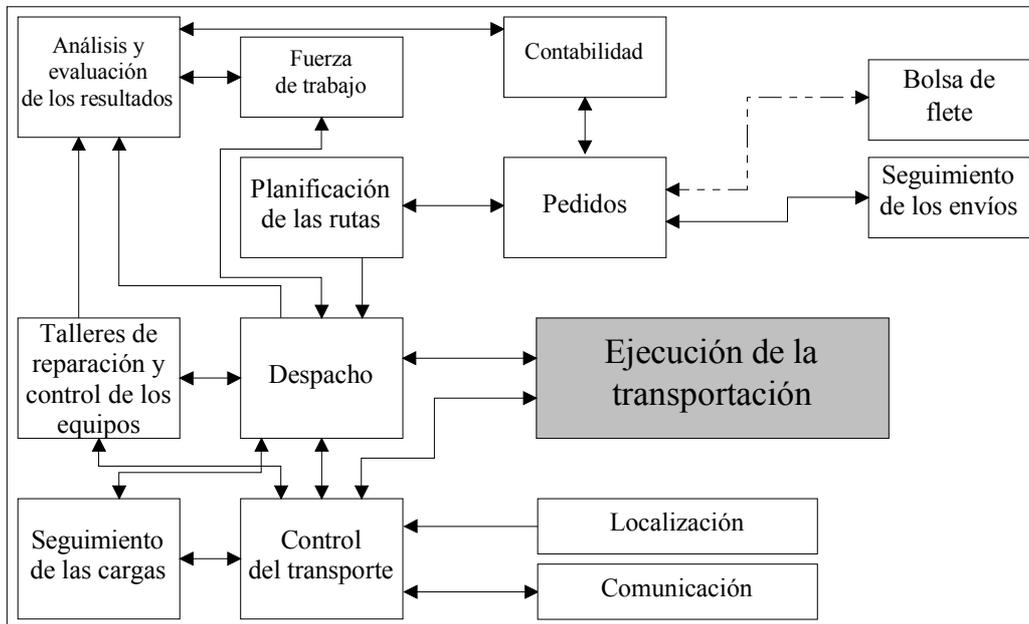
Hoy en día, la mayor parte de las tiendas virtuales valoran el nivel de servicio logístico a través de las llamadas de reclamación de los clientes. Este método empírico de funcionamiento ofrece una visión de la situación que separa el mundo virtual de la realidad. La economía virtual no deja de hablar de la importancia de mejorar la relación con el cliente y sin embargo, todavía no existen herramientas para la *Gestión de las Relaciones con el Cliente* (*Customer Relationship Management - CRM*) que integren la información logística sobre la marcha (ver Borri 2000).

La mejor forma de conocer la calidad de su organización logística, y poder subsanar a tiempo cualquier error, consiste en conocer cada día lo que ha ocurrido con todas y cada una de las entregas previstas. Además, el hecho de anticiparse a los posibles errores logísticos reduce sobremanera el grado de insatisfacción del cliente.

## **5.2 Desarrollo de la información y la comunicación para el transporte**

El desarrollo de la información y la comunicación también ha beneficiado en gran medida a la transportación, ello se puede apreciar en la Figura No. 5.1, donde se interrelacionan diferentes actividades que pueden tener lugar en la ejecución de la transportación y su

control puede realizarse computacionalmente, como lo son la planificación de las rutas, el control técnico y productivo de los equipos y los talleres, el control de los equipos de transporte, el seguimiento de los envíos y la parte administrativa (contabilidad, fuerza de trabajo, etc.) (ver Daduna 2004).



**Figura No. 5.1:** Componentes del sistema de la e-logística en la transportación

### 5.2.1 Control de la información y la comunicación en el transporte

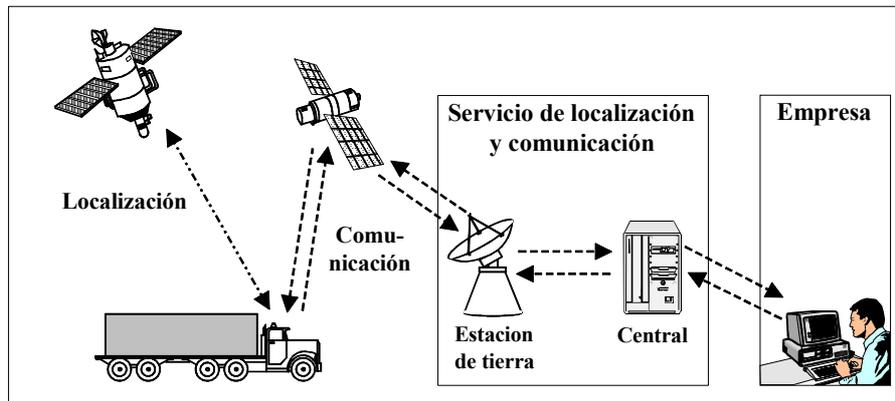
Un ejemplo de nodos de información en la logística es la creación en los años 80 de los sistemas de control en el transporte, también llamado de la flota, que es la comunicación y localización de los vehículos de transporte de carga mediante satélites.

Este sistema de control cumple varias tareas a través de la comunicación que existe entre el vehículo y la central. Se puede tramitar la documentación y las ordenes de trabajo, es decir, se puede controlar todo el proceso, lo que trae como consecuencia una administración más eficiente de los recursos.

Existe una comunicación entre el chofer del vehículo y la central pudiendo el controlador conocer y chequear su posición, su estado técnico, las ordenes de trabajo etc. Las ventajas de este sistema es el empleo eficiente de los recursos que se tienen y la reducción de la contaminación ambiental debido a la utilización más racional del transporte.

En diferentes países en la actualidad, se han instaurado sistemas de control de la información en el transporte. Es un sistema geográfico de información, con bases de datos, donde se tiene el conocimiento de las características de todas las redes viales (ancho de las calles, sentido de dirección de las mismas, cómo están utilizadas, etc.), así como la situación que las mismas presentan en cada momento (si se están reparando, si están bloqueadas, si hay

embotellamiento, etc.). En la Figura No. 5.2 se muestra un ejemplo al respecto (ver Daduna 2000).



**Figura No. 5.2:** Ejemplo gráfico del control en el transporte o la flota

Para lograr informaciones que sean realmente utilizadas por los clientes deben conformarse diferentes planos de información agrupadas de acuerdo a los intereses o necesidades, mencionados anteriormente.

Estos planos, como soporte de la información, que se conectan o comunican con la Central, conforman la Base de Datos que permite brindar la información requerida. Por ejemplo, ahí están las empresas constructoras de calles, que entre otras, vierten información a la Central de Datos y todas las informaciones están en diferentes planos. El primer plano es el actual de las calles y así hasta tener toda la situación operativa que puede ser utilizada por la Empresa y el medio de transporte. Este es el concepto de datos almacenados, hay interrelación entre la Calculadora de Nodos y la base de datos.

La información es centralizada y se conforma con los datos de los diferentes planos y el cliente puede solicitar los cambios que sean de interés, todo ello con vistas a lograr respuestas rápidas en la información. Cualquiera que sea el sistema de posicionamiento empleado, existen dos opciones para la obtención de la información:

- La base se comunica con el vehículo, según sea su necesidad de conocer dónde se encuentra.
- Establecer ciclos de cuestionamiento, o sea, que en un período de tiempo se reporta para que la central conozca su ubicación. En el caso de las ciudades, debido a la existencia de zonas de interferencia, estos ciclos se hacen pequeños. Ejemplo: con 10 minutos en carretera es suficiente, sin embargo, en la ciudad ese tiempo es excesivo.

Entre las ventajas del control del transporte se pueden mencionar las siguientes:

- Permite conocer si se sigue la ruta establecida y se entrega con puntualidad la carga por parte de los choferes.

- Cuando existen órdenes adicionales se puede decidir, según donde se encuentren los vehículos, si toman la orden o no.
- En el caso de distribución en ciudades se puede llegar a variar la ruta, según sea el estado del tráfico en el momento, para viajar por las vías menos congestionadas o evitar cualquier obstrucción en las calles.
- Permite reducir el número de viajes con una aplicación más eficiente de los recursos existentes y al mismo tiempo reducir la contaminación del medio ambiente.
- Permite conocer en todo momento el estado técnico de los vehículos.

### 5.2.2 Sistemas de control del transporte por satélite

En la actualidad existen diferentes sistemas de control del transporte por satélite; entre ellos se encuentran (ver Daduna 2000; Kunin 2002; Torres Gemeil / Daduna / Mederos Cabrera / Martínez Rodríguez 2003):

- *Sistema de Posicionamiento Global (Global Positioning System - GPS)*

El margen de error de éste es de 50 m. Posee una red de 24 satélites y para proporcionar la información, trabajan tres satélites al mismo tiempo. Desarrollado por el ejército de los Estados Unidos de Norteamérica y se utiliza hoy también en la vida civil, de igual forma el DGPS.

- *Sistema Diferencial de Posicionamiento Global (Differential GPS - DGPS)*

Empleando los mismos satélites que el anterior, logran un margen de error de 2 a 3m.

- *Sistema de Navegación Global (Global Navigation System - GLONASS)*

Es empleado por el Ejército Ruso, en estos momentos se comercializa también en la vida civil.

- *Sistema Europeo de Navegación Galileo*

Un sistema europeo con 30 satélites para competir con el GPS y con el GLONASS. Su puesta en explotación esta prevista para el año 2008.

Existen también otros dos proyectos en fase de introducción: el auspiciado y dirigido por la Unión Europea (*European Geostationary Navigation Overlay Service - EGNOS*) y el desarrollado y operado por USA (*Wide Area Augmentation System - WAAS*), que tienen el objetivo de mejorar la exactitud en la localización de los medios de transporte. Estos dos proyectos están estrechamente relacionados con los mencionados anteriormente (GPS, GLONASS y el planificado Galileo).

A continuación se enumeran algunos ejemplos de entidades que brindan este tipo de servicio:

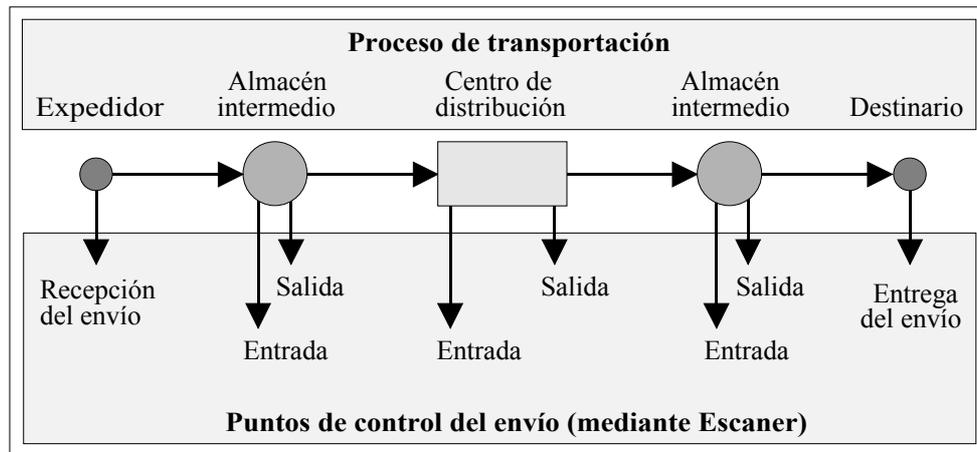
- *Entidad con un sistema propio de satélite*  
*EutelTRACS* (ver <http://www.eutelsat.com>):  
Consta de satélites propios los cuales comercializan. La ubicación y comunicación la realizan por su satélite al centro Europeo, después al centro Nacional y así sucesivamente hasta llegar al cliente, que paga un impuesto por la utilización del sistema y una tarifa por cada información, un poco más cara que la tarifa telefónica, más el costo del equipo, que tiene un precio de aproximadamente 1 000,00 USD por cada vehículo de transporte.
- *Entidad sin un sistema propio de satélite* (con la utilización tanto del GPS, como del DGPS)
  - Sistema normalizado:  
Entre ellos se pueden mencionar los siguientes sistemas de control en el transporte *FleetBoard* (<http://www.fleetboard.de>), *Transpo-Fleet* (<http://www.eurolog.com>), *CargoFleet* (<http://www.euro-telematik.de>), *logiweb* (<http://www.gedas-tele-matics.de>) y *map&guide fleet monitor* (<http://www.ptv.de>).
  - *Sistemas especializados*:  
Aquí se trata de cargas y vehículos de transporte sobre los que se debe tener un riguroso control. Por ejemplo, para cargas peligrosas cuyos vehículos deben mantener un recorrido prácticamente inviolable o para cargas refrigeradas, cuya temperatura debe mantenerse en parámetros prefijados. Estos procesos técnicos y de información se realizan de forma automatizada. Uno de estos sistemas es el, *TIPS COOL* (<http://www.ohb-teledata.de>), para el control de los datos de la temperatura.

Estos sistemas también se ofertan para el control de contenedores y paquetes, lo cual se explica brevemente a continuación.

Cuando la carga deja un medio de transporte no se puede controlar, esto es un problema sobre todo si la carga tiene valores elevados, por esta razón se ha desarrollado un sistema para que los contenedores sean registrados por satélite, esto se puede controlar desde el productor hasta el cliente aunque vaya en diferentes medios de transporte. Se utiliza cuando las cargas son valiosas y necesitan seguirla secuencialmente. Para el cliente se reduce los gastos de seguro cuando la firma aseguradora tiene gran seguridad en la protección de la mercancía y disminuyen los costos también en este sentido.

Adicionalmente se ha llegado a una etapa superior donde no sólo se controla al equipo sino también se han integrado las cargas, es decir se pueden supervisar por esta vía (satélites) las cargas. Esto es un componente de la logística de la información, se conoce en la literatura como sistema *Tracking and Tracing*, el cual mediante la identificación de los paquetes se controla la secuencia de dicho envío, esto es utilizado por diversas compañías, entre las

que se encuentra DHL. En la Figura No. 5.3 se muestra un ejemplo hipotético del posible comportamiento del seguimiento a un envío.



**Figura No. 5.3:** Comportamiento del seguimiento a un envío

### 5.2.3 Bolsa de flete

Las bolsas de fletes son un mercado virtual, donde coinciden los demandantes de carga y los ofertantes (bolsa de contratación). Surgen de la necesidad de relacionar a los transportistas con sus clientes.

Por ejemplo, el dueño de una carga necesita transportar ocho toneladas desde La Habana hasta Matanzas, el día 12/3/2003 y debe llegar el 13/3/2003 a las 10:00 a.m., pero no tiene transporte. Envía su solicitud a la Bolsa de Flete, si hay un transporte que va en esta dirección, la expedidora hace la oferta al cliente (pueden haber diferentes ofertas de firmas expedidoras) entonces el productor puede escoger la oferta que le convenga y la envía a través de Fax, teléfono, correo, etc.

Al revés, existe un camión disponible Habana - Pinar del Río de 16 t el 12/3/2003, que debe salir a las 4:00 p.m. y tiene diferentes ofertantes (4 t, 10 t, 6 t, 8 t), el expedidor reúne y combina las órdenes, el objetivo es que converjan la oferta y la demanda, a través de este sistema se ahorran muchos recursos (se utiliza también en transporte de pasajeros).

## 5.3 Utilización del Código de Barras

En el mundo actual los sistemas contables y de control se caracterizan por ser una representación instantánea y fidedigna de las operaciones que están ocurriendo, esto se logra realizando la recolección de datos de forma automática, es decir, se usan las tecnologías que logran que los datos lleguen a los sistemas de forma rápida y exacta y tienen cómo recoger los datos de manera automática, asegurando la calidad y disponibilidad de los mismos.

Para lograr esto es importante tener en cuenta los siguientes elementos:

- Que la captación de los datos se produzcan en el sitio y en el momento en que estos se generan. Ello se logra haciendo que el sistema computacional tenga presencia donde se originan los datos.
- Que el sistema pueda reconocer directamente el ítem de que se trata. Para lograr esto existen varios métodos como el uso de bandas magnéticas, tarjetas inteligentes, reconocimiento de caracteres y el Código de Barras. Este último es el más extendido en el mundo por su facilidad de impresión.

**Código de Barras:** Es la tecnología de identificación automática de productos más avanzada que existe en el mundo desde inicio de los años 70 (ver Valmaña Montalves / López Amado 1996).

El primer código de barras en el mundo, plenamente operativo, surgió en los Estados Unidos de Norteamérica en 1973, diseñado por la IBM, la RCA, PITNEY - BOWES y otros dando lugar a la simbología UPC (Universal Product Code), hoy conocida como UCC (Universal Council Code).

La aceptación mundial de este sistema se debe a la confiabilidad que ofrece debido a su exactitud y precisión para la recolección automática de la información impresa. Permite codificar a firmas o compañías diferentes, ya sean productoras o comercializadoras, así como a sus productos y formas de presentación.

La identificación a través del código de barras, no sólo se limita a la codificación del producto del sector productivo o comercializador, puede y es utilizado como una herramienta técnica a fin de incrementar la eficiencia de los negocios, independientemente de la naturaleza del sector.

El código de barras es por tanto un efectivo sistema de comunicación que puede integrar a todos los elementos de la cadena logística del comercio, incluyendo a los suministradores de materia prima, productores, manipuladores, importadores, distribuidores, vendedores y consumidores.

Es conveniente destacar que la implementación a escala mundial de este avanzado sistema informativo genera de por sí una nueva técnica que amenaza a los productores que viven en los países menos desarrollados. Esto se debe a que el código en sí mismo se ha convertido en un sello de calidad para el consumidor, lo que determina que los clientes comercializadores, no importen o no compren artículos que no posean el código de barras.

### **5.3.1 Ventajas de la aplicación del Código de Barras**

La utilización del código de barras representa ventajas para el productor, el comerciante tanto mayorista como minorista y para los consumidores o clientes. Aunque siguen

descubriéndose aplicaciones del código de barras, que reportan beneficios para todos los integrantes de la cadena de suministros, a continuación se mencionan la mayoría de ellos:

- Utilización de una codificación estándar entre los socios para los negocios.
- Captura de datos de forma rápida, eficiente y eficaz.
- Gestión inmediata de la información.
- Mejor servicio a los clientes.
- Posibilidad en el control de los almacenes.
- Reducción de errores en la identificación del producto y en la facturación.
- Coadyuva al mejoramiento en la planeación de la producción.
- Integración de un sistema informático interno que abarque las materias primas, productos en proceso y productos terminados con el *Intercambio Electrónico de Información* (EDI).
- Mejora la información relativa al comportamiento de los productos en el mercado
- Viabiliza la gestión artículo por artículo.
- Mejora ostensiblemente la gestión de aprovisionamiento.
- Información directa de la ejecución diaria.
- Ahorro de tiempo en tareas de cobro y etiquetado.
- Información pormenorizada sobre el producto.
- Disminución sustancial del tiempo de espera en los puntos de venta.

La aplicación del código de barras ha reportado grandes beneficios para empresas líderes en el mercado mundial. La codificación ha transformado los planteamientos comerciales de empresas dedicadas al ocio cultural, pues la información que se desprende del código de barras es básica para la toma de decisiones, con ellas se puede trabajar teniendo presente conceptos tales como rotación, precio y márgenes de beneficio. Se puede saber exactamente en qué productos y cuánto se debe invertir. La importancia del código de barras en la obtención de datos acerca de la situación y tendencias del mercado y el ciclo de vida de los productos, son de las principales ventajas del sistema, que se centran en la eliminación de errores de caja y en el control a tiempo real del inventario, gracias a la automatización de la captación de los datos de venta.

### **5.3.2 Nivel de aplicación internacional del Código de Barras**

Como se expresa anteriormente el código de barras surge en la década del 70 y ya a mediados de los 80 en Europa el nivel de introducción era como aparece en la Tabla No. 5.3, donde además se observa, que ya en los años noventa el nivel de introducción comenzó a crecer en todos los sectores.

En la década del 90 se le suma el sector de libros y revistas con un crecimiento significativo dada las ventajas que le reporta (ver Tabla No. 5.3).

Sector	En los años 80 (%de aplicación)	En los años 90 (%de aplicación)
Alimentación	93.5	Prácticamente el 100
Farmacia	83	Prácticamente el 100
Ferretería	50	65
Bazar y Juguetería	35	71
Material de Oficina	30	57
Textil y Calzado	17	33
Libros y Revistas	-	81

**Tabla No. 5.3:** Nivel de introducción del código de barras

Al cierre de 1994 habían 286 556 compañías que se beneficiaban de las normas *European Article Numbering* (EAN) lo que hace un crecimiento de un 21% respecto a las firmas existentes en 1993, que unidas a las 138 000 compañías que en los Estados Unidos de Norteamérica y Canadá tienen el código UCC, hace un total al cierre de 1994 de 424 558 entidades que en el mundo usan el mismo sistema de información. Además hay más de 642 000 tiendas con scanners instalados en prácticamente todos los sectores del comercio (ver Sin autor 1991; Mira 2002).

La EAN Internacional, es una asociación voluntaria de miembros sin ánimo de lucro, creada para satisfacer las necesidades de sus usuarios. Su primer objetivo es el de dirigir un sistema internacional de numeración que permita, de una manera única y no ambigua, identificar productos, servicios, unidades de transporte y locaciones.

### 5.3.3 Aplicación del Código de Barras en Cuba

En enero de 1990 Cuba, a través de la Cámara de Comercio, solicitó su ingreso a la EAN Internacional, creando el Buró EAN de Cuba, asignándosele el código 850 en los tres primeros dígitos a todos los productos cubanos, que los identifica a nivel internacional .

El Código EAN en la modalidad de 13 dígitos, permite identificar de forma única e inequívoca al país (3 dígitos), productor (4 dígitos), producto (5 dígitos), a los que se añade el dígito de verificación que es el resultado único de un cálculo en el que intervienen todas las demás cifras y tiene por objetivo evitar y detectar errores en la lectura generados por defectos de impresión (ver sin autor 1987; Buró EAN Cuba 2002).

Una ilustración de lo anteriormente expuesto se refleja en la Tabla No. 5.4 a manera de ejemplo.

Si el producto va dirigido al canal mayorista (entrada - salida de almacenes, transporte, cash and carry, etc.) se recomienda entonces efectuar su codificación mediante el código EAN-128, el cual es una de las simbologías de código de barras dimensionales más compactas.

País	Productor	Producto	Dígito de comprobación
PPP	X X X X	X X X X X	C
850	0 0 0 0	4 5 8 7 2	3
Cuba	Suchel	Desodorante Primavera	

**Tabla No. 5.4:** Un ejemplo esquemático de la estructura del código EAN-13

El código de barras UCC / EAN-128 está compuesto de la siguiente forma (ver EAN/UCC 2002):

- Un margen claro.
- Un carácter de inicio A, B o C.
- Un carácter FNCL.
- Datos (identificador de aplicación + campo de datos).
- Un carácter de comprobación de símbolos.
- Un carácter de parada.
- Un margen claro.

En la Figura No. 5.4 se representa un ejemplo del código de barras UCC / EAN-128.



**Figura No. 5.4:** Ejemplo de código UCC / EAN-128

Se presentan diferentes situaciones con los artículos, para los cuales se hace necesario introducir cambios en su código de barras. El código EAN-13 del artículo debe ser cambiado por las razones siguientes:

- Ante cualquier cambio o variación en uno o varios atributos de un artículo base que dé como resultado un artículo aceptado como diferente por todas las partes (fabricantes, distribuidores, consumidores, etc.) tallas, colores, modelos, aromas, etc.
- Cuando el producto base cambia sus dimensiones (medidas).
- Cuando el producto base cambia su peso.
- Cuando se suma al producto base un añadido que modifica sus dimensiones.
- Cambios de nombre o anagrama comercial (marca).

- Combinaciones de productos, como si de uno nuevo se tratara.
- Cambios en el envase o embalaje del producto.
- Regalos en el exterior del envase que afectan a su volumen.

No es necesario realizar cambios del código cuando se presentan las situaciones siguientes:

- Variación en el precio de venta del artículo.
- Leves modificaciones en el artículo no apreciadas por los consumidores.
- Regalos en el interior del envase que no afectan su volumen.
- Sorteos de los productos a la venta.

Existen una serie de barreras para la adopción del código de barras que deben ser vencidas para poder llegar a implementar los sistemas de codificación imprescindibles, entre ellos:

- Alto nivel de desconocimiento.
- Alto costo y no dominio de los beneficios.
- Falta de recursos humanos idóneos.
- Falta de cooperación entre interlocutores comerciales.
- Sobredimensionamiento del esfuerzo a desplegar.

Los productores cubanos en el momento que deseen codificar sus productos solicitan al Buró EAN Cuba, a través de una carta firmada por el Director de la empresa, en la que consigna todos los datos de su entidad, con el fin de obtener el código de productor y simultáneamente presenten las características genéricas y específicas que procedan a su producción actual y perspectiva para la aplicación de los códigos relativos al producto.

El Buró EAN Cuba emite certificado de productor y analiza, aprueba y registra la propuesta de código del producto acorde a las características genéricas y específicas previamente establecidas por la entidad.

Una vez realizado el registro del código de cada producto, el productor está en condiciones de imprimir su etiqueta ya sea en el envase, empleando un film master, o en etiquetas autoadhesivas contratando para ello el servicio de las entidades que lo ofrecen en el país o con sus socios comerciales en el exterior, según sea su voluntad.

En el país todo el sistema de la red de tiendas minoristas de venta en divisas, ha introducido el código de barras para la identificación de productos.

En cuanto a las entidades productoras cubanas, al cierre de 1995, contaban con el código de productor 83 empresas y alrededor de 800 productos. En la actualidad, aunque se ha crecido en aplicación, aún son pocas las industrias cubanas que han introducido este

sistema, aunque gradualmente se gana en compresión por parte del empresariado vinculado al comercio exterior, no así por los dedicados al comercio interior (ver CEPEC-MINCEX 1998).

Como una medida para controlar la aplicación del código de barras y de imponer su utilización para los empresarios que exportan productos cubanos, como los que producen para el mercado interno, así como los que se dedican a importar productos del exterior, se promulgó una Resolución conjunta del Ministerio de Comercio Interior y el Ministerio de Comercio Exterior en Junio del 2001 donde se obliga a las empresas cubanas a la codificación de sus productos con la norma EAN (ver MINCIN - MICEX 2001).

## Bibliografía

- Acevedo Suárez, J. A. (2001):** La e-Logística: una nueva forma de hacer logística. En: Memoria de Logística 2001, ISPJAE. Ciudad de La Habana
- Bernabeu, C. (2002):** E-logística - ¿Hacia dónde vamos? En: *Manutención y Almacenaje* (No. 371) Año 38, págs. 68 - 78
- Borri, A. (2000):** Artículos - El proceso. <http://www.infogista.com/esp/articles.php?nom=etapas&part=1>
- Boston Consulting Group (2002):** Informe anual.
- Buró EAN Cuba (2002):** Identificación EAN para artículos de venta minorista y comerciales. Ciudad de La Habana
- Centro para la promoción de las exportaciones en Cuba (CEPEC-MINCEX) (1998):** Comercio Electrónico. *Revista Mercado* (Editado por CEPEC) Año 1998
- Daduna, J.R. (2000):** Logistische Strukturen und Prozesse. En: Amman, P. / Daduna, J.R. / Schmid, G. / Winkelmann, P. (Hrsg.): *Distributions- und Verkaufspolitik*. (Fortis) Köln (en alemán), págs. 281 - 311
- Daduna, J.R. (2002):** Logística de la Distribución - Manuscritos sin publicar del curso de postgrado impartido en Santa Clara. Villa Clara (en alemán)
- Daduna, J.R. (2004):** *Distributionslogistik*. (Springer) Berlin et al. (en proceso / en alemán)
- EAN/UCC (2002):** Manual Mundial del usuario. Edición Agosto 2002
- Kunin, J. (2002):** Galileo, el GPS europeo. En: *Mecalux News* No. 41 (Mayo), págs. 14 - 21
- Ministerio del Comercio Interior - Ministerio del Comercio Exterior (MINCIN - MINCEX) (2001):** Resolución conjunta. Ciudad de La Habana, del 25 de junio del 2001
- Mira, J. (2002):** Cadenas de abastecimiento competitivas. En: Memoria de Logística 2002, ISPJAE. Ciudad de La Habana
- Sin autor (1987):** Guía práctica para el autocontrol en la confección de un símbolo EAN. En: *Revista IDE*, No.327, Pág. 16-17
- Sin autor (1991):** Las Mercancías Generales se benefician ya del Sistema EAN. En: *Revista de la Información de Embalaje (IDE)*, No.375, Pág. 6 - 8
- Sin autor (2003):** Nuevas soluciones para nuevos desafíos. En: *Operadores Logísticos* Año 4, No. 38 (Junio), págs. 68 - 72
- Torres Gemeil, M. / Daduna, J.R. / Mederos Cabrera, B. / Martínez Rodríguez, J.M. (2003):** Introducción a la Logística de la Distribución. Monografía editada por la Universidad de Pinar del Río y el Grupo Consultor de Logística (GCL) del Centro de Investigación y Desarrollo del Comercio Interior (CID - CI). Pinar del Río
- Valmaña Montalves, I. / López Amado, L. (1996):** Qué es el Código de Barras. (Cámara de Comercio de Cuba) Ciudad de La Habana

## Glosario de términos asociados a la logística

Para conformar el glosario que a continuación se presenta se ha realizado una selección de los contenidos tratados en los temas que aparecen en el Tomo I y en los tomos siguientes.

En el mismo se incluyen las siglas de algunas de las entidades relacionadas con actividades logísticas, fundamentalmente en Cuba. Muchos términos están contenidos en el desarrollo de cada tema con suficiente amplitud, por lo cual se ha preferido no abordarlos en este glosario.

Por último, resulta conveniente aclarar que las definiciones que aquí aparecen no tienen que coincidir exactamente con las definiciones reflejadas en cada tema, debido principalmente a la cantidad de autores que intervienen en esta obra y al contexto en el que ha sido desarrollado cada tema.

### A

**Almacén:** Una instalación o espacio que sirve para ubicar materiales y productos con la función de coordinar los desequilibrios entre la oferta y la demanda.

**ANEC:** Siglas de la *Asociación Nacional de Economistas y Contadores de Cuba*.

**Aprovisionamiento:** Conjunto de acciones que realiza una organización para proveerse de los recursos materiales que necesita para cumplir con su misión. El proceso de aprovisionamiento forma parte de la definición estratégica de la organización, comienza a operar con la proyección de las demandas y termina cuando el producto o servicio gestionado es empleado adecuadamente en los procesos subsiguientes.

**AUSA:** Siglas correspondientes a *Almacenes Universales Sociedad Anónima*.

**Avería:** Daño sufrido por una carga.

### B

**Big-Bag:** Contenedor, generalmente de tela, que se utiliza para colocar productos a granel como: granos, productos químicos en polvo, etc.

**Bulto:** Habitualmente se denomina así a una unidad de carga, que puede ser de cartón, de madera, etc.

### C

**Calidad total:** Forma de enfocar el funcionamiento de la empresa que oriente a todos y cada uno de sus departamentos hacia un aumento efectivo de la productividad, asumiendo que cada uno de ellos es cliente y proveedor de servicios, productos, información, etc. Se

dice que una empresa, producto o servicio es de calidad total cuando sus áreas (investigación, producción, comercial, finanzas, logística, etc.) satisfacen las expectativas del cliente.

**Canal de distribución:** Concepto utilizado en la distribución comercial que indica los intermediarios o instituciones a través de los que se pueden realizar las transacciones comerciales, como un flujo físico hasta la entrega de la mercancía.

**CANEC:** Siglas de la *Consultora de la Asociación Nacional de Economistas y Contadores de Cuba*.

**Cantidad económica de pedido:** (*Economic order quantity (EOQ)*) Cantidad a comprar, pedir o fabricar de una sola vez, que se calcula mediante una expresión matemática, que permite determinar la cantidad óptima basado en la minimización de los costos. (Sinónimo de *lote económico de pedido* y de *tamaño de lote óptimo*).

**Carga unitaria:** Conjunto de cargas homogéneas o no, agrupadas mediante un dispositivo (medio unitarizador) que puede ser manipulado por medios o equipos de manipulación como una unidad de carga independiente. Existen diferentes formas de unitarización, entre ellas la Paletización, la Paquetización, el Preeslingado y la Contenerización.

**CETRA:** Siglas del *Centro de Investigación y Desarrollo del Transporte* del Grupo de Investigaciones del Transporte.

**CIAL:** Siglas de la *Conferencia Iberoamericana de Logística*.

**CID- CI:** Siglas del *Centro de Investigación y Desarrollo del Comercio Interior*.

**Código de barras:** Serie alternativa de barras y espacios en blanco – impresos sobre etiquetas, cajas, embalajes, piezas, etc. - representando una información codificada que puede ser leída por dispositivos especiales (escáner). Se utiliza para ganar en seguridad y tiempo en la introducción de datos en sistemas informáticos.

**Compra:** Función del proceso de aprovisionamiento a través del cual se establecen las relaciones con los proveedores. Contribuye a minimizar el costo integral de aprovisionamiento de los materiales y productos que precisa adquirir la organización.

**Contenedor:** Recipiente especialmente concebido para facilitar el transporte de mercancías, provisto de dispositivos que permiten un fácil y seguro trasbordo de un medio de transporte a otro.

## **D**

**Demanda:** Representa la cantidad de productos o mercancías que el mercado o el cliente requiere.

**Distribución:** Proceso de la logística integral que comprenden las funciones de almacenamiento, manipulación y transporte desde un origen hasta un destino.

**DRP:** Siglas correspondientes a *Distribution Requirements Planning* o planificación de necesidades de distribución. Sistema de programación y control de la distribución a la red de almacenes y depósitos de una organización.

## E

**Embalaje:** Es el conjunto de medios que aseguran la protección de los productos, salvaguardando la calidad e integridad de los mismos durante la distribución, constituyendo una unidad de carga independiente.

**Envase:** Objeto destinado a contener y proteger un producto o grupo de productos hasta el consumo final. Una importante misión es la presentación e identificación del producto.

**Escáner:** Dispositivo electro-óptico, que permite la lectura del código de barras.

**Esquema de carga:** Es la disposición dada a los envases dentro del embalaje. Usualmente los esquemas de carga están normalizados, constituyendo los patrones de carga que tienen más utilización en el llenado de los medios unitarizadores.

## F

**FIFO:** Siglas correspondiente a First-In / First-Out (primero que entra, primero que sale).

## G

**GCL:** Siglas del *Grupo Consultor de Logística* del CID - CI

**Gestión de inventario (sinónimo de gestión de stock):** Proceso de planificación, ejecución y control de las cantidades de recursos requeridos por los diferentes procesos de una organización.

**GRUPO IT:** Siglas del *Grupo de Investigaciones del Transporte*.

**Gestión logística:** Función y responsabilidad de control, dirección y seguimiento del proceso logístico integral.

## I

**Incoterms:** Reglas o términos de comercio normalizados que fijan los derechos y obligaciones de vendedores y compradores en las transacciones internacionales, delimitan los costos y los riesgos del proceso de transporte de las mercancías. Los más utilizados son (ver [http://bancoex.com/inducci\\_part\\_inco.asp](http://bancoex.com/inducci_part_inco.asp)):

**EXW = Ex Works (... named place) (En fábrica):** Representa la máxima obligación para el comprador y la mínima para el vendedor. El comprador asume los riesgos y los costos

del transporte desde la fábrica o el almacén del vendedor en origen, el comprador debe estar habilitado para la obtención de licencia de exportación y para efectuar el despacho de aduana en el país del vendedor.

**FAS** = *Free Alongside Ship* (... named port of shipment) (*Franco junto al buque*): El comprador asume los riesgos y los costos del transporte en origen. El vendedor entrega las mercancías al costado del buque en origen sin despacho de exportación.

**FCA** = *Free Carrier* (... named place) (*Franco transportista*): El comprador asume los riesgos y los costos del transporte en origen. El vendedor entrega las mercancías en un punto acordado en origen, con despacho de exportación.

**FOB** = *Free on Board* (... named port of shipment) (*Franco a bordo del buque*): El comprador asume los riesgos y los costos del transporte en origen. El vendedor entrega las mercancías al pasar las barandillas del buque en origen, con despacho de exportación.

**CFR** = *Cost and Freight* (... named port of destination) (*Costo y flete*): El vendedor entrega las mercancías despachadas en puerto de descarga al pasar las barandillas del buque, sin seguro, asume el costo usual de transporte hasta el puerto o lugar de destino acordado. El comprador asume los riesgos desde que las mercancías se entregan al primer transportista en origen.

**CIF** = *Cost Insurance and Freight* (... named port of destination) (*Costo, seguro y flete*): El vendedor entrega las mercancías despachadas en puerto de descarga al pasar las barandillas del buque, con seguro, asume el costo usual de transporte hasta el puerto o lugar de destino acordado y asume el seguro de las mercancías.

**CPT** = *Carriage Paid To* (... named place of destination) (*Transporte pagado hasta*): El vendedor entrega las mercancías despachadas en lugar de destino acordado, sin seguro, asume el costo usual de transporte hasta el puerto o lugar de destino acordado.

**CIP** = *Carriage and Insurance Paid* (... named place of destination) (*Transporte y seguro pagado hasta*): El vendedor entrega las mercancías despachadas en lugar de destino acordado, con seguro, asume el costo usual de transporte hasta el puerto o lugar de destino acordado.

**DAF** = *Delivered At Frontier* (... named place) (*Entrega en frontera*): El vendedor asume riesgos y costos de transporte hasta la entrega de las mercancías en Frontera, con despacho de exportación. Como en toda frontera existen dos aduanas, la del país de salida y la del de entrada, es aconsejable referirse expresamente al lugar de la entrega.

**DEQ** = *Delivered Ex Quay, duty paid* (... named port of destination) (*Entrega en muelle*): El vendedor asume riesgos y costos de transporte hasta la entrega de las mercancías sobre muelle en puerto de destino, con despacho de importación.

**DES** = *Delivered Ex Ship* (... named port of destination) (*Entrega sobre buque*): El vendedor asume riesgos y costos de transporte hasta la entrega de las mercancías sobre buque en puerto de destino, sin despacho de importación.

**DDP** = *Delivered Duty Paid* (... named place of destination) (*Entrega con derechos pagados*): El vendedor asume riesgos y costos de transporte hasta la entrega de las mercancías en lugar de destino, con despacho de importación.

**DDU** = *Delivered Duty Unpaid* (... named place of destination) (*Entrega sin pagar derechos*): El vendedor asume riesgos y costos de transporte hasta la entrega de las mercancías en lugar de destino, sin despacho de importación.

**Informática logística:** El conjunto de sistemas de gestión, control e información, o aplicaciones asistidas por computadoras, que implican un apoyo y relación con el sistema logístico.

**Intercambio electrónico de datos:** (*Electronic Data Interchange* (EDI)) Sistema de transferencia de datos estructurados, formando conjunto de mensajes establecidos, de computadora a computadora utilizando medios electrónicos.

**Inventario:** Cantidad de recursos existentes para armonizar la oferta y la demanda en procesos de producción y servicios. El sistema de mantenimiento del inventario registra cada entrada o salida y calcula el nuevo valor resultante, realizándose comprobaciones de las existencias mediante conteos físicos periódicos.

**Inventario de seguridad:** Inventario dedicado a cubrir tanto las inseguridades en la demanda, como las inseguridades en las entregas del proveedor.

**ISO:** Siglas que identifican a *International Standardization Organization*, Organización Internacional de Normalización.

## J

**Just in Time (JIT):** Filosofía de fabricación enmarcada dentro de la calidad total, cuya meta ideal es la reducción de costos y la eliminación del inventario. Una definición clásica es producir justo lo que se necesita, (se conoce también como justo a tiempo).

## L

**LIFO:** Siglas correspondientes a Last - In / First – Out (último que entra, primero que sale).

**Logística integral:** Gestión del flujo de materiales y productos de la empresa desde los proveedores hasta los clientes de forma que se consiga llegar al cliente cuando se necesita con el menor costo integral. Antes de llegar al concepto de logística integral, la logística de las empresas solía diferenciar entre logística industrial o dirección de materiales y

logística de distribución o distribución física. Actualmente la logística integral distingue los procesos de aprovisionamiento, producción y distribución.

## M

**Manipulación:** Es la operación de mover físicamente algún material de forma manual, mecanizada o automatizada, de un punto a otro en algún lugar de la cadena logística.

**Mayorista:** Intermediario del canal de distribución que recibe los productos directamente del fabricante o de otro intermediario, actuando como almacenista o distribuidor.

**Medios auxiliares de envase:** Son los elementos que aseguran la integridad y propiedades del producto envasado y embalado. Refuerzan la acción protectora del embalaje.

**Mercancía peligrosa (cargas peligrosas):** Mercancías que significan un riesgo o peligro para su entorno. Se consideran peligrosos los productos inflamables, explosivos, tóxicos y corrosivos.

**Método ABC:** Herramienta de gestión basada en la Ley desarrollada por el economista italiano Vilfredo Pareto. Consiste en la clasificación, en orden decreciente, de una serie de artículos según su volumen anual de venta u otros criterios. Tradicionalmente se ha clasificando en tres grupos llamados ABC: El grupo A generalmente representa un 20 % de los artículos con los se obtiene el 80 % de las ventas. El grupo B suele contener el 30 % de los artículos y se le asocia el 15 % de las ventas. El grupo C suele contener el 50 % de los artículos y sólo representa el 5 % de las ventas. Se conoce también como Ley de Pareto o como Ley 20/80, planteando que en poblaciones estadísticas suficientemente grandes el 20 % de las causas producen generalmente el 80 % de los efectos. Se puede resumir diciendo: “pocos vitales muchos triviales”.

**Minorista:** Intermediario del canal de distribución que vende directo al consumidor.

## N

**Nivel de servicio al cliente:** Es el grado en que se satisfacen las expectativas y requerimientos de los clientes. En general se diferencian tres niveles de servicio: el que desea recibir el cliente (servicio esperado), el planificado por la organización (servicio meta) y el servicio realmente brindado por la organización (servicio prestado).

## O

**Operador logístico:** Entidad que desarrolla los servicios dentro del área de la logística. Puede abarcar una serie de posibilidades: agencia de transporte, empresa dedicada al almacenamiento y distribución, agencia transitaria, etc.

**OTM-MITRANS:** Siglas de la *Operadora del Transporte Multimodal del Ministerio del Transporte*.

## P

**Paquetización:** Consiste en la formación de una unidad de carga agrandada mediante la unión de varios embalajes de un mismo tipo a través de un material aglutinador; estos materiales pueden ser flejes metálicos, cubiertas retráctiles, etc. En ocasiones a estas unidades de carga se les coloca en su parte inferior travesaños de madera u otro material para manipularlos como si fuera carga paletizada.

**Plataforma de distribución:** Centro de operaciones logísticas normalmente sin inventario, capaz de recepcionar expediciones consolidadas y efectuar las operaciones precisas para su posterior distribución (Cross docking).

**Preeslingado:** Prevé la utilización de eslingas, que actúan como medio unitarizador. Las eslingas se fabrican de fibras naturales y sintéticas. Usualmente el preeslingado se destina para el transporte unitarizado de sacos y fardos.

**Preparación de pedidos:** Conjunto de actividades destinadas a extraer y acondicionar exactamente aquellas cantidades de productos que satisfacen las necesidades de los clientes, manifestadas a través de sus pedidos. Entre ellas cabe citar: extracción o picking, embalado, etiquetado, pesado, consolidación del pedido, traslado a zonas de expedición, agrupación por destino, verificación, etc.

**Proveedor:** Suministrador de un producto, servicio, etc.

**Punto de pedido:** Nivel del inventario en el cual se decide hacer un nuevo pedido para incrementar el mismo.

## R

**Recepción:** Aceptación física de la entrada de uno o varios productos para su posterior almacenamiento o distribución.

**Red de distribución:** Configuración de los canales de distribución de los productos desde uno o más centros de origen a los centros de distribución o almacenes. Pueden existir uno o más niveles en la red de distribución.

**Retractilado:** Proceso de protección y utilización de una unidad de carga. Normalmente se utiliza el plástico o película transparente o una bolsa que se contrae al ser calentada por un equipo especializado para ello.

**Rotación de inventario:** Número de veces que el inventario se renueva durante un año. Una forma usual de calcularlo es dividiendo el costo de las ventas efectuadas entre el inventario medio del año.

**Ruptura de stocks o de inventario:** Falta de materiales, componentes o productos terminados que se necesitan.

**Ruta:** Itinerario que recorre un vehículo con el fin de efectuar la entrega de la mercancía que le ha sido cargada.

**Ruta vertebral:** Forma simple de efectuar una ordenación previa de la ruta de transporte. Las rutas vertebrales se hacen coincidir con los principales viales de la zona de distribución.

## S

**SCL - ANEC:** Siglas de la *Sociedad Cubana de Logística* de la ANEC (1995 – 2001).

**SCLM - ANEC:** Siglas de la *Sociedad Cubana de Logística y Marketing* de la ANEC desde el 2001.

**Sistema cantidad fija de pedido:** Método de control de inventario donde el tamaño del pedido es constante, pero el intervalo de tiempo es variable en función de la demanda actual. Se lanza un pedido cuando el nivel de inventario baja de un valor predeterminado.

**Sistema de empujar:** En distribución se refiere al sistema de reposición del inventario de los almacenes desde la óptica centralizadora, normalmente desde la fábrica o almacén central (Push strategy).

**Sistema de máximos y mínimos:** Método de control de inventario basado en el sistema de cantidad fija de pedido, pero se diferencia de éste en que cuando se lanza un pedido la cantidad solicitada no es constante, sino que se añade a la cantidad fija la diferencia entre el inventario disponible y el mínimo preestablecido.

**Sistema de punto de pedido con intervalos fijos:** Método de control de inventario en el que el intervalo de revisión es fijo y se lanza un pedido por la diferencia, entre el nivel máximo prefijado y el inventario disponible al hacer la revisión.

**Sistema de tirar:** En distribución, se refiere al sistema de reposición del inventario de los almacenes desde su propia decisión y no por decisión de la fábrica o el almacén central (Pull strategy).

**SITRANS:** Siglas de la empresa para los *Servicios de Información del Transporte*.

**Subcontratación:** Operación de contratar a un tercero, un servicio o servicios logísticos concretos. Véase operador logístico.

## T

**Transbordo:** Operación de manipulación de la mercancía que produce un cambio de unidad de transporte.

**Transitario:** Persona física o jurídica que organiza y coordina el transporte de ámbito internacional y en todo caso aquel que se efectúa en régimen de tránsito aduanero. Contrata en nombre propio como cargador con el transportista y como porteador (o transportista) con el cliente. Recepciona y pone a disposición del transportista designado por el cliente las mercancías a él remitidas como consignatario. Puede realizar esas dos últimas actividades, siempre que éste suponga la continuación de un transporte internacional cuya gestión le haya sido encomendada.

**Transporte de carga completa:** Transporte de mercancías para cuya realización, desde la recepción de la carga hasta su entrega o destino, no se requiere de actividades previas o complementarias tales como las de manipulación, almacenamiento, consolidación, clasificación, embalaje o distribución por parte del transportista.

**Transporte de carga fraccionada:** Transporte de mercancías para cuya realización se requiere de actividades previas o complementarias inherentes al carácter fragmentario de las mercancías tales como las de manipulación, almacenamiento, consolidación, clasificación, embalaje o distribución por parte del transportista.

**Transporte de distribución (Transporte de reparto):** Transporte de mercancías, con un peso por expedición inferior a la carga útil del vehículo que combinadas con otras, con destinos relativamente cercanos, siguen un itinerario coherente en distancia recorridas y en tiempo invertido.

**Transporte de enlace:** Transporte realizado, normalmente con cargas de tipo medio y grande, entre un punto de origen y otro de destino, que puede ser el destino final o uno intermediario, desde donde se reexpide la mercancía. Cuando sólo existe un punto de origen y otro de destino se denomina enlace puro; en caso contrario se denomina de enlace combinado.

## U

**Ubicación:** Sistema de asignación (automática o manual) de una posición física de una mercancía en un almacén. En general se utilizan tres tipos de ubicación: (a) Método de hueco libre o caótico. (b) Método de localización o posición fija. (c) Método semialeatorio.

**Unidad de carga:** Mercancía dispuesta en un soporte o embalaje modular (paleta, plataforma, etc.) con el fin de obtener una manipulación y almacenamiento eficientes.

**Unitarización:** Proceso de combinar y agrupar unidades pequeñas en otra mayor, con forma, masa y volumen definidos, para ser manipuladas por medios mecánicos, sin perder su integridad, con el propósito de disminuir el tiempo y la fuerza de trabajo durante la manipulación.

**Z**

**Zona de actividades logísticas (ZAL):** Es una zona delimitada en la que se realizan actividades relativas al transporte, trasbordo, unitarización, agrupe y desagrupe de cargas, formación de despachos, así como otras actividades logísticas en el tráfico nacional e internacional de mercancías. Un vínculo esencial en el comercio y el transporte internacional, un organizador del transporte internacional de mercancías.

**Zona franca:** Territorio de un país expresamente excluido de su jurisdicción aduanera, de forma que por las mercancías importadas a esa área no se pagan los derechos arancelarios hasta que no salgan del mismo hacia el destino final.

## **Currículum vitae de los autores de cada tema**

*Ing. Margarita Rosa Betancourt López*

Filial Centro - Este (Camagüey) del CID - CI  
Calle 4ta. No. 6 e/ Primera y Tercera. Reparto Vista Hermosa  
Camagüey, Cuba  
E-mail: dce@shine.cmw.sld.cu

Nació el 9 de febrero de 1961 en Camagüey. Graduada en la Universidad de Camagüey en Ingeniería Química en el año 1983. Trabajó en el Laboratorio de Análisis Espectral de la Empresa Biólogo - minera del año 1984 al 1994 y en el CID - CI desde el 1994 hasta la fecha, donde ocupa el cargo de Especialista "B" en Economía de Almacenes, es Investigador Agregado. Ha recibido 15 cursos de postgrado y un Diplomado e impartido 14 cursos de adiestramiento. Ha realizado varias publicaciones una internacional y 5 nacionales y participado en más de 20 eventos científicos, ha recibido tres Distinciones Científicas.

*Prof. Dr. Ing. Raimundo Comas Pullés (†)*

Nació el 9 de agosto de 1941 en Santiago de Cuba y falleció el 28 de marzo del 2001. Fue Profesor Titular en el ISPJAE y fundador del CEATM en el que fue Director de Economía de Almacenes. En 1982 se creó el Centro de Investigación y Desarrollo del ATM, siendo nombrado su Director hasta 1988. Se graduó de Ingeniero Industrial y posteriormente obtiene el Grado Científico de Doctor en Ciencias Económicas en 1985. Viajó por 25 países en misiones de estudios, asesorías e impartiendo conferencias. Fue representante de Cuba en el CAME, en el grupo de Economía de Almacenes. En la Sociedad Cubana de Logística, de la que fue su primer presidente, desarrolló una destacada labor. Participó en la fundación de la Revista Logística Aplicada, siendo su principal impulsor. Obtuvo la categoría científica de Investigador Titular.

*Prof. Dr. rer.pol. Joachim R. Daduna*

Fachhochschule fur Wirtschaft Berlin  
Badensche Strasse 50 - 51  
D - 10825 Berlín, Alemania  
daduna@fhw-berlin.de

Nació el 13 de junio de 1948 en Pattensen (Harburg). Se graduó en 1978 en Ciencias Económicas en la Universidad de Harburgo. Trabajó en el Instituto para la Investigación Empresarial y la Informática de dicha Universidad, obteniendo allí en 1984 el Grado Científico de Doctor en Ciencias Económicas (Dr. rer. pol.). Durante varios años trabajó en la Firma de Hamburgo del Hochbahn AG, en el Departamento de matemática científica, así como Consultor en el Sistema de transporte de pasajeros en la Firma DORNIER en Friedrichshafen, Berlín y Atenas. Estuvo como Profesor Titular en la Universidad de Konstanz desde 1994 hasta 1997 en la especialidad de Logística. Desde 1997 es Profesor Titular de la Universidad de Ciencias Económicas Aplicadas (FHW) de Berlín, en la especialidad de Distribución y Logística Empresarial. Ha realizado muchas publicaciones técnicas reconocidas internacionalmente en temas relacionados con la investigación de operaciones, la logística y el transporte de pasajeros. Es miembro de diferentes organizaciones nacionales e internacionales, como: la Sociedad Alemana para la Investigación de Operaciones (GOR), la Unión de Sociedades Logísticas Alemanas (BVL) y del Instituto para la Investigación de Operaciones y las Ciencias de la Gestión Empresarial (INFORMS), así como coeditor de la Revista OR Spectrum. Adicionalmente es consultor en la especialidad de transporte de pasajeros y logística.

*Ing. Mayra Manzanedo García*

Filial Centro - Este (Camagüey) del CID - CI  
Calle 4ta No. 6 e/ Primera y Tercera, Reparto Vista Hermosa  
Camagüey, Cuba  
E-mail: hconejergcl@enet.cu

Nació el 3 de mayo de 1954 en Camagüey. Graduada en la Universidad de Camagüey en la disciplina de Ingeniería Química en el año 1980. Trabajó en el Laboratorio de Análisis Espectral de la Empresa Biólogo-minera desde el año 1980 al 1999 y después en el CID - CI desde 1999 hasta la fecha, ocupando el cargo de Especialista "B" en Economía de Almacenes. Es Investigador Agregado. Ha recibido 18 cursos de postgrado y un Diplomado y ha impartido 14 cursos de adiestramiento. Tiene publicaciones realizadas: una internacional y 5 nacionales. Ha participado en 20 eventos de ellos 2 con categorías internacionales. Ha recibido tres Distinciones Científicas.

*Ing. Beatriz Mederos Cabrera*

Sociedad Meridiano S.A. de Cubalse  
Calle 7ma. e/ 84 y 86. Reparto Miramar  
Ciudad de La Habana, Cuba  
E-mail: bmederos@cubalse.cu

Nació el 10 de febrero de 1954 en Ciudad de La Habana. Graduada de Ingeniería Industrial en el Instituto Superior Politécnico "José Antonio Echevarría" (ISPJAE) en la Ciudad de La Habana en 1976. trabajó como especialista en la Dirección de Economía de Almacenes del Comité Estatal de Abastecimiento Técnico Material (CEATM) y fundadora del Centro de Investigación y Desarrollo del Abastecimiento Técnico Material (CID - ATM), donde llegó a ser Subdirectora interina hasta 1997. Actualmente es la Jefa del Departamento de Control Logístico de la Dirección de Logística de la Sociedad Meridiano S.A. de Cubalse.

Es Investigadora Auxiliar. Ha publicado varios trabajos sobre logística, entre artículos y monografías. Ha recibido diferentes distinciones científicas a nivel de Ministerio. Ha participado como ponente o tribunal en eventos científicos nacionales e internacionales sobre logística. Es miembro de la Junta Nacional de la Sociedad Cubana de Logística y Marketing de la Asociación Nacional de Economistas y Contadores de Cuba (SCLM - ANEC).

*Prof. Aux. Dr. MSc. Ing. Alberto Medina León*

Universidad de Matanzas  
Km 3½ de la Vía Blanca Matanzas - Varadero  
40400 Matanzas, Cuba  
E-mail: amedinaleon@yahoo.com

Nació el 20 de Septiembre de 1956, en Matanzas. Graduado de Ingeniero Industrial en 1980 en la Universidad de Matanzas, MSc. en Gestión Turística de la Universidad de las Palmas Gran Canaria, España 2002. Doctor en Ciencias de la Universidad Central de las Villas, Cuba en 1992. Profesor Auxiliar de la Universidad de Matanzas y Director de la Oficina Internacional Académica de la propia Universidad. Profesor invitado de la Universidad Federal de Rondônia y Acre en Brasil y la UNEXPO en Venezuela. Ha publicado más de 50 artículos científicos y más de 100 trabajos en Eventos Científicos Nacionales e Internacionales, fundamentalmente en las Temáticas de Gestión de Procesos, Control de Gestión, Logística y Diseño de Fábricas. Recientemente publicó el libro titulado "Métodos para la toma de decisiones en la Certeza y la Incertidumbre". Editorial Fegoza. Michoacán, México 2003.

*Prof. Aux. Dra. MSc. Ing. Dianelys Nogueira Rivera*

Universidad de Matanzas  
Km 3½ de la Vía Blanca Matanzas - Varadero  
40400 Matanzas, Cuba  
E-mail: nelydaylinyuly@yahoo.com

Nació el 2 de enero de 1964, en Pinar del Río. Graduada de Ingeniera Industrial en 1986 en la Universidad de Matanzas, MSc. en Gestión de la Producción de la Universidad de Matanzas, Cuba 1997. Doctora en Ciencias en el Instituto Superior Politécnico "José Antonio Echevarría" (ISPJAE), Cuba en el 2003. Profesora Auxiliar de la Universidad de Matanzas y Vicedecana de la Facultad de Ingeniería Industrial de la propia Universidad. Ha publicado más de 50 artículos científicos y más de 80 trabajos en Eventos Científicos Nacionales e Internacionales fundamentalmente en las Temáticas de Gestión de Procesos, Control de Gestión, Logística y Diseño de Fábricas. Recientemente publicó el libro titulado "Métodos para la toma de decisiones en la Certeza y la Incertidumbre", Editorial Fegoza. Michoacán, México 2003.

*Prof. Dr. Ing. Manuel Torres Gemeil*

Centro de Investigación y Desarrollo del Comercio Interior (CID - CI)  
Ave. De Independencia No. 869 e/ Ayestarán y Santa Ana. Municipio Plaza  
Ciudad de La Habana, Cuba  
E-mail: mtorres@cidci.cu

Nació el 16 de diciembre de 1944 en Santa Clara, actual provincia de Villa Clara. Se graduó en el Instituto Superior para el Transporte "Friedrich List" en Dresden en 1970 y allí mismo obtuvo el Grado Científico de Doctor en Ciencias Económicas en 1984. Profesor Titular adjunto de la Universidad de La Habana desde 1987. Fue Subdirector Nacional de los Ferrocarriles de Cuba hasta 1976, desde esa fecha fue Jefe de Departamento y posteriormente Director de Economía de Almacenes del extinto Comité Estatal de Abastecimiento Técnico Material (CEATM). Ha escrito varios libros de texto y monografías para la enseñanza superior y la enseñanza técnica y profesional. Ha participado en eventos nacionales e internacionales dentro y fuera del país. Ha recibido más de diez premios anuales a nivel de Ministerio y dos a nivel de la Academia de Ciencias y el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente como autor principal o coautor.

Investigador auxiliar del CID- CI en el año 2000, del cual es Subdirector de Logística desde 1996. Es miembro de la Sociedad Cubana de Logística (SCL - ANEC) desde su fundación en 1995, como Secretario Ejecutivo y desde el 2001 como Vicepresidente.