

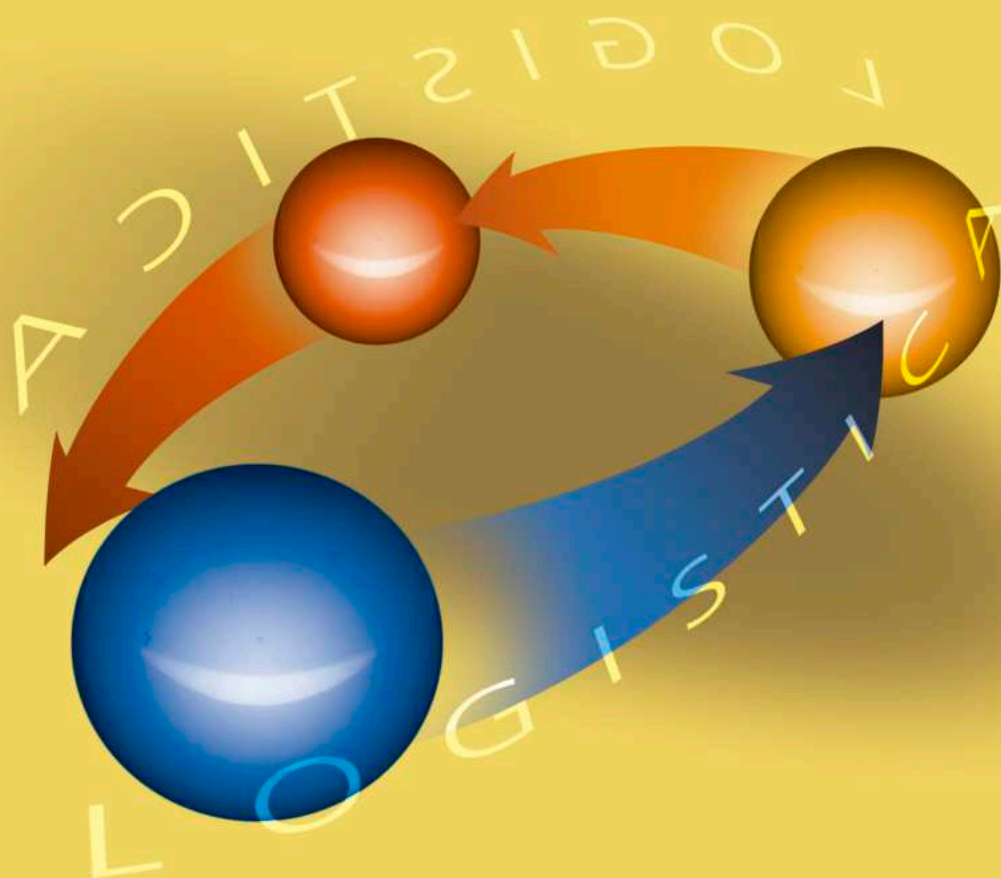
5ª Edición

Actualizada y ampliada

Julio Juan Anaya Tejero

Logística integral

La gestión operativa de la empresa



Madrid 2015

Julio Juan Anaya Tejero

Logística integral

La gestión operativa de la empresa

5.^a Edición
Actualizada y ampliada

Primera edición: *julio 2000*
Segunda edición: *enero 2006*
Tercera edición: *marzo 2007*
Cuarta edición: *diciembre 2011*
Quinta edición: *junio 2015*

© ESIC EDITORIAL
Avda. de Valdenigrales, s/n. 28223 Pozuelo de Alarcón (Madrid)
Tel. 91 452 41 00 - Fax 91 352 85 34
www.esic.edu/editorial

© Julio Juan Anaya Tejero

ISBN: 978-84-15986-90-4
Depósito Legal: M-17219-2015
Portada: Gerardo Domínguez

Fotocomposición y Fotomecánica: Nueva Maqueta
Doña Mencía, 39
28011 Madrid

Imprime: Gráficas Dehon
La Morera, 23-25
28850 Torrejón de Ardoz (Madrid)

Impreso en España

Queda prohibida toda reproducción de la obra o partes de la misma por cualquier medio sin la preceptiva autorización previa.

Índice

CARTA AL LECTOR	11
Capítulo 1. Filosofía de la gestión logística	13
1.1. Evolución y características del mercado actual	15
1.2. Evolución típica de la empresa	18
1.3. El campo de la logística	20
1.4. El concepto de logística integral	25
1.5. El control del <i>lead-time</i>	27
1.6. Principios de logística integral	30
1.7. Importancia de los costes logísticos	38
1.8. Evolución de la logística en la empresa	40
Capítulo 2. Técnicas de apoyo a la gestión logística	45
2.1. El papel de las nuevas tecnologías	47
2.2. El código de barras y el código QR	47
2.2.1. El código de barras	47
2.2.2. El código QR	50
2.3. Análisis ABC	53
2.3.1. Consideraciones previas	53
2.3.2. Criterios de gestión aplicables	57
2.4. La utilización del <i>forecast</i>	58
2.4.1. Comportamiento del <i>forecast</i>	59
2.4.2. ¿Cómo monitorizar el <i>forecast</i> ?	62
2.4.3. Estrategia de implantación	63
2.5. El control de costes en logística	66
2.5.1. Introducción	66
2.5.2. Diferentes enfoques en el sistema de costes	67
2.5.3. El sistema de costos estándar	71
2.6. Indicadores de gestión logística	72
2.7. Software de aplicaciones logísticas	75

Capítulo 3. El ciclo de aprovisionamiento	77
3.1. La función del aprovisionamiento	79
3.2. Objetivos de la función de compras	80
3.3. Importancia económica de la función de compras	82
3.4. Actividades básicas de la gestión de compras	83
3.5. Análisis del mercado de productos	84
3.6. Estudio del mercado de proveedores	86
3.7. Evaluación de proveedores	87
3.8. Cálculo del lote económico de compras	87
3.9. Nuevas tendencias en la política de compras	94
3.10. Organización funcional	95
3.11. Concentraciones y asociaciones logísticas	96
Capítulo 4. Aspectos logísticos de la gestión industrial	99
4.1. Introducción	101
4.2. El concepto de producción	102
4.3. Naturaleza de los procesos productivos	105
4.4. Organización de la producción	107
4.5. La capacidad industrial	109
4.6. El proceso de planificación fabril	110
Capítulo 5. Técnicas avanzadas de la gestión industrial	113
5.1. El control del flujo de materiales	115
5.2. El concepto de MRP	117
5.2.1. Introducción	117
5.2.2. Lista de materiales	119
5.2.3. Fichero de registro de inventarios	120
5.2.4. Explosión de necesidades	120
5.2.5. El sistema MRP II (Manufacturing Resources Planning)	121
5.2.6. Juicio crítico de los sistemas MRP	123
5.3. El concepto de «Just in Time»	124
5.3.1. Introducción	124
5.3.2. Objetivo de la filosofía JIT	126
5.4. El <i>lean manufacturing</i>	131
Capítulo 6. Consideraciones logísticas de la distribución comercial	133
6.1. El servicio al cliente	135
6.2. Cómo optimizar el grado de servicio	138
6.3. Estrategia de servicio	141
6.4. Modelos de distribución comercial	143
6.4.1. Concepto	143

6.4.2. Distribución directa desde fábrica	144
6.4.3. Distribución escalonada	144
6.4.4. Distribución vía plataforma carga/descarga	145
6.4.5. Distribución directa desde almacén central	146
6.4.6. Planta de distribución	147
6.5. Elección del modelo de distribución	147
6.6. Puntos de stocks requeridos	149
6.7. Localización física de almacenes	151
6.8. Recursos a emplear	155
6.9. Planificación de rutas de reparto	156
6.10. Logística inversa	157
 Capítulo 7. La gestión de los stocks en el sector distribución	161
7.1. Aspectos generales de la gestión de inventarios	163
7.2. Clasificación operativa y funcional de los stocks	165
7.3. El concepto de rotación y cobertura de stocks	165
7.4. El concepto de norma de stocks	166
7.4.1. ¿Por qué norma de stocks?	166
7.4.2. El concepto de stock normativo	168
7.4.3. Composición de los stocks	170
7.5. Cálculo de la norma de stocks	176
7.6. ¿Cómo optimizar el stock?	179
7.6.1. Cálculo de los costes de posesión	181
7.6.2. Cálculo del coste de ventas perdidas	184
7.6.3. Cálculo de la norma óptima de stocks	185
7.7. Consideraciones sobre los modelos de decisión para medir los stocks .	186
7.8. Sistemas de reposición de stocks	186
7.8.1. Introducción	186
7.8.2. Cálculo del punto estadístico de pedidos	188
7.8.3. El doble punto estadístico de pedidos (DOP)	189
7.8.4. Sistema de doble estantería	191
7.8.5. Sistemas de reposición de ventas	191
7.8.6. Sistemas de revisión periódicos	192
7.8.7. Sistemas híbridos de reposición	193
7.8.8. El sistema DRP	194
7.8.9. Principales ventajas del DRP	196
 Capítulo 8. Almacenaje y distribución física	199
8.1. Introducción	201
8.2. El almacén como centro de producción	202
8.3. Misión y responsabilidad de un almacén	207
8.4. Principios de organización	208

8.5. Procesos operativos	212
8.6. Tecnologías de almacenamiento y manutención	213
8.6.1. Sistemas de embalaje y etiquetado de productos	213
8.6.2. Medios de contención	214
8.6.3. Sistemas de almacenaje	218
8.6.4. Medios de manutención	219
8.6.5. Almacenes robotizados	221
8.7. El concepto de planta de distribución	221
8.8. La función del transporte	224
8.8.1. Diferentes modos de transporte	226
8.8.2. Tipificación del transporte	228
8.8.3. Medios de contención empleados	229
8.9. Los operadores logísticos	231
8.10. Principales indicadores de gestión logística en distribución comercial ..	234
 Capítulo 9. La cadena de suministros	237
9.1. Definiciones previas	239
9.2. Evolución histórica	240
9.3. La gestión de la cadena de suministro	243
9.4. Principios básicos de organización de la cadena	247
9.5. Principales ventajas del SCM	248
9.6. La cadena de suministro y el efecto <i>bullwhip</i>	249
 Capítulo 10. La gestión electrónica de datos	251
10.1. Redes de comunicación	253
10.2. Redes intranet y extranet	253
10.3. Logística y comercio electrónico	255
10.4. Compras por internet	256
 Capítulo 11. Del diagnóstico a la excelencia logística	259
11.1. ¿Por qué un diagnóstico logístico?	261
11.2. ¿Qué es un diagnóstico logístico?	262
11.3. Ventajas del diagnóstico	266
11.4. La excelencia logística	267
11.4.1. Conceptos generales	267
11.4.2. Análisis de resultados de la gestión logística	271
 GLOSARIO DE TERMINOLOGÍA LOGÍSTICA	273
 BIBLIOGRAFÍA	277

Carta al lector

Estimado lector:

Hace tiempo que me propuse editar un libro que desmitificase la logística centrandó la atención en los aspectos conceptuales y eludiendo al máximo los aspectos técnicos que la soportan, consciente sin embargo de que el lector está más interesado en soluciones concretas que en problemas de principios. Aun corriendo este riesgo, quiero aclarar que los conceptos expuestos en esta publicación van orientados principalmente a la **filosofía, organización y principios básicos** con que opera la denominada LOGÍSTICA INTEGRAL, y que, a mi entender, constituye el conocimiento fundamental que debe tener un directivo de empresa (visión de conjunto), sin profundizar demasiado en los problemas técnicos específicos, tales como diseño de almacenes, optimización de rutas de reparto, etc., que por su naturaleza deben quedar en manos de los especialistas, razón por la cual decidí editar unos textos complementarios para profundizar en las técnicas a emplear para la resolución de los diferentes problemas.

En otras palabras, esta publicación está más orientada a conocer LO QUE SE DEBE HACER que a CÓMO SOLUCIONAR los diferentes problemas técnicos, para lo cual recomendamos la lectura de otros textos que figuran reseñados en el presente libro.

En mi larga vida profesional, y especialmente cada vez que me dedicaba al tema docente, no he podido reprimirme de hacer inicialmente a mis alumnos la pregunta de «qué concepto tenían de la palabra logística». Las respuestas en general no pueden ser más variopintas y van desde «**...algo matemáticamente muy complicado**», hasta algunas del tipo «**una metodología para encontrar soluciones lógicas**». Lo peor del caso es que las mismas preguntas, realizadas a profesionales de la empresa, tienden a dar una respuesta del tipo «**...actividades de almacenaje y transporte**».

A mi entender, esta falta de conocimiento y confusión del tema se debe fundamentalmente a dos razones: en primer lugar a las carencias que existen a nivel formativo, sobre todo en lo que pudiéramos llamar enseñanza oficial, y en segundo término a una cierta difusión de las técnicas aplicadas y muy poca información sobre los principios de aplicación de las referidas técnicas. El efecto es similar al de un profano en la medicina que ante un determinado síntoma busca un vademécum de fármacos y se toma aquel que considera más conveniente.

La logística integral se basa en una filosofía concreta para el «control del flujo de materiales»; digamos que es una cultura especial del «management» ante un entorno competitivo donde los conceptos de **oportunidad y rapidez** en el suministro de productos, así como el **servicio y calidad total**, constituyen un reto adicional imprescindible y complementario a las clásicas variables de calidad de producto y precio competitivo que exige el mercado.

Hoy en día podemos asegurar que el concepto de logística integral a largo plazo es el único camino para mantener una competitividad continuada en el mercado, disminuyendo a su vez en forma drástica la inversión global en stocks, con el consiguiente aumento de la rentabilidad de las diferentes unidades operativas.

El propósito fundamental de esta obra es explicar la esencia del sistema logístico como herramienta que dota a la dirección de un mejor control del esfuerzo industrial global.

Los principios y técnicas establecidos en la presente publicación no son producto de especulaciones teóricas, sino que están avalados por la implantación en diferentes empresas con resultados firmes y potentes. No obstante, quisiera hacer la salvedad de que están orientadas fundamentalmente a empresas que operan con los denominados **artículos de consumo bajo una política de fabricación para stocks**, aunque sus principios son extrapolables a cualquier actividad industrial.

Capítulo 1

Filosofía de la gestión logística

- 1.1. Evolución y características del mercado actual.
- 1.2. Evolución típica de las empresas.
- 1.3. El campo de la logística.
- 1.4. El concepto de logística integral.
- 1.5. El control del *lead-time*.
- 1.6. Principios de logística integral.
- 1.7. Importancia de los costes logísticos.
- 1.8. Evolución de la logística en la empresa.

1.1. Evolución y características del mercado actual

Antes de entrar en una definición formal de lo que es la logística, y con objeto de tener un mayor conocimiento de causa, creo ineludible hacer una pequeña revisión de los principales factores socio-económicos que han acontecido en las últimas décadas y que, sin duda alguna, han influido en la necesidad de este nuevo concepto de logística, advirtiendo que el orden de exposición de los mismos no significa ni prioridad ni importancia relativa de los mismos.

Estos fenómenos los podemos agrupar de la siguiente forma:

a) Desde el punto de vista del producto

- *El factor calidad*

En los últimos 25-30 años del siglo pasado, el concepto de calidad ha evolucionado de una forma tan significativa que, si bien al principio de la llamada época industrial se medía ésta como un porcentaje de rechazo de un producto con relación a sus especificaciones técnicas, hoy en día se habla como mínimo de «calidad total», «cero defectos», «certificaciones oficiales de calidad» de acuerdo con normas internacionales, etc. Esto hace que en los artículos fabricados, sobre todo en los llamados «productos de gran consumo», exista un alto grado de homologación en la calidad de los mismos, no existiendo diferencias prácticamente significativas. Pensemos, por ejemplo, en la electrónica de consumo, de tal forma que desde un punto de vista competitivo, **la calidad es un factor imprescindible, pero no suficiente, para diferenciarse de otros productos de nuestros competidores.**

- *El factor diseño*

A su vez, el diseño de los productos (de nuevo hablando en términos generales y de artículos de gran consumo) también se homologa siguiendo pautas del mercado, modas, etc., de tal manera que el consumidor final ante un escaparate, por ejemplo de electrodomésticos, óptica, electrónica, etc., normalmente tiene que fijarse en la marca para diferenciar un producto de otro.

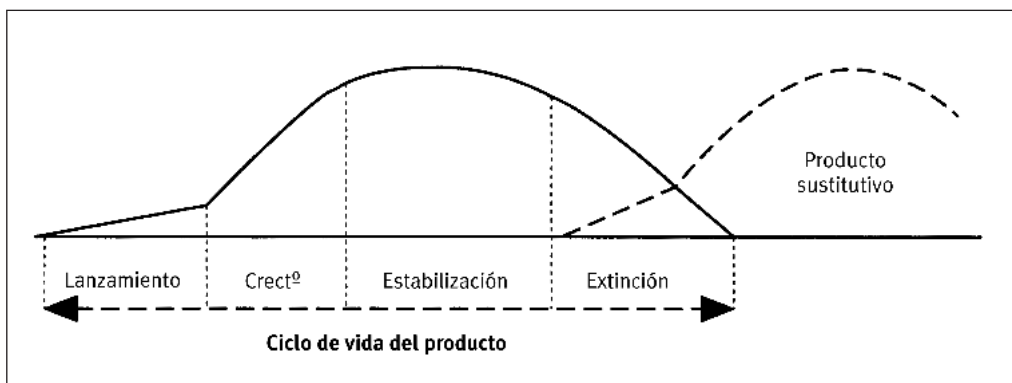
La consecuencia principal de lo anteriormente expuesto es que si los artículos son similares desde un punto de vista de diseño y calidad dentro de una determinada gama de productos, el mercado poco a poco va perdiendo fidelidad a la marca, moviéndose sus preferencias de compra por otros caminos (motivaciones y acciones especiales de marketing y sobre todo servicio).

- *El factor oportunidad de lanzamiento*

Como consecuencia de lo anteriormente expuesto, el llamado «ciclo de vida de los productos» (tiempo que mide desde que se lanza un nuevo producto al mercado hasta que es reemplazado por otro producto sustitutivo) se acorta de una manera significativa. Así podríamos decir que si este ciclo de vida se medía antes en términos de años, ya que las empresas lanzaban un nuevo producto cuando el actual se quedaba tecnológicamente obsoleto, hoy en día se mide en términos de meses, ya que los productos se renuevan no por razones tecnológicas, sino más bien por razones comerciales (innovación de productos); todo ello motivado por la alta competitividad del mercado, lo cual obliga, obviamente, a una sustitución prematura de nuestros productos, sustituyéndose por otros con alguna innovación especial con objeto de competir y no perder cuota de mercado, lo que da lugar a un alto riesgo de «obsolescencia comercial» en los stocks que tenemos, así como a la necesidad de acortar el tiempo necesario para situar el producto en el mercado (*time to market*).

Este fenómeno que tanta influencia tiene en la logística, como veremos oportunamente, se explicita en el gráfico siguiente:

ESQUEMA TRADICIONAL DE LANZAMIENTO DE PRODUCTOS



Habitualmente los productos sustitutivos se lanzaban cuando el actual entraba en fase de extinción; sin embargo, ahora en muchos casos los productos sustitutivos hay que lanzarlos antes de que los antecesores entren en la llamada fase de extinción, lo que hace que la vida comercial del producto sea cada vez más corta. Ejemplo de este fenómeno se observa claramente en los sectores de electrónica de consumo, telecomunicaciones, automoción, etc.

b) Desde el punto de vista del mercado

A partir de la década de los 90, podemos decir que el mercado entra plenamente en una época post-industrial, caracterizada por una competencia feroz entre fabricantes, debido a fenómenos tales como desarme arancelario, globalización de mercados, etc., de tal manera que ya es historia hablar de los bloques económicos tradicionales (Europa Occidental, EE.UU., Japón, etc.), para pasar a una globalización de la economía, con centros de producción en los países donde resulte económicamente más barata la fabricación. Así observaremos que la palabra tradicional «competencia» ha evolucionado a «competividad», «competitividad» e incluso «hipercompetitividad», de tal manera que el cliente pasa a ser el «rey» en la relación económica, al cual hay que dar plena satisfacción, ofreciéndole el producto que él desea, en el momento que lo solicite, de una forma rápida y eficaz, y dentro del contexto de un servicio total.

Como consecuencia de lo anteriormente expuesto, se produce históricamente un fenómeno de «proliferación» de canales de venta. Antes los productos se vendían en canales tradicionales, perfumerías, panaderías, ferreterías, etc.; hoy en día la aparición de grandes superficies, supermercados, *cash and carrier*, *cash-discount*, etc., hace que a excepción de algunos productos tradicionales como ocurre con la industria farmacéutica, la mayor parte de los productos se distribuyan en una multiplicidad de canales de venta, lo cual crea una complejidad en el mundo de la distribución comercial y transporte.

En definitiva, el esfuerzo comercial ya no va tanto orientado a la venta del producto como a la **satisfacción de una necesidad** del cliente, que en cierto modo ha sido impuesta a través de acciones de marketing.

CARACTERÍSTICAS DEL ENTORNO SOCIO-ECONÓMICO

- **HOMOLOGACIÓN DE CALIDADES.**
- **HOMOLOGACIÓN DE DISEÑO.**
- **POCA FIDELIDAD A LA MARCA.**
- **PROLIFERACIÓN CANALES DE VENTA.**
- **SATISFACCIÓN NECESIDADES.**

A la década de los noventa se la considera la *era de la calidad*, de la internacionalización de los mercados y de la competencia creciente, y se caracteriza por una serie de cambios significativos en las fuerzas del mercado, entre los cuales podemos mencionar básicamente los siguientes:

- Globalización de la economía.
- Homogeneización de los gustos en los diferentes mercados.
- Exigencia creciente de los consumidores (calidad y servicio).
- Diversificación de los productos y de las formas de presentación.
- Dificultad en la competencia de precios.
- Aumento de la importancia de los costes logísticos sobre el valor añadido.
- Importancia creciente de la ecología en el diseño de envases, reciclaje y tratamiento de residuos.

Por otra parte, surgen numerosas oportunidades en la búsqueda de sinergias entre los agentes principales del mercado, con el fin de mejorar el servicio y reducir costes.

En el siglo XXI se consolidan plenamente las llamadas nuevas tecnologías, como es el caso de Internet, que sin duda alguna revolucionan plenamente el mercado, como veremos oportunamente.

1.2. Evolución típica de la empresa

Una vez que hemos repasado la situación del entorno desde el punto de vista de producto/mercado, conviene indicar cuáles han sido históricamente las tendencias naturales en la organización empresarial ante los retos que le imponían el referido entorno y sus consecuencias.

En primer término, la empresa asume la necesidad de tener que dar un servicio lo más completo posible en términos de «disponibilidad del producto» y «rapidez de entregas», ya que de lo contrario perdería parte de su mercado, lo que les indujo a crear un sistema de «distribución capilar», basado en una proliferación de almacenes periféricos situados lo más próximo posible a los puntos de venta.

Indudablemente, esta política, además de incrementar los costes de transporte, conduce a un exceso de capacidad en términos de infraestructura de almacenes e inversiones en stocks de productos terminados, lo que se traduce, por una parte, en un capital inmovilizado grande, con los consiguientes costes financieros, sobre todo en épocas anteriores en las cuales el interés del capital era muy elevado debido a las tasas de inflación existentes; por otra parte, se generan altos niveles de stocks con un *time to market* excesivo frente a una vida corta del producto, lo que se traduce en unos costes de obsolescencia importantes. En definitiva, todo esto conduce a un incremento de los costes de distribución, restando puntos al margen bruto de la empresa, lo que la hace cada vez menos competitiva.

Si a lo anteriormente expuesto le añadimos que las estructuras organizativas eran complejas y que las responsabilidades operacionales no estaban medidas en términos

cuantitativos de forma específica, sino que más bien se limitaban a la filosofía de un control presupuestario periódico, sin tener una visión clara entre las decisiones que se tomaban e implicaciones financieras de las mismas, podemos ya darnos una idea del origen y necesidad del cambio ante la nueva situación.

Otro factor importante que contribuye a la mala gestión de la empresa es la excesiva «departamentalización», en el sentido de crear unidades autónomas que gestionan la empresa, ocupándose sólo del cumplimiento de sus objetivos particulares e ignorando el resultado global que sus decisiones tienen para la empresa en su conjunto, fenómeno que se denomina **sub-optimización**. Sirva de ejemplo el que en muchas empresas importantes, con una estructura industrial y comercial separadas, con frecuencia se da el fenómeno de que los responsables comerciales nunca han visitado sus propias fábricas, y, a su vez, los responsables de las fábricas no tienen ni la menor idea de las exigencias o tendencias del mercado. Obviamente, este desconocimiento se traduce en una falta de comunicación y coordinación de las actividades empresariales.

En el cuadro siguiente se esquematiza lo anteriormente expuesto, indicando las consecuencias negativas que supone para la industria en su conjunto.

EVOLUCIÓN TÍPICA DE LAS EMPRESAS



En definitiva, como reacción a todo lo anteriormente expuesto, surge el concepto de **logística integral**, cuya filosofía fundamental se basa en que el control del flujo de materiales debe ser considerado en su integridad y no de forma segmentada, constituyendo a su vez una de las principales tareas de la dirección, como veremos detalladamente en los epígrafes siguientes.

Por último, conviene señalar que no todas las empresas, obviamente, han seguido el esquema expuesto, sino que se trata de una generalización que se ha observado sobre todo en las grandes empresas multinacionales, así como que actualmente aún hay empresas, sobre todo en el mundo de las llamadas pymes, que todavía se encuentran en algún estadio muy incipiente del desarrollo anteriormente indicado.

1.3. El campo de la logística

En la empresa, la palabra **logística** se relaciona de una forma más o menos directa con todas las actividades inherentes al proceso de aprovisionamiento, fabricación, almacenaje y distribución de productos.

Se comprende fácilmente que, desde que existió la actividad industrial, siempre hubo problemas relacionados con el aprovisionamiento, fabricación, almacenaje y distribución de productos; sin embargo, no existía el concepto de logística tal y como hoy día lo entendemos. La razón fundamental es que la logística no es simplemente una palabra de nueva acuñación, sino una filosofía específica en la forma de gestionar una empresa.

Tradicionalmente, en las empresas hubo siempre tres ciclos básicos de gestión:

- a) El ciclo de aprovisionamiento de materiales.
- b) El ciclo de producción (transformación de materiales en productos terminados).
- c) El ciclo de almacenaje y distribución (situar el producto en el consumidor final).

Estos ciclos generalmente operaban de una forma inconexa (sub-optimización), en el sentido de que el problema fundamental del jefe de aprovisionamiento era el tener las materias primas, componentes y accesorios necesarios para que la fábrica pudiese elaborar sus productos de una forma más o menos continua sin correr el riesgo de que tuviese que parar la fábrica por falta de materiales; eso sí, comprando éstos a los proveedores de la forma más económica posible (lotes económicos de compra), dando de esta forma lugar a unos inventarios de materiales a veces innecesarios con unos altos costes de capital invertido y riesgo de obsolescencia y caducidad de productos.

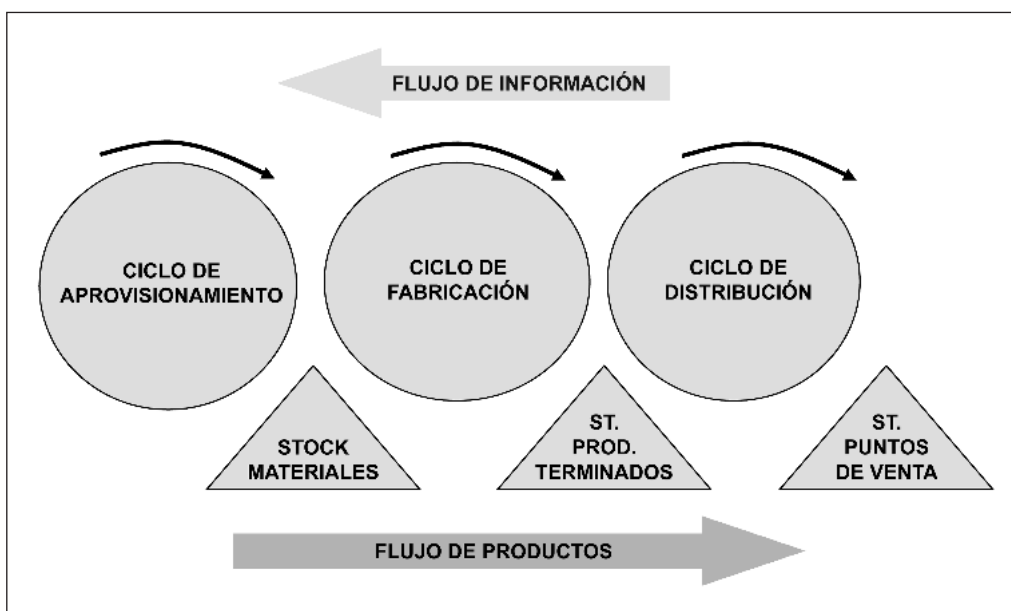
Por otro lado, lo que deseaba la fábrica era conseguir un programa de fabricación con un horizonte amplio y estable que le permitiera producir en gran cantidad, para obtener de esta forma unas economías de escala en la producción y abaratar los productos que fabricaba. Esto daba lugar a unos stocks de productos terminados que a

veces no se podían vender y que en todo caso costaba mucho dinero almacenar, así como al capital cautivo que tenían en los referidos stocks.

La distribución física se hacía con criterios de transporte económico (cargas completas de camiones y medios económicos de transporte), sin atender a las exigencias de rapidez y fiabilidad que hoy en día exige el mercado.

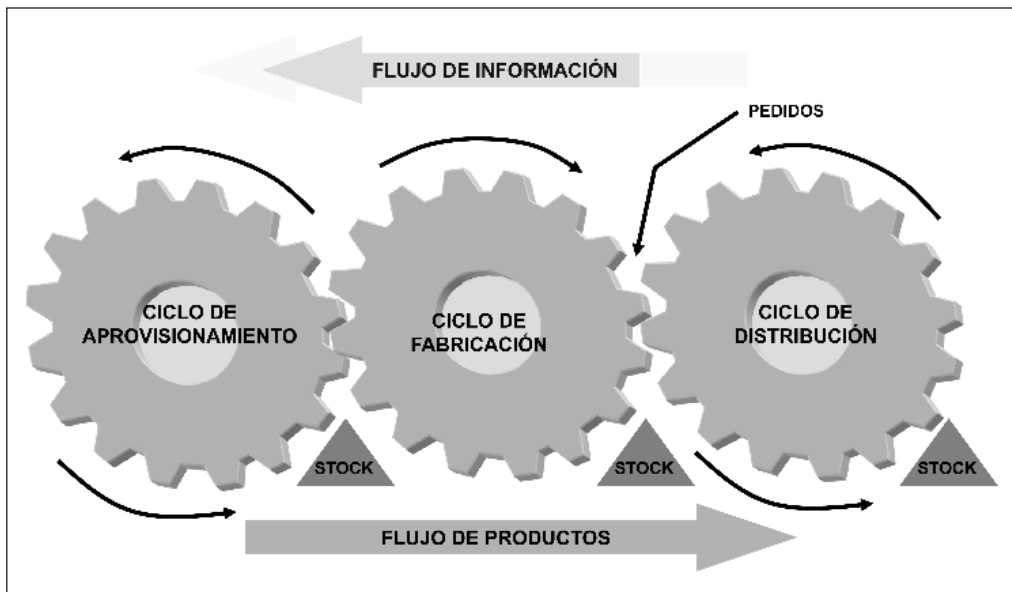
En definitiva, todo esto se traducía en **tiempos largos de respuesta al cliente y excesivas inversiones en capital circulante (stock)**, lo que contribuía a perder competitividad y encarecer los costes de la empresa.

CICLOS LOGÍSTICOS DESCONECTADOS



La logística integral cambia sustancialmente el problema, creando sistemas de información y control para conseguir un flujo continuo de productos con los mínimos costes operativos posibles, dando a su vez la máxima satisfacción al cliente. Gráficamente se podrían representar como tres ruedas dentadas que giran acordes con el ritmo que les impone el ciclo de distribución, que a su vez responde a las necesidades reales de suministro del mercado, tal y como se representa en el gráfico siguiente. Obsérvese que aquí los niveles de stocks son mucho más pequeños que en el caso anterior, debido a la fluidez continua de materiales.

CICLOS LOGÍSTICOS CONECTADOS



En el gráfico anterior de ciclos logísticos conectados, se puede observar que la «velocidad» del ciclo de distribución condiciona la frecuencia de fabricación, y este a su vez el ciclo de aprovisionamiento.

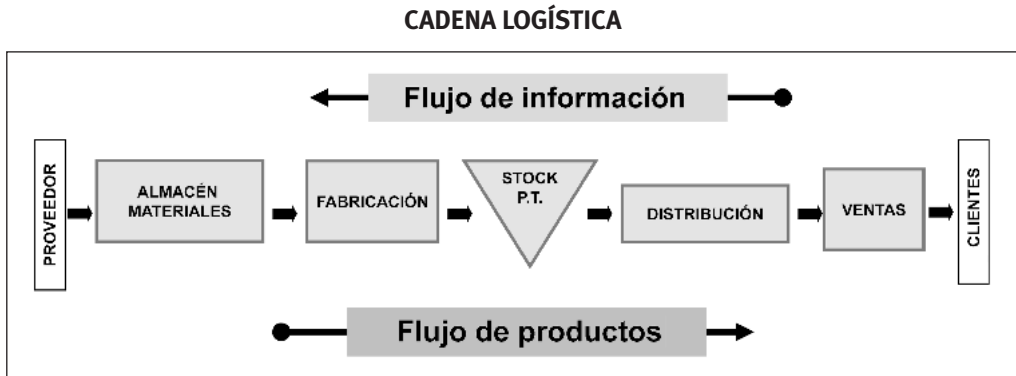
Antes de entrar en la definición de logística integral propiamente dicha, conviene aclarar algunos conceptos previos para una mejor comprensión del tema.

Sobre la etimología de la palabra **logística** no hay un criterio claro por parte de los estudiosos del tema; unos piensan que procede del griego «logístikos», que significa aptitud para el cálculo, otros lo derivan del término latino «logista», que se usaba para definir al intendente o administrador de los ejércitos; personalmente me inclino más por este origen latino, ya que el término logística se empleó por primera vez en la jerga militar en la Primera Guerra Mundial como consecuencia del abastecimiento de los recursos materiales y humanos requeridos en los diferentes campos de batalla.

En la empresa, la palabra logística se empieza a aplicar a partir de la década de los sesenta como traducción de la palabra anglo-sajona «logistic», para referirse a unos procesos en cierto modo similares a los del estamento militar, pero con unos objetivos operativos completamente diferentes, ya que mientras los militares supeditan el concepto de economía al de eficacia, la industria lo orientan fundamentalmente a la satisfacción del mercado con criterios de economicidad.

En logística es fundamental el concepto de «control del flujo», considerando en combinación el de mercancías y el de la información que lo genera a lo largo de la denominada **cadena logística**.

Gráficamente se podría representar de la siguiente forma:



Como puede observarse en el gráfico anterior, el flujo de materiales va desde la fuente de aprovisionamiento (proveedor) hasta el **punto de venta**, que es donde se sitúa habitualmente el stock (mercancías disponibles para la venta), mientras que la información que genera el referido flujo de material va en sentido contrario; es decir, desde el mercado hasta la fuente de suministro, lo cual implica un efecto «retardo», que hay que tener en cuenta a efectos de integración de sistemas informáticos y sistemas operativos.

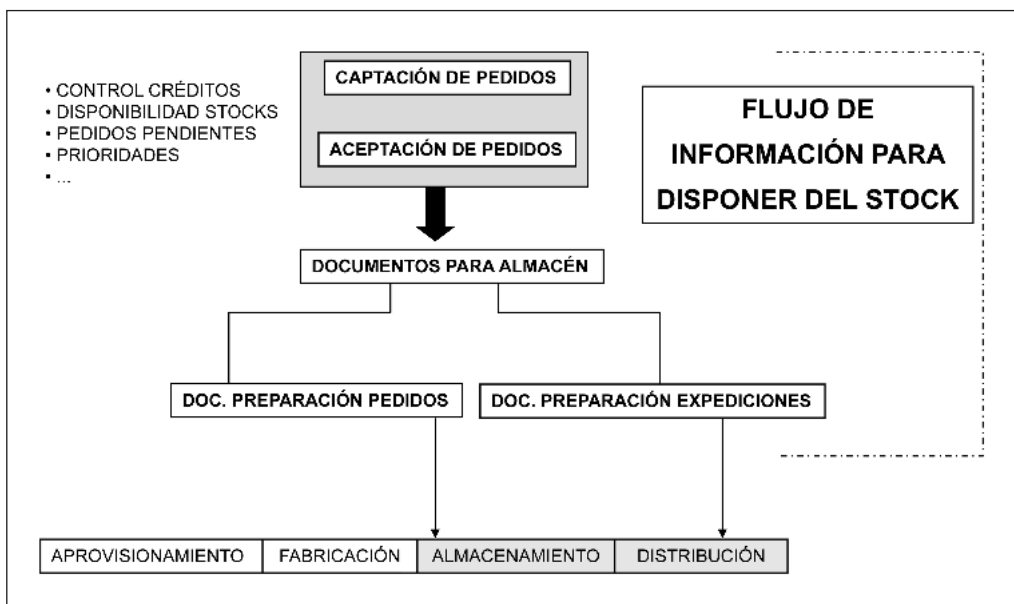
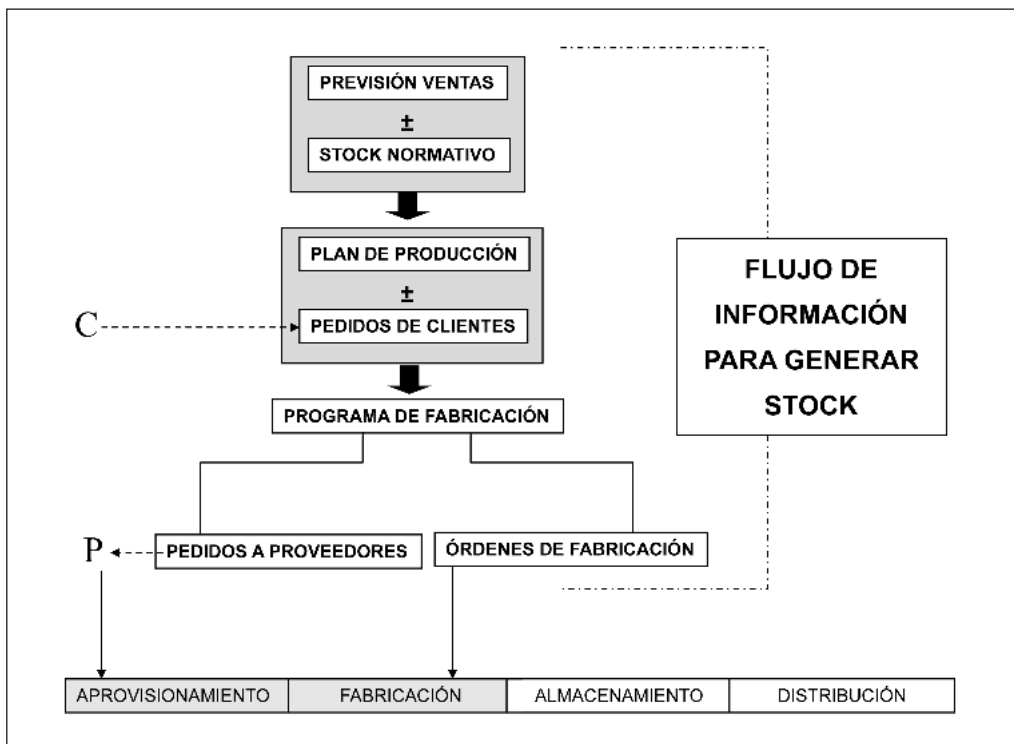
También conviene señalar que el concepto de **inventario** es más amplio que el de **stock** (mercancía disponible para su venta), pudiéndose situar en cualquiera de los eslabones de la cadena logística.

Por tanto, en cuanto a los sistemas de información en general, se podría decir que hay sistemas que tienen por misión **generar stocks** y sistemas que tienen como objetivo **disponer del stock existente**.

Así, por ejemplo:

- El plan de marketing genera las previsiones de venta.
- Las previsiones de venta generan el nivel de stock requerido.
- El diferencial entre stock existente y requerido más el plan de ventas genera las previsiones de fabricación.
- Las previsiones de fabricación generan las órdenes de producción.
- Las órdenes de producción generan pedidos a proveedores.

Por el contrario, el flujo de productos se inicia con el proceso de aprovisionamiento de materiales, pasando por una serie de fases intermedias como son las de almacenamiento, fabricación y transporte, hasta que se sitúa el producto en el punto de venta. Este concepto se ilustra con los gráficos siguientes:



Está claro que toda agilidad en los sistemas informativos de planificación se traduce en una mayor rapidez para situar el producto en el mercado.

1.4. El concepto de logística integral

Una definición formal del concepto de **logística integral** la estableció el Council of Logistics Management en 1986:

«El proceso de planificación, implementación y control eficiente del flujo efectivo de costes y almacenaje de materiales, inventarios en curso y productos terminados, así como la información relacionada desde el punto de origen al punto de consumo con el fin de atender a las necesidades del cliente...».

Aunque indudablemente la definición es completa, sin embargo, a mi entender, la considero poco didáctica, por lo cual, teniendo en cuenta las matizaciones anteriormente expuestas, podríamos definir la logística integral como:

El control del flujo de materiales desde la fuente de aprovisionamiento hasta situar el producto en el punto de venta, de acuerdo con los requerimientos del cliente y con dos condicionantes básicos:

- a) Máxima rapidez en el flujo del producto.*
- b) Mínimos costes operacionales.*

La rapidez en el flujo del producto va ligada al «control del *lead-time*» (tiempos de respuesta), cuyo concepto explicaremos con más detalle en el párrafo siguiente, mientras que los «mínimos costes operacionales» se consiguen con un nivel racional y equilibrado de capacidad industrial empleada, una reducción drástica de los niveles de inventario y unos procesos operativos eficientes.

Oportunamente demostraremos cómo toda política tendente a reducir los *lead-times* de aprovisionamiento, fabricación y distribución inexorablemente se traduce en una reducción del nivel de inventarios.

En la definición hemos resaltado las palabras **control y flujo de materiales**, las cuales vamos a matizar para una mejor comprensión del concepto de logística.

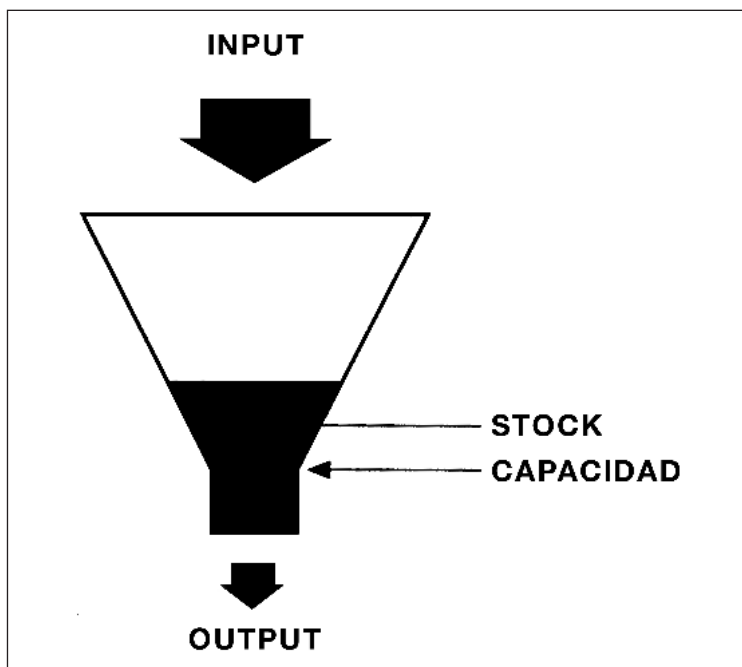
Para comprender bien el concepto de «control de flujo de materiales», hemos de definir claramente lo que en logística se denomina capacidad y control.

CAPACIDAD

En términos industriales, **capacidad** se refiere al ritmo máximo de *output* (unidades fabricadas, volumen de almacenaje, cantidad de expediciones, etc.) que se puede conseguir con los medios tecnológicos y humanos disponibles. Está claro que cuando en una determinada instalación dentro de la denominada cadena de suministro (fábrica, almacén, transporte, etc.) existe un determinado cuello de botella, la capacidad global de la misma estará limitada y definida por este cuello de botella, generando

a su vez unos inventarios de productos en «curso de tramitación» o pendientes de entrega.

Este concepto se ilustra en el gráfico siguiente:



En este símil, representativo de un embudo en el que entra y sale agua, el nivel de líquido representa los inventarios y los *input/output*, los ritmos de entrada y salida de productos.

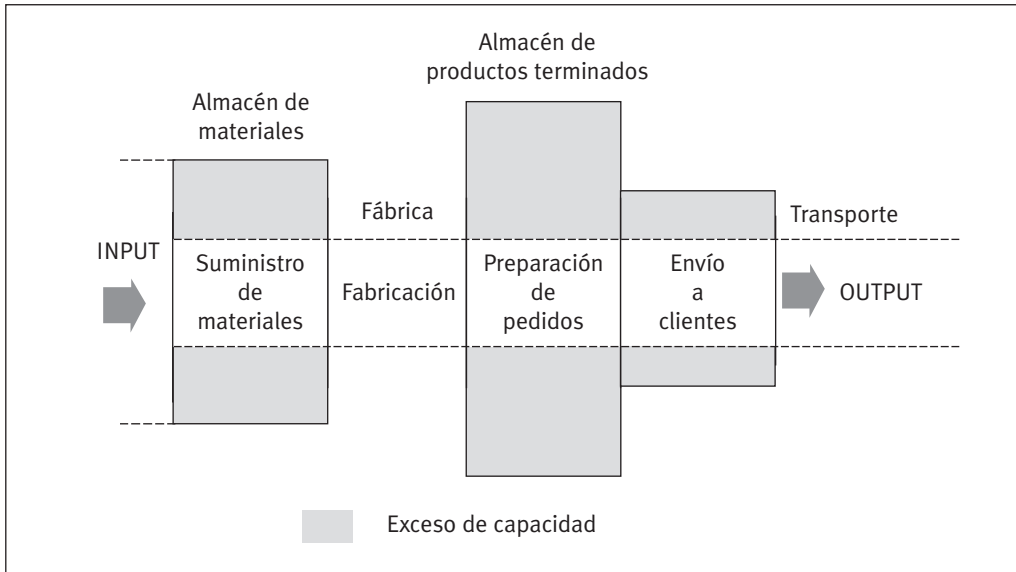
Aprovisionamiento y distribución física

Debe quedar claro que la primera condición para un correcto funcionamiento de la cadena de suministro es que las capacidades existentes a lo largo de los diferentes eslabones que la componen estén **equilibradas y armonizadas** de acuerdo con el plan de ventas, ya que de lo contrario se produciría inexorablemente una sub-utilización de recursos y un exceso de *stocks* innecesario, con la consiguiente traducción en coste de capital inactivo.

En el gráfico siguiente se da un ejemplo de lo que ocurre cuando hay un desequilibrio de capacidades. Obsérvese que el *output* final está limitado por el cuello de botella, que en este caso corresponde al proceso de fabricación.

Cuando se dice que las capacidades deben estar armonizadas con el plan de ventas, queremos significar que éstas deben ser coherentes con la capacidad requerida según las previsiones, teniendo en cuenta unas tolerancias razonables.

CAPACIDADES NO EQUILIBRADAS



CONTROL

El control hay que interpretarlo en el sentido anglosajón de «*closed-loop*» (sistema de lazo cerrado), que significa un proceso iterativo en virtud del cual la capacidad requerida en función del *input* previsto se compara con la capacidad disponible para ver si ésta es suficiente o modificable, ya que de lo contrario tendríamos que adaptar el programa de ejecución.

1.5. El control del *lead-time*

El *lead-time* es una expresión genérica utilizada mucho en logística para analizar la rapidez del flujo de materiales y que podríamos definir como:

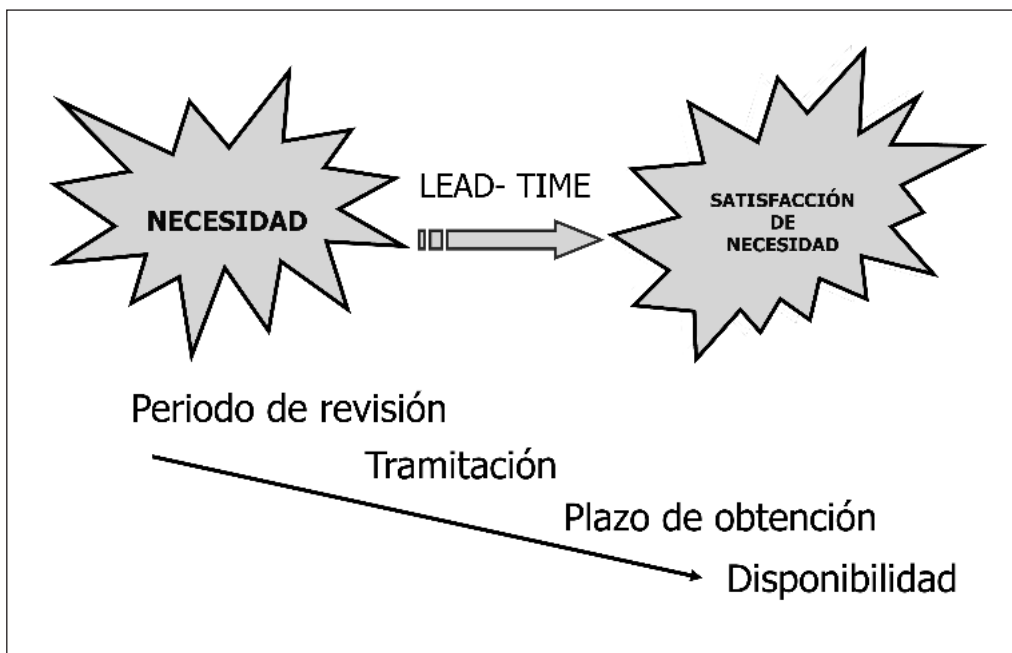
El tiempo que media desde que se inicia un «proceso operativo» (aprovisionamiento, almacenaje, fabricación, distribución, etc.) hasta la finalización del mismo.

Así podríamos hablar del *lead-time* de aprovisionamiento, del *lead-time* de fabricación, etc., o bien de *lead-time* de tramitación para procesos burocráticos, etc. Matizando un poco más la definición, podríamos decir que es el tiempo que media desde que se reconoce la necesidad de iniciar una determinada operación hasta que ésta esté

totalmente concluida. Así, por ejemplo, el *lead-time* de aprovisionamiento de materiales sería el tiempo total invertido, desde que se reconoce la necesidad de comprar el producto hasta que el mismo está físicamente situado en el almacén y disponible para su utilización; lógicamente, este *lead-time* se podría descomponer en diferentes segmentos de tiempo, tales como:

- Cálculo de necesidad del material.
- Tramitación del pedido al proveedor.
- Plazo de entrega del proveedor.
- Recepción y control de calidad del producto.
- Ubicación física en las estanterías del almacén.
- Comunicación al sistema informático y/o administrativo de la disponibilidad del producto para su utilización.

EL CONCEPTO DE LEAD-TIME



Cuando nos referimos al *lead-time* de almacenamiento, el término se refiere al tiempo promedio que un producto permanece en el almacén. Teniendo en cuenta que la rotación de un producto se efectúa normalmente por el sistema **FIFO**, el referido tiempo promedio se podría calcular transformando el stock en términos de días de producción o venta (cobertura). Esto se realiza aplicando las siguientes fórmulas:

- a) Para productos terminados (stocks comerciales):

$$\text{DÍAS DE STOCK} = (\text{INV. PROMEDIO} / \text{VENTA ANUAL}) \times 365$$

- b) Para materiales y componentes (stocks para fabricación):

$$\text{DÍAS STOCKS} = (\text{INV. PROM.} / \text{PRODUC. ANUAL}) \times 365$$

El *lead-time* acumulado es un concepto muy empleado en logística integral para analizar los tiempos totales de reacción. Así, por ejemplo, el *lead-time* acumulado desde el aprovisionamiento del producto hasta su distribución en el punto de venta se podría expresar de la siguiente forma:

CONCEPTO	L.T. UNIT (Días)	L.T. ACUMULADO
Aprovisionamiento de material	25	25
Stocks material y componentes	35	60
Tiempo de fabricación	15	75
Producción acabada	2	77
Tiempo transporte almacén central	3	80
Stocks en almacén central	30	110
Transporte a almacenes periféricos	3	113
Stocks almacenes periféricos	15	128
Transporte a punto de venta	2	130

Este ejemplo significaría que cualquier modificación que pretendamos hacer en el diseño del producto tardaremos un promedio de 4,3 meses hasta tenerlo situado en el mercado, si antes queremos consumir los productos que tenemos en stock, lo cual podría crear problemas con productos perecederos, así como en la coordinación de campañas publicitarias en el lanzamiento de nuevos productos, etc.

Obsérvese que una reducción de stocks implica una reducción del *lead-time* acumulado y, viceversa, toda reducción de *lead-times* se traduce, como veremos, en una reducción de stocks.

Hasta ahora hemos hablado fundamentalmente de lo que podríamos considerar la logística integral dentro de una «unidad empresarial», sea una empresa o grupos de empresas pertenecientes al mismo *holding* empresarial con una sola unidad de mando y dirigidos a un único mercado. En definitiva, lo que hemos definido como **cadena logística interna**.

La llamada gestión de la cadena de suministros (SCM, *Supply Chain Management*) alude a la cadena logística global que se produce como consecuencia de una serie de

empresas independientes pero relacionadas entre sí comercialmente como consecuencia de suministros efectuados entre ellas.

Estas cadenas de suministros, que vamos a denominar externas o globales, están, por tanto, formadas por diferentes agentes que intervienen, tales como proveedores, fábricas, almacenes, distribuidores, operadores logísticos, clientes, etc., creando unas redes de carácter nacional o internacional muy definidas, entre las cuales se establecen unos vínculos o acuerdos especiales para una mayor economía y eficacia del sistema logístico de cada uno de los agentes intervinientes.

En el Capítulo 9 de este libro hablaremos con más amplitud de la filosofía de gestión de una cadena de suministros.

1.6. Principios de logística integral

La logística integral, y de nuevo refiriéndome exclusivamente a la llamada cadena de suministros interna, se apoya en una serie de principios de organización cuyo contenido básico se podría resumir en los siguientes tópicos:

FILOSOFÍA BÁSICA



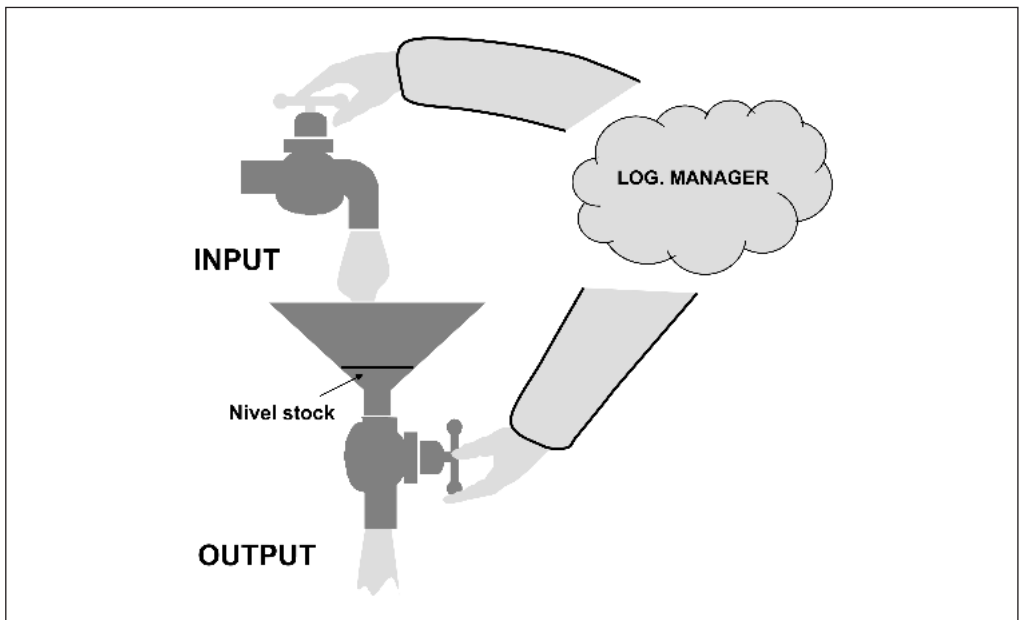
• RESPONSABILIDAD INTEGRAL

La responsabilidad integral se apoya en el principio de que el «gestor de la logística» debe mantener bajo su responsabilidad el control integral del flujo de productos (materiales, semielaborados y productos terminados), desde la misma fuente de aprovisionamiento (fábrica o proveedor) hasta que el producto terminado se sitúa en el punto de venta, de tal manera que los flujos de aprovisionamiento y/o producción se

regulen en función de las necesidades del mercado, que en definitiva son las que generan los flujos de salida.

Este concepto se puede ilustrar con el siguiente ideograma, en el cual se ve que el «gestor de logística» regula el flujo de entrada de líquido (productos fabricados o vendidos) en función de las necesidades de salida (venta) y la capacidad disponible (cuello de botella del embudo), manteniendo a su vez un nivel de stock deseable (líquido del embudo), para evitar un desabastecimiento de mercancías debido al carácter intermitente de los flujos de entrada.

Naturalmente, este principio requiere un cierto desarrollo empresarial, basado en una **organización por producto** más que en una **organización funcional**, tal y como veremos oportunamente cuando hablemos del desarrollo de la logística en la empresa y el papel del *logistic manager*.



• EQUILIBRIO DE CAPACIDADES

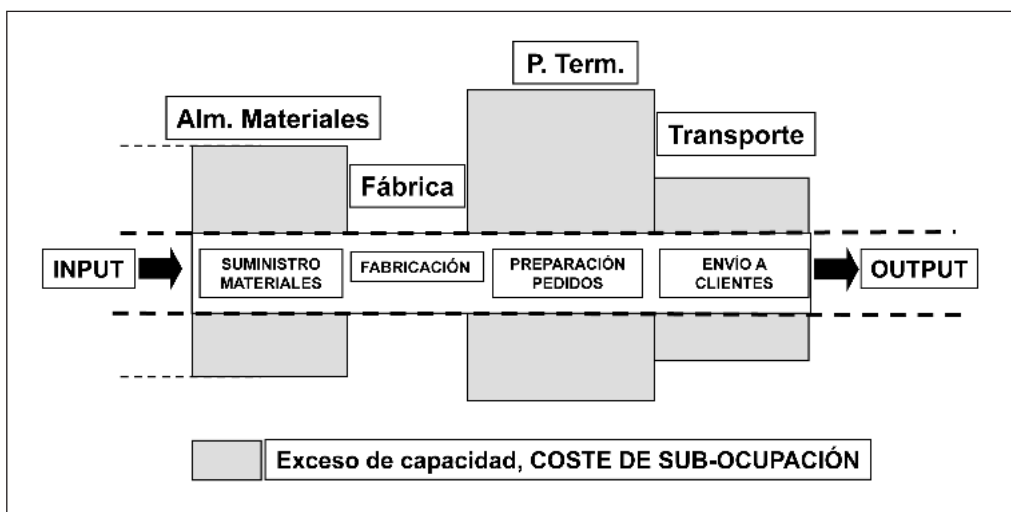
El equilibrio de capacidades se va a manifestar manteniendo una política de contratación de personal directo, inversiones y renovación de recursos necesarios para la función logística (almacenes, flota transporte, etc.), siempre de acuerdo con las previsiones de venta a largo y medio plazo, para evitar estrangulamientos en los procesos por falta de capacidad (cuellos de botella) o excesos de recursos innecesarios. En otras palabras:

La capacidad de la cadena logística debe estar equilibrada y armonizada con el plan de ventas.

Al proceso que principalmente se encarga de regular indirectamente estas capacidades se le conoce en la industria con el nombre de plan maestro de producción, o MPS si utilizamos la terminología anglosajona (*Master Production Schedule*), y que en definitiva no es otra cosa que un documento capaz de transformar un plan de ventas en un programa de fabricación o compras a corto y medio plazo, como veremos oportunamente en el capítulo de gestión de la producción.

En el gráfico siguiente se esquematiza la función del MPS en el control del flujo de materiales.

CÓMO EQUILIBRAR LAS CAPACIDADES



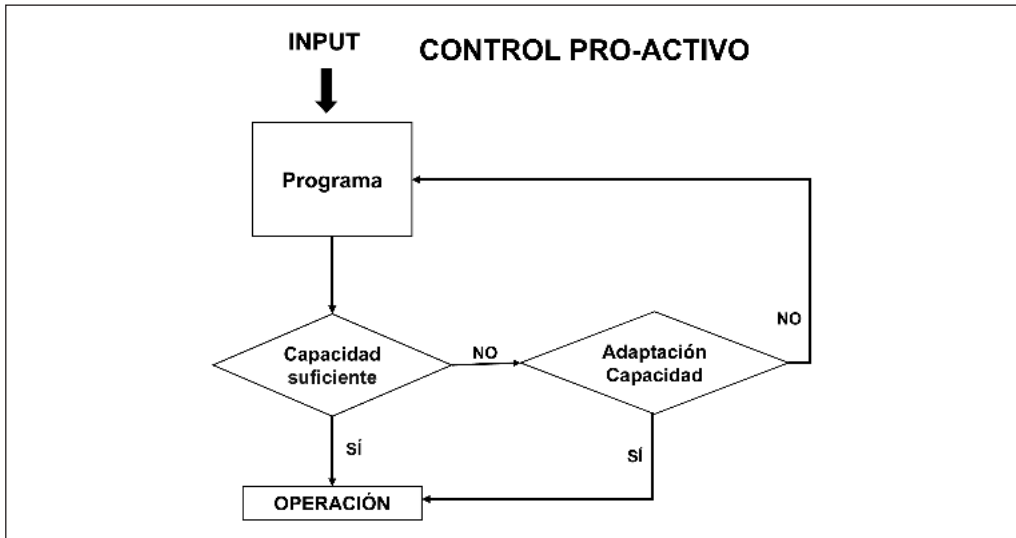
• CONTROL PRO-ACTIVO DEL FLUJO DE MATERIALES

El control pro-activo es típico de los procesos operativos de logística y tiene como misión comprobar que disponemos de los recursos necesarios (personas, máquinas, espacio, etc.) antes de comprometernos con un programa de ejecución preestablecido, ya que de lo contrario se generan pedidos u «órdenes en curso de ejecución» que aumentan el nivel de existencias y retrasan el *lead-time* acumulado, sin poder cumplir con las exigencias del cliente, lo que significa, en definitiva, pérdida de servicio.

Se trata, por tanto, de mantener el principio de no lanzar programas de fabricación, compra o distribución si antes no confirmamos que tenemos capacidad disponible para ejecutarlos.

Esto se ilustra en el gráfico siguiente, donde se puede ver que es mejor cambiar el programa previsto si no se puede adaptar la capacidad siguiendo el principio de:

Es mejor tener «pedidos pendientes» que «órdenes en curso».



El contrapunto de este proceso sería el llamado **control reactivo** o control presupuestario, típico de las actividades comerciales o administrativas-financieras, en donde se compara la realidad con los presupuestos u objetivos previstos, analizándose las causas que motivan las desviaciones y tomando las acciones correctivas pertinentes.

• PLANIFICACIÓN «TOP-DOWN»

La planificación logística, tomando el concepto anglo sajón *top-down* (de arriba abajo) alude a la necesidad de planificar partiendo **de lo general a lo particular** en lo que al **objeto planificado** se refiere, y de lo más lejos a lo más cercano en cuanto al **horizonte temporal** empleado.

Más concretamente, cuando hablamos de planificación de venta o producción, tendremos primero que expresar la previsión a nivel división industrial o grupo de productos, luego a nivel familia de producto y por último a nivel ítem o referencia concreta de producto.

En cuanto al horizonte de planificación, como en toda actividad económica, se distinguen tres niveles de planificación:

- Planificación estratégica.
- Planificación táctica.
- Planificación operacional.

La planificación estratégica se identifica plenamente con el plan de marketing de la empresa, cuya intención no es otra que la de definir a un plazo más o menos largo

(horizonte de planning) la gama de productos que vamos a comercializar, participación y segmentos del mercado a los cuales vamos a atender con una determinada política de servicio, y sobre todo conocer con suficiente antelación las inversiones que tenemos que realizar para conseguir los referidos objetivos de marketing.

Desde un punto de vista logístico, la planificación estratégica tiene como objetivo fundamental definir los recursos necesarios en la cadena de distribución (fábricas, almacenes, flota de transporte, etc.) por si fuese necesaria la ampliación y/o modificación de los existentes para conseguir un equilibrio de las capacidades requeridas.

El horizonte de planning dependerá de la naturaleza de los recursos que necesitemos, pues obviamente no es lo mismo la apertura de nuevas fábricas o almacenes, que puede llevarnos a horizontes de 3 a 5 años, que la simple remodelación de los existentes o subcontratación de servicios, que podríamos efectuar en un entorno de 1 a 2 años.

A **nivel estratégico** se deben tomar las siguientes decisiones fundamentalmente:

- Fábricas y almacenes requeridos, nivel tecnológico y dimensionamiento de los mismos.
- Niveles de producción de las fábricas.
- Stocks normativos de los almacenes.
- Localización de fábricas y almacenes.
- Asignación de almacenes a puntos de suministros.
- Asignación de la demanda a los almacenes.
- Modo de transporte (carretera, ferrocarril, etc.).
- Tipo de transporte (vehículos).

En definitiva, todos los elementos necesarios para definir un modelo de distribución.

Si la planificación estratégica tiene como finalidad fundamental el «definir y disponer de los recursos necesarios a largo plazo», la **planificación táctica** tiene como objetivo fundamental el hacer operativos los recursos definidos.

En este contexto, el horizonte de la planificación táctica hemos de medirlo en términos de meses (periodo de instalación, adiestramiento, etc.).

A **nivel táctico**, los problemas se centran en cuestiones tales como:

- Equipos de fabricación.
- Equipos de mantenimiento.
- Diseño de almacenes.
- Volumen de expediciones.
- Dimensionar flota de transporte.
- Política de distribución.
- Volumen y naturaleza de inventarios en diferentes localizaciones.

La planificación operacional se orienta a conseguir una utilización eficiente de los recursos disponibles; su horizonte es siempre a corto plazo, medido normalmente en términos de semanas o días.

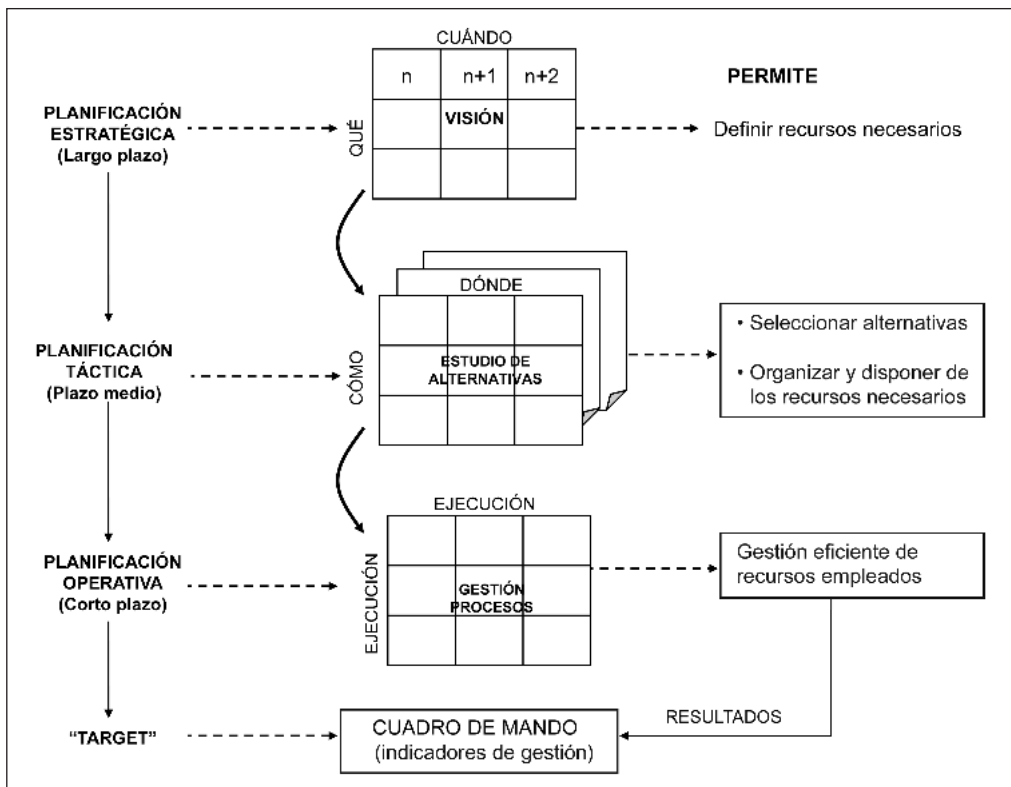
A **nivel operacional**, los problemas estarán ligados fundamentalmente a cuestiones tales como:

- Programación de aprovisionamiento.
- Programación de distribución.
- Asignación de carga a los vehículos.
- Asignación de transportistas.
- Programación de rutas de reparto.
- Control operativo del flujo de productos.

Obviamente, esta parte del proceso logístico va íntimamente relacionada con el modelo de distribución definido, la organización y los medios disponibles, existiendo soportes informáticos para ayudar a la toma de decisiones.

En el cuadro siguiente se efectúa un intento de esquematizar este concepto.

PLANIFICACIÓN LOGÍSTICA



LOS «TRADE-OFF» ECONOMICOS

La palabra *trade-off* se institucionaliza en logística como aquella **solución de compromiso** que trata de dar satisfacción a intereses habitualmente contrapuestos en la empresa, encontrando así una solución económicamente más rentable en su conjunto con el mínimo deterioro de los referidos intereses funcionales. Así, por ejemplo, el departamento de marketing desearía tener un nivel de stocks lo suficientemente alto y descentralizado para dar el máximo servicio (disponibilidad) a sus clientes, mientras que el departamento financiero tratará de reducir los stocks al mínimo posible para evitar una inversión excesiva de capital y aumentar la rentabilidad del negocio.

Cuando no se establece un procedimiento automático de *trade-off* se produce el fenómeno denominado **sub-optimización**, en el sentido de que cada departamento o división funcional de la empresa trata de optimizar sus resultados sin tener en cuenta los intereses globales de la compañía.

Por último, conviene matizar que un *trade-off* no significa necesariamente una optimización del conjunto, ya que un óptimo en el sentido puramente ortodoxo de la palabra raramente se consigue en la complejidad de la vida empresarial.

El problema de la sub-optimización aparece tanto a nivel funcional como departamental, ya que cada individuo trata de maximizar su propia *performance*.

Típicamente podemos destacar los siguientes conflictos interfuncionales:

MARKETING desea:

- Un nivel de stocks alto y descentralizado para dar el máximo servicio posible a sus clientes.
- Proliferación de productos y máxima flexibilidad industrial.

FINANZAS desea:

- Bajo nivel de inversiones, con un nivel óptimo de inventarios fáciles de controlar evitando obsolescencia de los mismos.

FABRICACIÓN desea:

- Programación a largo plazo de la producción.
- Grandes series de fabricación para conseguir una alta utilización de equipos y un bajo coste de producción.

DISTRIBUCIÓN desea:

- Almacenaje económico y transportes a carga completa para conseguir economías en la distribución con detrimento a veces de la rapidez de entregas.

En logística es preceptivo un proceso de *trade-off* para eliminar conflictos funcionales a través de un análisis, evaluación y negociación con las partes implicadas, con el fin de «optimizar» la gestión logística con los mínimos costes posibles para la empresa en su conjunto, todo ello dentro de una política de servicio definida.

Como *trade-offs* básicos de logística cabe mencionar los siguientes:

- Nivel de stocks requerido (stocks normativos) versus coste de las ventas perdidas por falta de existencias (stock-out).
- Volumen y frecuencia del pedido de compra versus coste de tramitación de un pedido.
- Frecuencia de entrega a clientes versus coste de transporte por cargas incompletas de vehículos.
- Estrategias de volumen de producción versus variabilidad de la demanda de los productos fabricados.

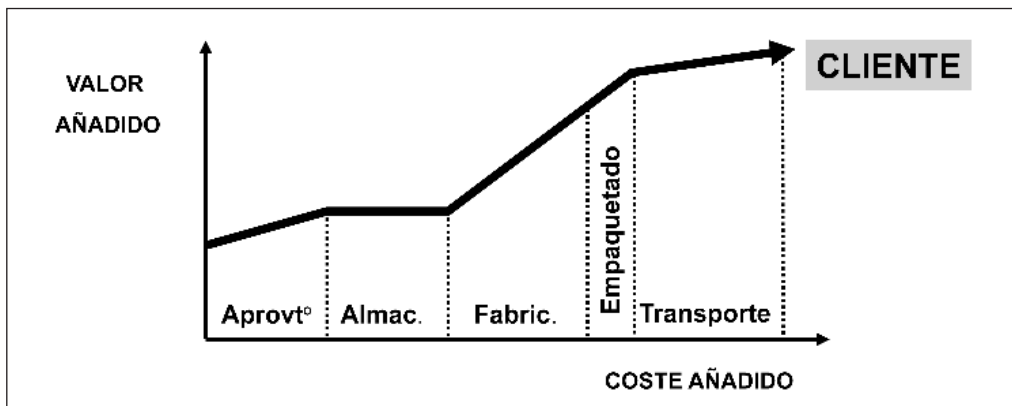
Todos estos *trade-offs* básicos se analizarán en detalle dentro de los capítulos correspondientes a cada uno de ellos.

EFICIENCIA OPERATIVA

El flujo de materiales a lo largo del llamado «eje del producto», o sea, desde su punto de origen hasta su punto de destino, da lugar a una serie de operaciones de las cuales unas se caracterizan porque añaden un valor al producto desde el punto de vista del cliente (así, por ejemplo, en un proceso de fabricación o ensamblaje, el producto terminado tiene obviamente más valor que el conjunto de materiales empleados en el mismo, o un proceso de embalaje o etiquetaje con código de barras, que permite una facilidad en el proceso de identificación y control de los productos, etc.), mientras que otras actividades implican solamente un coste, sin añadir ningún valor desde el punto de vista del cliente. Así, por ejemplo, toda operación de almacenaje, preparación de pedidos, transportes en general, etc., son operaciones que se caracterizan por su alto coste, sin añadir valor alguno al producto desde un punto de vista comercial. Los japoneses en la terminología de *just in time* lo denominan en general con la palabra «despilfarro», constituyendo un objetivo logístico la eliminación o reducción al máximo posible de estas operaciones no productivas.

En el siguiente gráfico vemos un esquema de este concepto en el cual se puede apreciar de forma global la cantidad de costes improductivos que una empresa tiene que soportar en su proceso logístico.

CADENA DE VALOR AÑADIDO



Hay que señalar que en el empeño de reducir costes con aumento del grado de servicio al cliente, las principales técnicas que se aplican en la logística tienen como denominador común la reducción de dos factores fundamentales: el factor TIEMPO (*lead-time*) y/o el factor ESPACIO (volumen).

Así pues, cuando en gestión de stocks hablemos de niveles de stocks normativos, sistemas integrados de reposición (*quick-response*), *just in time*, etc., vemos que, en definitiva, lo que conseguimos es unos niveles mínimos de existencias (rotación alta de stocks), con una reducción drástica de *lead-times*, lo que afecta al espacio (m^3 de almacenaje) y, en definitiva, a los costes de la infraestructura requerida.

Las técnicas de organización y racionalización de almacenes tienden a reducir espacio y aumentar tiempo de respuesta; lo mismo se puede decir con las técnicas de normalización de empaquetado, sistemas de contención de productos (*pallets*, contenedores, etc.).

La ubicación física de almacenes, gestión automática de pedidos, optimización de rutas de reparto, etc., tienen como objetivo básico la reducción del *lead-time* (tiempo de respuesta).

En definitiva, cuando la logística nos dice: «...Máxima rapidez del flujo de materiales con mínimos costes operacionales...», lo único que podemos hacer es reducir *lead-times* y aumentar la rotación de los stocks.

Por efecto inducido obtendremos mejora de servicio, reducción de espacios y coste de la infraestructura que lo soporta.

1.7. Importancia de los costes logísticos

Es difícil dar una cifra representativa de la importancia de los costes logísticos, ya que éstos varían sustancialmente de unos sectores a otros; además, habría que ponerse de acuerdo sobre qué conceptos intervienen en la configuración de estos costes.

Como referencia, digamos que en el Reino Unido se han efectuado estimaciones limitando estos conceptos a las actividades de almacenaje, transporte, gestión de inventario, administración y empaquetado.

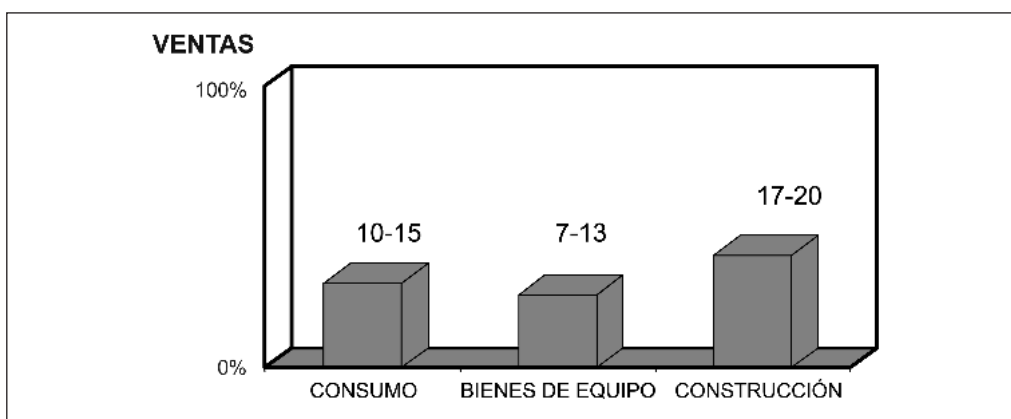
Una noción de cómo se distribuirían estos costes podría ser la siguiente:

CONCEPTO	PORCENTAJE
– Almacenaje y manipulación	40%
– Stocks (interés, riesgo y obsolescencia)	30%
– Transporte	18%
– Empaquetado	4%
– Proceso de la información	8%
TOTAL	100%

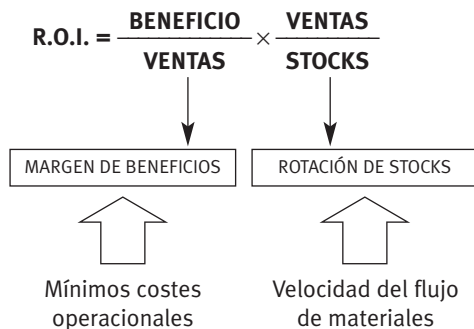
Como orientación, podríamos decir que los referidos costes globales se sitúan en torno a un 9% de las ventas, con una tendencia a la baja desde los últimos años, precisamente como consecuencia de las acciones logísticas emprendidas por las empresas más punteras en los sectores analizados, por lo que es fácil extrapolar que en muchos sectores estos costes se situarán en torno al 15%.

En el cuadro siguiente se da una noción de los costes logísticos totales para diferentes sectores empresariales.

IMPORTANCIA DE LOS COSTES LOGÍSTICOS RESPECTO A LAS VENTAS



Por último, conviene subrayar que el concepto de logística integral es completamente coherente con el concepto financiero de rentabilidad del capital. Un negocio desde el punto de vista financiero se mide a través del ROI (retorno de la inversión), lo cual, como sabemos, es la relación entre el beneficio obtenido y el capital empleado, como indicativo del tiempo que tardamos en recuperar la inversión (en este caso inversión en stocks). Pues bien, esta fórmula se puede expresar de la siguiente manera:



Lo que significa que el ROI se puede aumentar bien incrementando el margen de beneficios o bien aumentando la rotación de stocks o ambas cosas a la vez.

Como se puede observar, la logística incide en ambos parámetros, reduciendo costes operacionales e incrementando la velocidad del flujo de productos (aumento de rotación).

1.8. Evolución de la logística en la empresa

Más de cuarenta años en el desarrollo y maduración de las actividades logísticas en la empresa debiera ser un periodo suficientemente grande como para que hubiese una plena consolidación de la gestión logística en las mismas; sin embargo, nada más lejos de la realidad, ya que si bien podemos hablar de empresas punteras con un pleno desarrollo de este concepto, sobre todo en las llamadas multinacionales, la verdad es que el concepto de logística integral no ha calado aún lo suficiente en determinados sectores industriales o en las llamadas pymes, que representan un 80 ó 90% de la actividad económica de un país. El problema, a mi entender, estriba en que, a diferencia de la tecnología pura, la logística se sustenta fundamentalmente en conceptos filosóficos y organizativos en torno a los cuales se han aglutinado una serie de técnicas cuya aplicación, a su vez, depende de otros desarrollos sobre todo en el campo de la organización e informática.

Por otro lado, existe en general una falta de información y formación básica del concepto puro de logística por parte tanto de los diferentes directivos de las empresas, como de los órganos encargados de su formación, lo que provoca una excesiva identificación entre el problema logístico y la gestión de almacenaje y transporte. Así, por ejemplo, un director de marketing, en general, no tiene duda sobre el contenido y responsabilidad de un director técnico o financiero, o viceversa, mientras que cuando se les habla de logística piensan que el problema se limita a una gestión eficaz del transporte o distribución del producto, sin comprender bien la interrelación funcional existente.

La primera duda se plantea ya sobre cuál es la misión y marco de actuación de un **responsable de logística**, si se trata de una función staff o de apoyo o, si tiene una responsabilidad ejecutiva, cuál debería ser su posición en el organigrama de la empresa,

cuál es su misión, etc., de tal manera que si hiciésemos una encuesta sobre los objetivos y responsabilidades de las personas que de alguna manera ostentan esta función dentro de su empresa, nos llevaríamos grandes sorpresas, sobre todo en determinados sectores cuyo nivel empresarial se cataloga de mediano o pequeño.

Por otro lado, está claro que si a un responsable de logística se le hace depender de la dirección comercial o de una dirección general de almacenaje y transporte, como ocurre con alguna frecuencia, su ámbito de actuación se limitará a cuestiones de racionalización de espacios y organización del transporte, o si trabaja para la dirección técnica, se ocupará de procesos industriales, *just in time*, MRP, etc., ignorando en cualquier caso **el comportamiento global de la cadena logística**.

En la actualidad se puede estimar que en España solamente en torno a un 30% de las pequeñas y medianas empresas tienen un director de logística o director de operaciones que depende de la dirección general, mientras que en el resto la función logística o no está reconocida formalmente o se encuentra en departamentos de segundo o tercer nivel.

El problema tiene su origen fundamentalmente en que las empresas siguen normalmente un proceso de «evolución» y no un proceso de «reestructuración total», donde exista una integración efectiva entre el flujo de mercancías y el flujo de información que la genera.

En definitiva, podríamos decir que las empresas, desde el punto de vista organizativo, se sitúan en algunas de las siguientes etapas o esquemas de desarrollo, tal y como se evidenció en el INFORME DELPHI que el Centro Español de Logística, en colaboración con la firma Andersen Consulting, realizó en 1992 con relación a la logística en España en la década de los 90, y del cual obtenemos parte de nuestras conclusiones y datos numéricos.

a) Etapa primaria. Dispersión de actividades logísticas

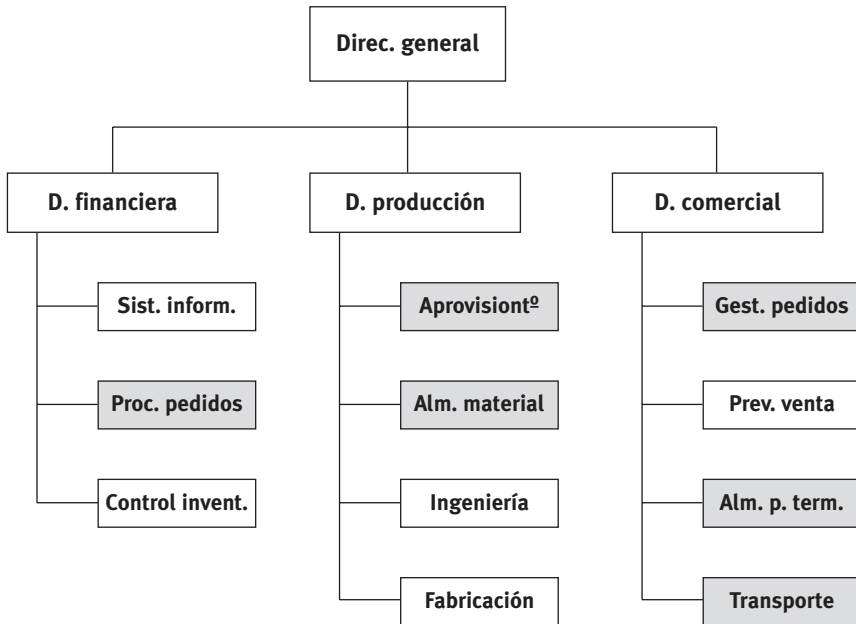
Caracterizada por que las actividades logísticas están diluidas entre diferentes áreas funcionales, sin que exista una interconexión formal de las mismas, ajustándose a un esquema organizativo similar al que se pone como ejemplo en el gráfico siguiente, en donde los recuadros sombreados corresponden a funciones básicamente de carácter logístico.

Esta etapa se caracteriza también por que funciones clave como pueden ser:

- diseño y lanzamiento de nuevos productos,
- diseño de envases y embalajes,
- estandarización de sistemas de codificación e identificación,
- normalización de pallets y sistemas de contención, etc.,

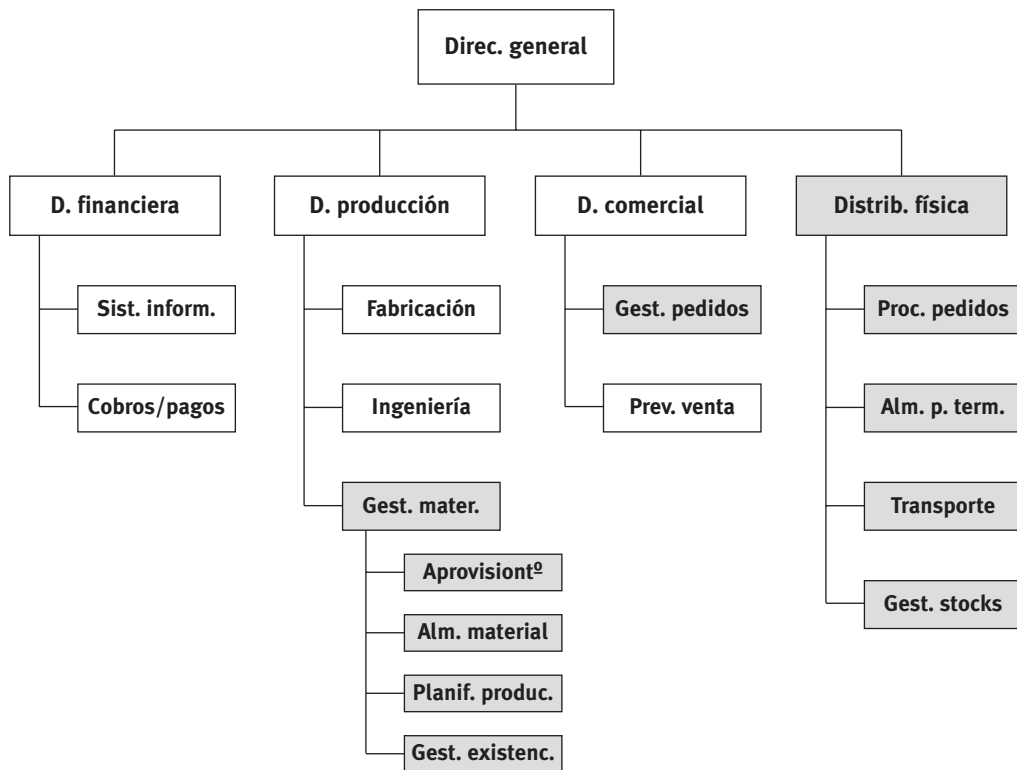
todavía quedan fuera de un concepto integral de la logística.

ACTIVIDADES LOGÍSTICAS DILUIDAS



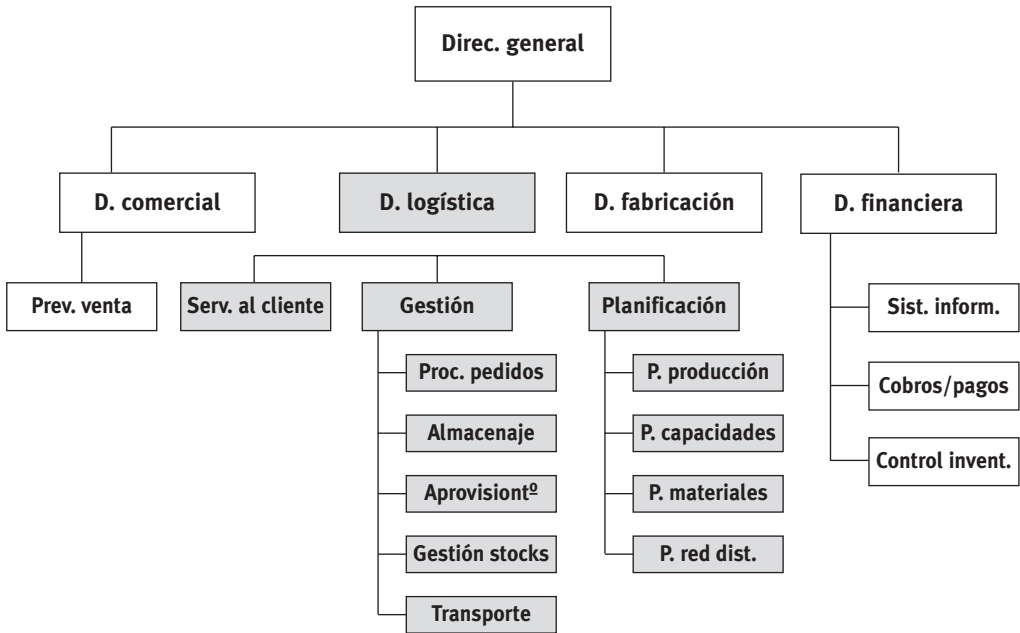
b) Etapa secundaria. Organización logística por funciones no integradas

En esta etapa se identifica una cierta especialización funcional en el tratamiento del flujo de materiales, tanto en el sector industrial, con la aparición del *material manager*, como en el sector de distribución, con la figura de un director de almacenaje y transporte, si bien las diferentes actividades logísticas no están integradas desde el punto de vista de la información que las generan. (Ver esquema siguiente).

ORGANIZACIÓN LOGÍSTICA POR FUNCIONES**c) Etapa de integración de la logística interna**

Aquí aparece ya la figura del **director de logística o director de operaciones** (*logistic manager*), que depende del primer nivel de la empresa, y con todas las funciones logísticas diferenciadas e integradas a través de un sistema de información apropiado.

INTEGRACIÓN DE LA LOGÍSTICA INTERNA



El perfil profesional del logístico también evoluciona en consonancia con la estructura organizativa de la empresa. Así, podemos decir que en general en las denominadas etapas primarias y secundarias de desarrollo, el responsable de las funciones logísticas tiene un carácter eminentemente técnico y de especialización, mientras que en las llamadas etapas de integración, el director operativo tiene un carácter más de «manager» y menos de especialista, siendo su principal misión el fijar objetivos, políticas y prioridades en el desarrollo logístico de la empresa, y sobre todo la coordinación y control de las diferentes funciones operativas que están a su cargo.

Capítulo 2

Técnicas de apoyo a la gestión logística

- 2.1. El papel de las nuevas tecnologías.
- 2.2. El código de barras y el código QR.
- 2.3. Análisis ABC.
- 2.4. La utilización del *forecast*.
- 2.5. El control de costes en logística.
- 2.6. Indicadores de gestión logística.
- 2.7. Software de aplicaciones logísticas.

2.1. El papel de las nuevas tecnologías

El desarrollo tecnológico en los últimos años, sobre todo en el campo de la comunicación y la informática, tales como los llamados «sistemas expertos», autopistas de información, Internet, etc., han creado sin duda alguna un campo de cultivo en el cual cabe sembrar cualquier fantasía para la mejora de los sistemas de gestión, de tal manera que podemos decir que hoy en día prácticamente no existen barreras tecnológicas que impidan nuevas aplicaciones. El problema está más bien **a nivel conceptual** en el sentido de saber **cuándo, cómo y de qué manera** aplicar toda la «parafernalia telemática» desarrollada en torno a los diferentes sistemas de información y control existentes.

En cualquier caso, el responsable de la gestión logística de una empresa debe estar al corriente de los diferentes desarrollos e innovaciones tecnológicas que periódicamente aparecen en el mercado, fundamentalmente en los siguientes campos:

- Sistemas de codificación e identificación de productos.
- La gestión electrónica de datos.
- El análisis ABC.
- Cómo utilizar el forecast.
- El control de costes en logística.
- Indicadores de gestión logística.
- Software de aplicaciones logísticas.

Naturalmente, algunas de estas herramientas de apoyo están en constante evolución tecnológica, por lo cual nuestra intención es solo dar una pincelada al respecto para ilustrar su aplicación a la logística.

2.2. El código de barras y el código QR

2.2.1. El código de barras

Un código de barras es la representación de una determinada información alfanumérica mediante un conjunto de líneas paralelas verticales de diferente grosor y espaciado,

capaz de ser reconocido a través de un lector específico (óptico, láser, etc.). La cantidad de caracteres del código depende del tipo de código utilizado; así, en el caso de:

- UPCA: 12 caracteres numéricos.
- EAN13: 13 caracteres numéricos.
- EAN8: 8 caracteres numéricos.
- Código 39: Alfanumérico de longitud variable.

Estos códigos tienen señales para identificar el principio y final del código o bien zonas mudas que le permiten al lector del código saber dónde comienza y termina el mismo. También están dotados de un dígito de validación para comprobar que el código se ha leído correctamente.

La utilización de un tipo de código u otro depende fundamentalmente del sector al cual se aplique, siendo el EAN13 el más utilizado para el comercio a nivel mundial.

La utilización del código de barras se considera unas 10.000 veces más rápido y 5.000 veces más eficaz que el sistema manual tradicional.

Su desarrollo se inició en EE.UU. en el año 1970, teniendo como objetivo principal la industria farmacéutica debido a la cantidad tan grande de artículos y sus peculiaridades de comercialización; sin embargo, hasta el año 1973 no se desarrollaron las primeras normas estándar con los denominados sistemas UPC (*Universal Product Coding*).

En 1977, representantes de la industria y el comercio de doce países europeos tomaron la decisión de formar una organización denominada EAN (European Articles Numbering Association), cuyo objetivo fue el de administrar y difundir el **código de barras** entre las empresas asociadas, así como promover la utilización del sistema EDI, del cual hablaremos posteriormente, para el intercambio de información entre empresas.

La incorporación de países no europeos hizo que, posteriormente, cambiase el nombre por el de EAN INTERNATIONAL.

En el año 1978 se desarrolla el primer sistema de lectura láser del código de barras tan generalizado actualmente en el mundo occidental.

El sistema EAN (**European Article Number** o **International Article Number**) es un sistema de códigos de barras adoptado por más de 100 países y cerca de un millón de empresas que ofrece grandes posibilidades para maximizar la eficiencia en la gestión de bases de datos relacionados con los flujos logísticos de productos e información.

El código EAN utiliza un lenguaje común compatible con cualquier sistema interno de una empresa, de manera que permite identificar de forma **única e inequívoca** cualquier artículo, con independencia de su formato o presentación comercial.

El código EAN más usual es el EAN13; está constituido por 13 dígitos y con una estructura dividida en cuatro partes:

Nomenclatura básica

- Barra: Es el elemento oscuro dentro del código. Se corresponde con el valor binario 1.
- Espacio: Es el elemento claro dentro del código. Se corresponde con el valor binario 0.
- Carácter: formado por barras y espacios. Se corresponde con un carácter alfanumérico.

Composición del código

- Código del país en donde radica la empresa, compuesto por 3 dígitos.
- Código de empresa. Es un número compuesto por 4 o 5 dígitos, que identifica al propietario de la marca. Es asignado por la asociación de fabricantes y distribuidores (AECOP).
- Código de producto. Completa los 12 primeros dígitos.
- Dígito de control. Para comprobar que no hay error en la lectura.



Código de barras EAN13.

Los códigos de barras se imprimen en los envases, embalajes o etiquetas de los productos. Entre sus requisitos básicos se encuentran la visibilidad y fácil legibilidad, por lo que es imprescindible un adecuado contraste de colores. En este sentido, el negro sobre fondo blanco es el más habitual, encontrando también azul sobre blanco o negro sobre marrón en las cajas de cartón ondulado.

El código de barras lo imprimen los fabricantes (o más habitualmente los fabricantes de envases y etiquetas por encargo de los primeros) y en algunas ocasiones los distribuidores.

Entre los beneficios fundamentales que podemos atribuir a la utilización del código de barras cabe destacar los siguientes:

- Utilización de una codificación común entre fabricantes, mayoristas y minoristas, lo que supone un sistema inequívoco de identificación de productos.

- Reducción drástica de errores en facturación.
- Captura rápida y eficaz de datos para el tratamiento de la información.
- Mejora en los sistemas de automatización y gestión de los stocks.
- Mejora en los sistemas de planificación y aprovisionamiento.
- Captura de datos de venta de forma rápida y segura.
- Ahorro de tiempo en tareas de facturación, cobro y errores de caja.
- En venta al *detall*, rapidez en el paso por caja (mejora del servicio).

El principio básico del sistema de codificación se basa en que toda modificación de un producto, que pueda ser percibido por el consumidor final del mismo o cualquiera de los diferentes agentes que intervienen en la cadena logística, debe tener un código único que lo identifique. En definitiva, el código EAN debe modificarse ante cualquiera de los siguientes acontecimientos:

- Cambio o variación de cualquier atributo de un determinado artículo, tales como color, tamaño, modelo, etc., y que debe de ser aceptado como producto diferente por cada uno de los agentes que intervienen en la cadena logística (fabricantes, distribuidores, clientes, etc.).
- Cambio de peso o dimensiones de los productos.
- Cuando se incluye en el producto algún añadido que modifique sus características comerciales.

En definitiva, se trata de conseguir una relación biunívoca entre producto y código del artículo, de tal manera que **nunca dos productos distintos puedan identificarse con el mismo código.**

2.2.2. El código QR

Un **código QR** es un código de barras diseñado en 1994 por la compañía Denso, subsidiaria de Toyota.

El nombre QR proviene del inglés *Quick Response* (respuesta rápida); el formato que utiliza es un código de barras matricial (o bidimensional), que se diferencia de los códigos de barra tradicionales en que el QR es de más rápida lectura y que tiene más capacidad de almacenamiento, de hasta 2.335 caracteres alfanuméricos.

El código QR no es una tecnología tan novedosa, fue creado en Japón en 1994 y hace ya mucho tiempo que se viene utilizando para tareas logísticas y de gestión de almacenes.

En un principio fue diseñado y utilizado en la que suele ser la industria pionera de las innovaciones logísticas, la automoción. Servía para administrar repuestos y grandes inventarios en las fabricas de Toyota en Japón, pero gracias a la capacidad de los nuevos teléfonos inteligentes de leer estos códigos, su uso se está extendiendo hacia el pequeño consumidor, incluso **en supermercados** podríamos situar al lado de un producto un código en el que se nos explique con más detalle su procedencia, valores nutricionales o recetas que podemos hacer con él.

Su uso se ha generalizado en los últimos años gracias a la proliferación de los smartphones con tecnología suficiente como para permitir a los usuarios interpretar estos códigos en cualquier lugar.



Ejemplo de código QR.

Para leer o interpretar un código QR es necesario un **dispositivo con cámara de fotos** y un lector compatible. Antes, estos requisitos eran un inconveniente importante. Solo las empresas podían disponer de lectores diseñados exclusivamente para esto; pero ahora, gracias a la nueva generación de **teléfonos móviles**, gran parte de la población cumple con los requisitos. De ahí que, en los últimos meses, su popularidad haya crecido exponencialmente.

¿Cómo se crean e interpretan los códigos QR?

Crear un código QR es muy sencillo. **Únicamente necesitas un generador de códigos QR**. Del cual existen diferentes aplicaciones en el mercado; actualmente, en Internet se pueden encontrar decenas de lectores capaces de leer e interpretar estos códigos. Todo depende del sistema operativo de tu teléfono móvil y poco más. En realidad no deja de ser un código de barras, de hecho QR significa Quick Response Barcode, cuya traducción respondería a código de barras de respuesta rápida, salvo que nos ofrece una capacidad de almacenamiento muy superior a las convencionales y otros aspectos que veremos a continuación.

Ventajas frente a otros sistemas

La ventaja principal es su **capacidad de almacenamiento**. Esta ventaja reside en el hecho de que gracias a su diseño pueden almacenar el código verticalmente y horizontalmente, mientras que los códigos de barras tradicionales solamente almacenan la información en uno de los sentidos. La capacidad que ofrecen es la siguiente:

- Almacenamiento numérico: 7.089 caracteres.
- Almacenamiento alfanumérico: 4.296 caracteres.
- Almacenamiento binario: 2.953 bytes.

Otra de las ventajas que nos ofrece es su **facilidad de lectura** por parte de los dispositivos. Solamente requiere fijar la imagen para su escaneo sin importar la dirección en la que se hace, ya que posee unos patrones que permiten detectar en qué posición se está haciendo. Esto es posible gracias a los 3 cuadrados que podemos ver en las esquinas de cada código y que le avisan de cuál es la posición en que se encuentran.

Poseen la **capacidad de corregir errores** en la lectura. Es decir, si uno de los códigos se deteriorara por cualquier causa o se mancharan se podría seguir leyendo siempre y cuando este deterioro no afectase a más de un 30% del mismo en el mejor de los casos.

Las ventajas en la logística del uso del código bidimensional QR sobre el anterior código de barras son numerosas:

- Pueden usarse en espacios muy pequeños.
- Tienen mayor información que los códigos lineales.
- Más fiable porque no se pierde la información ante pequeños deterioros.
- Con los dispositivos móviles las pequeñas empresas pueden hacer uso de los QR para acelerar sus procesos logísticos.
- Conexión directa y atractiva con el consumidor, que permite el acceso de éste a aquello que el dueño del producto quiere comunicar.

En el sector industrial el uso extendido de los códigos QR permite que junto con el artículo viaje toda la información, directa o mediante enlaces webs, que el fabricante quiera poner en el artículo, y también el uso específico de los mismos para picking o funciones de inventariado.

Con el QR aumenta la interacción entre el consumidor y el producto y se pueden gestionar cadenas de suministro utilizando estos códigos interactivos sobre los productos.

Se facilita a los consumidores un marketing adicional del producto y hasta crea un complejo sistema de trazabilidad que se puede integrar en las bases de datos o sistema de los clientes.

Mencionaremos también la aparición del Código BIDI, que es un formato particular del código QR originalmente creado por Movistar pero que ha ido ampliándose a otras operadoras, pero es de pago, mientras que el QR es generado gratuitamente.

2.3. Análisis ABC

2.3.1. Consideraciones previas

El análisis ABC, conocido también como la regla 80/20 o principio de Pareto, constituye una de las técnicas universalmente más aplicadas para seleccionar aquellos ítems más importantes dentro de un colectivo determinado.

Su aplicación, sobre todo en el campo de la gestión de stocks, es evidente, ya que nos va a permitir seleccionar aquellos artículos que presentan más interés para la referida gestión.

Aunque el principio es harto conocido dentro de las diferentes técnicas de *management*, creo conveniente puntualizar algunos aspectos del mismo, de especial interés dentro del tema que estamos tratando. El principio básico se centra en:

Focalizar el control sobre los artículos más importantes para la gestión de los inventarios.

Esto supone establecer tres niveles de importancia:

- Nivel A: Artículos muy importantes.
- Nivel B: Artículos moderadamente importantes.
- Nivel C: Artículos poco importantes.

De tal manera que el esfuerzo y coste de la gestión sean proporcionales a la importancia del producto. Para esclarecer este asunto, vamos a seguir un ejemplo aplicable al caso de la gestión de inventarios.

En consecuencia, la primera pregunta que nos deberíamos hacer es:

¿Qué FACTORES afectan a la IMPORTANCIA de un producto, desde el punto de vista de la GESTIÓN DE STOCK?

Está claro que este punto de vista (gestión de stock) condiciona la importancia del factor elegido; así, por ejemplo, mientras que para un problema de organización de almacenes lo prioritario sería probablemente la frecuencia de movimientos del producto, para un control económico de los inventarios primaría su precio o ingresos por ventas.

Una vez que hayamos establecido los posibles criterios, los catalogaremos por orden de importancia; así, por ejemplo, podríamos definir los siguientes criterios:

- A) Venta anual en unidades monetarias.
- B) Coste unitario del producto.
- C) Escasez del material o dificultad de adquisición.
- D) Disponibilidad de recursos para fabricarlos.
- E) Periodo de aprovisionamiento y fiabilidad de suministros.
- F) Condicionantes de almacenaje.
- G) Riesgo de robo, obsolescencia y caducidad del producto.
- H) Costes de *stock-out*.
- I) Grado de servicio requerido, etc.

A continuación seguiremos un procedimiento estándar como el que se detalla a título de ejemplo, tomando como base el «consumo anual» de cada ítem o referencia.

Procedimiento

- 1.º Determinar el consumo anual de cada ítem.
- 2.º Multiplicar el consumo anual de cada ítem por su coste, para obtener el consumo anual valorado en unidades monetarias.
- 3.º Calcular el porcentaje que cada ítem representa con relación a su coste total.
- 4.º Listar los ítems en orden descendente al porcentaje calculado, con indicación del «% acumulado».
- 5.º Asignarle el grupo correspondiente (A, B o C).
- 6.º Resumen cuantificado de la importancia de cada grupo.

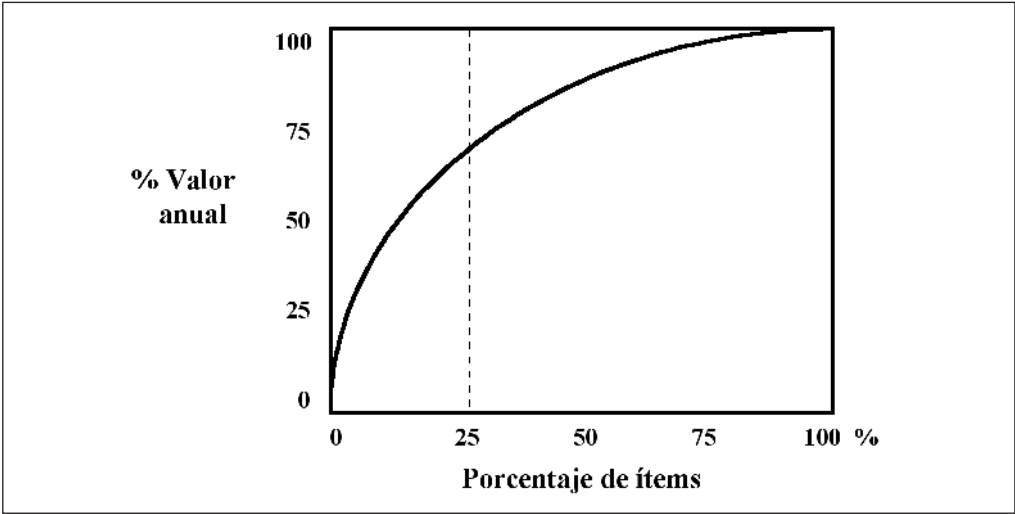
Conviene señalar que la agrupación de los productos en los grupos A, B, C es puramente convencional, pudiéndose decir que aproximadamente un entorno al 20% de los productos representaría una cifra del orden de un 80% de la venta, mientras que el 80% aproximado del resto de los productos representaría sólo en torno al 20% de la venta.

En definitiva, la asignación de los artículos a los grupos A, B o C es un criterio aplicado por el analista.

Obsérvese que cuando hacemos un cuadro con diferentes criterios, un artículo que, por su consumo anual, puede estar catalogado como C, según otros criterios puede estar catalogado como B o A, en cuyo caso primaría el más importante de ellos.

Gráficamente el análisis A,B,C se expresaría de la siguiente forma:

EJEMPLO DE CURVA A, B, C



Para una mejor comprensión del anterior procedimiento vamos a poner un ejemplo muy sencillo a efectos ilustrativos:

ENUNCIADO

Dada la siguiente lista de referencias de un almacén, en la cual se detalla el consumo anual y el precio de coste que tiene cada producto,

Referencia	C. anual	P. coste
A-1	6.366	704
A-2	3.560	558
A-3	1.620	2.160
A-4	2.054	514
A-5	116	7.027
A-6	268	6.492
A-7	480	121
A-8	300	334
A-9	140	14.621
A-10	170	11.617
A-11	100	9.397
A-12	600	12
A-13	160	54
A-14	160	481
A-15	12	129.500
A-16	12	117
A-17	12	145
A-18	6	8.034
A-19	12	525
A-20	6	14.928
A-21	4	43.423

SE PIDE: Hacer la clasificación A,B,C según la importancia del consumo anual valorado a precio de coste.

Solución:

- 1.º Con ayuda de una hoja de cálculo, hemos desarrollado un cuadro en el cual figuran las cantidades anuales consumidas de cada artículo, valoradas a su precio de coste, así como del % que representa esta cifra sobre el total del conjunto de artículos objeto de análisis.
- 2.º Posteriormente hemos clasificado las diferentes referencias de la tabla de mayor a menor consumo anual, tal y como se ve en la misma.
- 3.º Cuando vemos que el acumulado asciende a una cantidad en torno a un 80% (en este caso 83,64%), trazamos una línea para identificar los artículos A; los B los situamos en el entorno del 90% (en este caso 83,64%) y los artículos C serán los restantes.

O sea:

Referencia	Cant. anual	P. Coste	Cant. 5 coste	%	Acumulado	ABC
A01	6.366	704	4.81.664	21,69	21,69	A
A03	1.620	2.160	3.499.200	16,93	38,62	A
A09	140	14.621	2.046.940	9,91	48,53	A
A02	3.560	558	1.986.480	9,61	58,14	A
A10	170	11.617	1.9074.890	9,56	67,70	A
A06	268	6.492	1.739.856	8,42	76,12	A
A15	12	129.500	1.554.000	7,52	83,64	A
A04	2.054	514	1.055.756	5,11	88,74	B
A11	100	9.397	939.700	4,55	93,29	B
A05	116	7.027	815.132	3,94	97,24	C
A21	4	43.423	173.692	0,84	98,08	C
A08	300	334	100.200	0,48	98,56	C
A20	6	14.928	89.568	0,43	98,99	C
A14	160	481	76.960	0,37	99,37	C
A07	480	121	58.080	0,28	99,65	C
A18	6	8.034	48.204	0,23	99,88	C
A13	160	54	8.640	0,04	99,92	C
A12	600	12	7.200	0,03	99,96	C
A19	12	525	6.300	0,03	99,99	C
A17	12	145	1.740	0,01	100	C
A16	12	117	1.404	0,01	100	
			20.665.606	100,00		

En el cuadro de clasificación A,B,C anterior, se puede observar lo siguiente:

- 7 artículos que hemos catalogado como A, o sea el 33% de artículos, representan el 84% del consumo en términos de coste.
- 2 artículos B (10%) suponen el 10% del consumo.
- 12 artículos C (el 57%) sólo representan el 6% del consumo total.

Naturalmente, si en lugar de aplicar como criterio el precio de coste hubiéramos aplicado, por ejemplo, el precio de venta, los criterios de clasificación A,B,C posiblemente habrían cambiado.

2.3.2. Criterios de gestión aplicables

Artículos catalogados como «A». En este grupo se sugiere efectuar los siguientes controles básicos:

- Evaluación mensual de las previsiones de venta o inclusión de fórmulas de *forecast* para una previsión automática de las mismas; en todo caso, con revisiones periódicas de los resultados.
- Actualización diaria de los registros de stocks, con frecuentes recuentos cíclicos para comprobar que las existencias de almacén coincidan con los valores registrados.
- Revisión frecuente de las necesidades y cantidades pedidas
- Recálculo periódico del stock de seguridad.
- Vigilancia permanente de los plazos de entrega.

Artículos del grupo «B». Similar a los grupos A, pero con menos frecuencia de revisión.

Artículos del Grupo «C». En este grupo, la regla básica es «**prestar poca atención**», en el sentido de que el coste de los procesos de gestión y control de los stocks no sea superior al beneficio potencial obtenido.

Los registros deben ser simples o inexistentes, con una amplia cobertura de pedidos y stocks de seguridad.

Los recuentos físicos, poco frecuentes (semestrales o anuales), con márgenes de error aceptables y técnicas de recuento especiales (volumen, peso, etc.).

2.4. La utilización del *forecast*

Las técnicas de *forecast* tienen una amplia utilización en logística, así como unos criterios y formas específicas de aplicación que conviene matizar.

En términos amplios, *forecast* significa todo sistema de previsión de un hecho futuro que por su naturaleza es incierto y aleatorio, y de una forma muy específica se habla de «*forecast* de ventas» para referirnos a un sistema de previsión de la demanda independientemente del mecanismo que hayamos empleado para el cálculo de la misma.

Podemos agrupar los diversos métodos existentes para la previsión de la demanda o previsión de ventas en dos grupos principales:

- a) Métodos subjetivos.
- b) Métodos objetivos.

Los métodos subjetivos de previsión están basados en la experiencia personal y conocimiento del mercado o, en todo caso, en un juicio, a priori, sobre el comportamiento de la demanda. Naturalmente, estos métodos son los más populares dentro de la empresa, caracterizándose fundamentalmente por que se sigue un proceso que va de lo particular a lo general; o sea, se pronostica la venta a nivel producto/área geográfica, la cual después se irá totalizando a nivel familia de producto, para llegar al final a una cifra global de ventas de la totalidad de la empresa.

En definitiva, se trata de un proceso estratificado que tiene como principal virtud su **aceptación generalizada**, ya que ha sido propuesto por cada uno de los ejecutivos que tiene responsabilidad sobre la referida cifra de ventas; sin embargo, este proceso tiene básicamente dos inconvenientes que le hacen ser poco operativo para los procesos logísticos y de gestión de inventarios:

- En primer lugar, hemos de resaltar la lentitud en el proceso de elaboración del pronóstico, ya que sus cifras tienen que ser consensuadas por diferentes personas, para someterse posteriormente a un proceso de consolidación de las mismas.
- En segundo lugar, el factor subjetividad crea un sesgo importante en la previsión a la hora de consolidar datos, debido a que en épocas de crisis se suele tender a la baja instintivamente más de lo razonable, ocurriendo lo contrario en épocas de crecimiento, donde lo que impera es la euforia, lo que da lugar con frecuencia a un nuevo proceso de revisión de datos lento y costoso.

Entre los métodos subjetivos se incluyen también diferentes técnicas, tales como:

- Investigación del comportamiento de compras (vía cuestionarios).
- Opinión de detallistas.
- Opinión de vendedores.
- Técnicas Delphi.

Los métodos objetivos o de extrapolación no se basan en «lo que se dice», sino «en lo que se ha hecho», y como su nombre indica, son el resultado de una proyección matemáticamente corregida de datos históricos de la venta.

Evidentemente, el carácter dinámico de la logística obliga a la utilización de estos métodos, debidamente implementados con los equipos informáticos apropiados.

El principal problema que se encuentra la empresa al utilizar estos métodos es el rechazo generalizado por parte de sus ejecutivos de venta a la aceptación de estas cifras, basándose normalmente en argumentaciones del tipo de:

- «...Nuestras ventas son suficientemente aleatorias e irregulares como para no poderse extrapolar...».
- «...Nunca la máquina puede sustituir nuestra experiencia...».
- «...Eso es un problema técnico y complejo que sólo lo pueden manipular los expertos...», etc.

En definitiva, se trata del temor a lo desconocido, y la postura de algunos responsables es tan inconsistente como la de una persona que se negase a utilizar una máquina fotográfica argumentando lo complejo que es un proceso de captación de imagen.

Evidentemente, existen múltiples sistemas de previsión de datos, que van desde la simple media móvil, hasta sistemas sofisticados de regresión múltiple, modelos Arima, Box-Jenkin, etc., cuyo desarrollo debe quedar en manos de expertos, pero no su aplicación si entendemos una serie de principios básicos que conviene conocer.

2.4.1. Comportamiento del *forecast*

En primer lugar, hay que tener en cuenta que la probabilidad absoluta de acierto es cero, ya que toda previsión se basa en un valor que estadísticamente se llama la «mediana», lo que significa que tiene un 50% de probabilidad de cumplirse y otro 50% de no cumplirse; no obstante, lo importante de la predicción no es la cifra más probable sugerida, sino la banda de confianza en torno a la cual se pronostican los datos; así, por ejemplo, la información resultante sería del tipo:

Forecast al 31-12	Cifra más probable	80% de probabilidad	90% de probabilidad
Ventas grupo A	120	115-180	110-200

De este cuadro se puede observar que, en la medida que aumenta el grado de probabilidad de cumplimiento del *forecast*, también aumentan las bandas de confianza.

La bondad de un sistema de previsión dependerá básicamente de los siguientes factores:

- a) Modelo matemático aplicado.
- b) Datos históricos empleados.
- c) Horizonte de la previsión.
- d) Niveles de agregación de los datos históricos.

La elección del modelo de previsión a emplear es una decisión importante sobre la cual conviene tener un asesoramiento técnico apropiado, teniendo en cuenta que su eficacia dependerá no tanto del modelo en sí como de que esté bien parametrizado; por poner un símil, diría que de nada sirve tener un buen coche si no está a punto el motor.

En cuanto a datos históricos, y para previsiones con un horizonte superior al año, la regla debe ser cuanto más historia mejor, y así lo deseable es un mínimo de cuatro o cinco años de datos históricos mensuales, para poder capturar bien los fenómenos estacionales y tendencias de la venta.

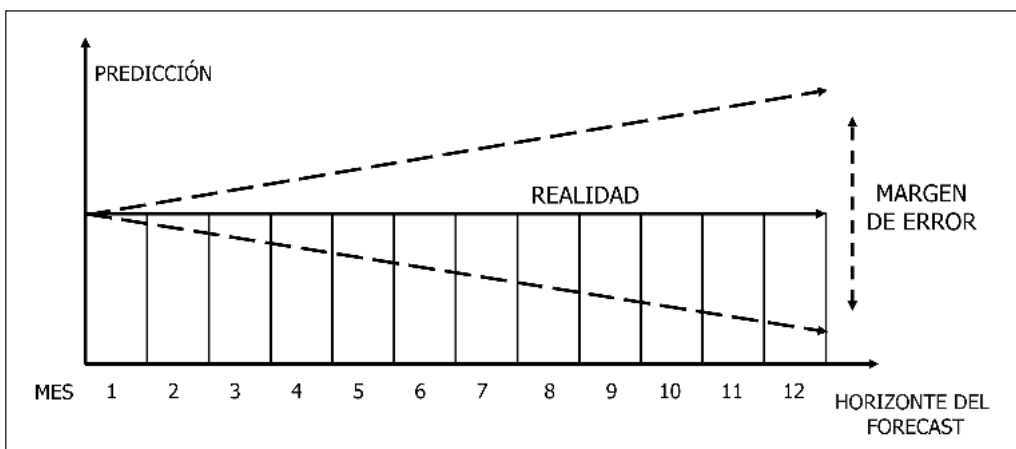
El horizonte de la previsión se refiere al momento futuro sobre el que hacemos el pronóstico; así, por ejemplo, cuando decimos previsión de ventas anual o mensual, en el primer caso el horizonte será de 12 meses, mientras que en el segundo será de un mes. A este respecto hay que tener en cuenta la siguiente regla:

La banda de confianza de una previsión aumenta en la medida en que el horizonte del forecast es mayor.

O sea, que siempre es más fácil prever acontecimientos de un futuro inmediato que acontecimientos a medio/largo plazo.

Este fenómeno gráficamente se podría expresar de la siguiente forma:

FIABILIDAD DEL FORECAST



Por niveles de agregación entendemos los diferentes colectivos de datos históricos que estamos considerando como serie cronológica; así, por ejemplo, supongamos que se trata de un fabricante de cocinas que tiene dos líneas fundamentales de productos:

- Cocinas para uso industrial (hoteles, restaurantes, etc.).
- Cocinas para uso doméstico.

A su vez, las cocinas de uso doméstico las fabrica en tres versiones: cocinas de gas, cocinas eléctricas, cocinas de vitrocerámica. Cada una de estas versiones ofrece diferentes modelos en función de sus características técnicas, así como el tamaño, potencia, color, etc.

- El máximo nivel de agregación de datos estaría representado por la cifra total de ventas de la empresa en euros.
- Al siguiente nivel inferior de agregación le llamaríamos división industrial (cocinas industriales, cocinas domésticas).
- Dentro de cada división industrial distinguiríamos como nivel de agregación inferior, la familia de productos, tales como cocinas eléctricas, cocinas a gas, cocinas de vitrocerámica.
- Por último, el nivel más bajo de agregación estaría representado por los diferentes ítems, referencias o modelos comerciales que vendemos.

Una vez estratificadas así las cifras históricas y valoradas todas de la misma manera (precio coste o venta), plantearíamos el siguiente principio del *forecast*:

La fiabilidad del *forecast* aumenta en la medida en que utilizamos un nivel de agregación más alto.

Este fenómeno es debido al efecto de compensación de errores generado por la ley estadística de los grandes números.

En definitiva, ¿qué es lo que le pedimos a un *forecast*?

Que nos dé una predicción dentro de un *margen de confianza* (por ejemplo, un 95% de probabilidad de cumplimiento) para un determinado *horizonte de planning* basándose en unos datos históricos de la demanda con un cierto *nivel de agregación*.

A igualdad de condiciones, un modelo de predicción funcionará mejor que otro, cuando tanto el porcentaje de error cometido como la banda de confianza son más pequeños.

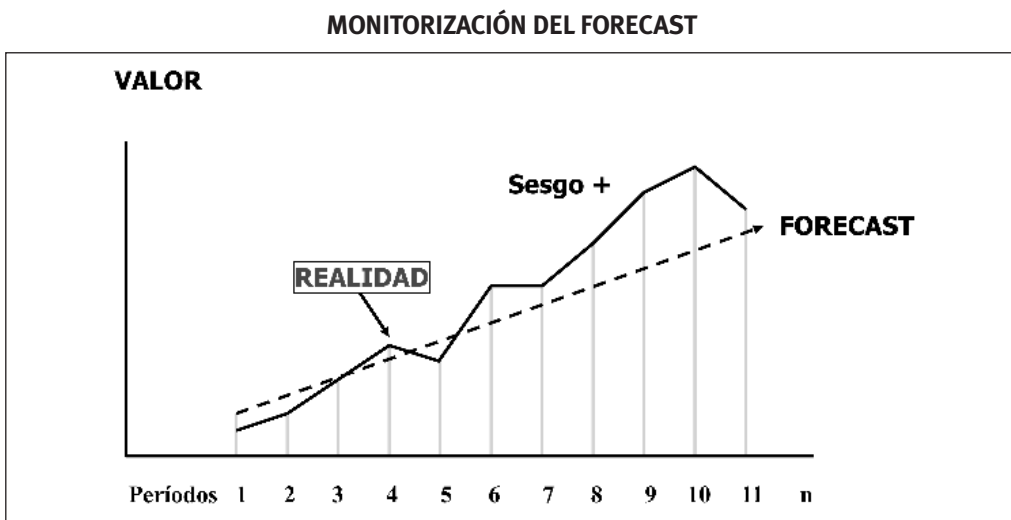
Para comprobar la efectividad del *forecast*, efectuaremos lo que técnicamente se conoce con el nombre de *back-forecasting*, que no es otra cosa que proyectar los datos históricos sobre el último año conocido, lo cual nos permite comprobar el grado de cumplimiento del mismo aplicando la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Error} = ((\text{Previsión} - \text{Realidad}) / \text{Previsión}) \times 100$$

2.4.2. ¿Cómo monitorizar el *forecast*?

Con el tiempo, los modelos de *forecast* tienden a desajustarse y se hacen menos adaptativos, debido al comportamiento de la demanda, lo que obliga normalmente a ajustar determinados parámetros, por lo cual conviene vigilar el comportamiento del mismo mediante un proceso de monitorización, que consiste en mantener una comparación sistemática entre la realidad y el *forecast* para comprobar cuándo los valores del mismo exceden de un determinado límite de control.

El proceso de monitorizar se puede realizar tanto de forma gráfica como automática, como veremos a continuación. En principio, diremos que un *forecast* está bajo control cuando las diferentes predicciones se sitúan sistemáticamente y en forma aleatoria por encima y por debajo de la realidad; por el contrario, diremos que el *forecast* está «sesgado» cuando las referidas predicciones se sitúan sistemáticamente por encima de la realidad (sesgo positivo) o por debajo (sesgo negativo). Este fenómeno se puede ver en el gráfico siguiente:



Aritméticamente, este fenómeno se puede comprobar utilizando los denominados *tracking signals* (TS), cuyo procedimiento de cálculo es el siguiente:

- 1.º Calcular el $ERROR = Realidad - Forecast$.
- 2.º Calcular el MAD (media absoluta de las desviaciones), o sea, prescindiendo del signo que tengan.
- 3.º Calcular el $TS = ERRORES\ ACUMULADOS / MAD$, cuyo resultado puede ser positivo o negativo.
- 4.º Si el $TS > b$ (parámetro opcional normalmente 4) sugiere que el *forecast* está fuera de control. Si b es siempre positivo o negativo, el *forecast* está sesgado.

Ejemplo:

FORECAST CONTROLADO

Realidad	Forecast	Error	Suma absoluta error	M.A.D.	Error acumulado	T.S.
50	153	- 3	3	3.00	- 3	- 1
146	155	- 9	12	6.00	- 12	- 2
156	147	+ 9	21	7.00	- 3	+ 0.42
152	145	+ 7	28	7.00	+ 4	+ 0.57
145	155	- 10	38	7.60	- 6	+ 0.78
146	154	- 8	46	7.67	- 14	- 1.82
153	148	+ 5	51	7.29	- 9	- 1.23
157	146	+ 11	62	7.75	+ 2	+ 0.25

Hasta aquí hemos evaluado las características y requerimientos necesarios para la elección y utilización de un modelo de previsión sin entrar en el concepto coste, que naturalmente habría que ponderar. En los siguientes apartados hablaremos de la filosofía de su aplicación y requerimientos de implantación.

2.4.3. Estrategia de implantación

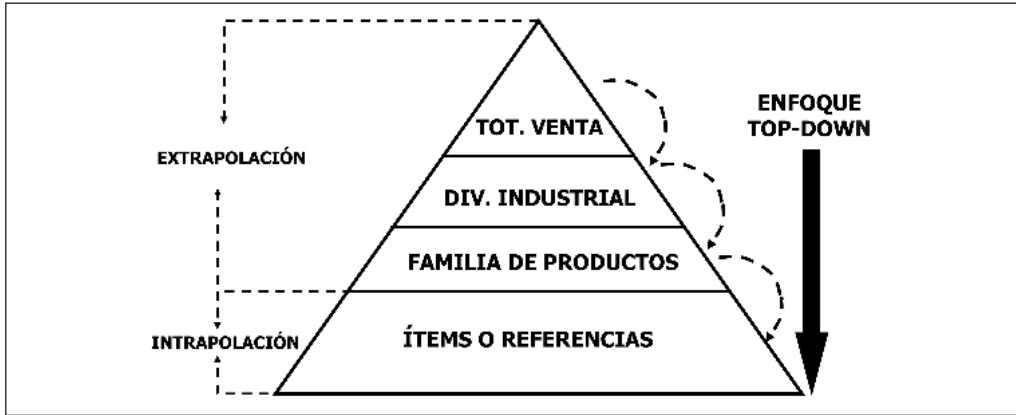
Si tenemos en cuenta que uno de los principios fundamentales de la logística integral se basa en establecer un sistema de planificación *top-down*, o sea, desde lo general a lo particular, y si además consideramos los diferentes objetivos a cubrir con el *forecast* y el grado de fiabilidad necesario para cubrir dichos objetivos, podríamos establecer un criterio marco basado en las siguientes estrategias:

En primer lugar, centremos el esfuerzo en conseguir un *forecast* lo más fiable posible al más alto nivel de agregación, digamos cifra total de ventas. (Sabemos que esta previsión es la que teóricamente nos da menos error).

En segundo lugar, bajaremos un escalón, por ejemplo a nivel de división industrial, de tal manera que la suma de los *forecasts* de las referidas divisiones industriales debe ser consistente con el *forecast* del primer nivel de agregación. La palabra consistente quiere decir que coincide dentro de un margen de tolerancia aceptable con el *forecast* de nivel superior.

Así sucesivamente iremos descendiendo en niveles de agregación de una forma estratificada y controlada hasta llegar al nivel de familia de productos. Obsérvese que hemos excluido conscientemente el nivel tipo o referencia comercial, ya que según su aplicación utilizaremos técnicas de extrapolación o intrapolación, como veremos oportunamente.

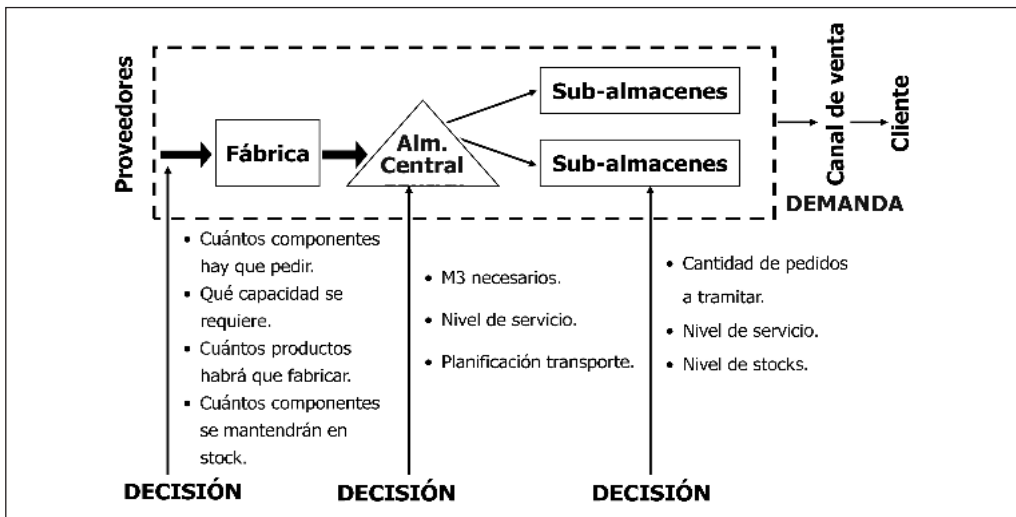
Esta filosofía de aplicación se esquematiza en el siguiente gráfico:



Naturalmente, cada uno de estos pronósticos a diferentes niveles de agregación tiene una aplicación específica en la planificación estratégica de la empresa, como veremos a continuación.

En el gráfico siguiente se esquematizan los diferentes puntos de decisión existentes en el flujo de mercancías, cuya cuantificación depende de una forma directa o indirecta de la previsión general de ventas. Naturalmente, sólo se consideran los puntos más relevantes para la toma de decisiones en el flujo de mercaderías, ya que el flujo está determinado en gran medida por el ritmo de demanda obtenido de los consumidores finales; por tanto, es muy importante para la empresa el que sea capaz de efectuar unos juicios suficientemente sólidos con relación a la futura demanda.

Este *forecast* de la demanda se suele efectuar a nivel de división industrial o familia de productos en función del tipo de decisiones que haya que adoptar, haciendo hincapié en que el pronóstico debe efectuarse de una forma dinámica e informatizada para poder dar rapidez en la toma de decisiones y, en consecuencia, al flujo de productos.



Naturalmente, el referido *forecast* está sometido a una serie de restricciones prácticas; así, por ejemplo, no es relevante efectuar un *forecast* de la venta de un determinado artículo si prácticamente no se tiene información histórica del mismo; en tales circunstancias es preferible utilizar datos históricos de productos equivalentes (antecesoros), o en su caso hacer un *forecast* de la demanda a un mayor grado de agregación, y estimar su venta como un porcentaje del mismo.

Horizonte de planning

El horizonte del *forecast* (con qué antelación necesitamos hacer la previsión) depende de los varios *lead-times* acumulados, existentes en el flujo de mercancías, así como de los objetivos que hayamos marcado. Este *lead-time* acumulado incluye fundamentalmente lo siguiente:

- Aprovisionamiento de materiales y fabricación.
- Control de calidad final y transporte al almacén.
- Almacenaje, manipulación y preparación de expediciones.
- Transporte a almacenes subsidiarios.

A efectos de la planificación fabril (planificación de la capacidad), un horizonte de *forecast* de 6 meses es generalmente suficiente, con un grado de agregación a nivel familia de productos; sin embargo, para un plan estratégico a largo plazo, este horizonte debería ser al menos de 24 meses, siendo suficiente en ese caso un grado de agregación a nivel de división industrial; téngase en cuenta que el objetivo fundamental de este tipo de planificación no es otro que el comprobar si tenemos recursos suficientes o por el contrario hay que ampliarlos o reducirlos.

Frecuencia del forecast

La frecuencia del *forecast* depende del tipo de decisión que haya que efectuar, así como de la naturaleza de las variables que lo controlan. Por ejemplo, la planificación de la capacidad de las fábricas es algo que conviene revisar mensualmente, mientras que un cálculo para la previsión de recursos industriales a largo plazo (fábrica, almacenes, etc.) es suficiente con hacerlo una vez al año. Además, en muchos casos es necesario hacer un nuevo *forecast* si el sistema de monitorización de errores así lo aconseja.

En todo caso, siempre es conveniente efectuar un sistema dinámico (*rolling plan*) de previsión de la demanda, con horizonte de 12 meses, estratificado a diferentes niveles de agregación.

Responsabilidad del forecast

En general, el *forecast* debe estar bajo la responsabilidad de las personas que toman las decisiones basadas en el mismo. Por ejemplo, el marketing manager debería ser responsable del *forecast* de ventas; por supuesto, en caso necesario con la colaboración de otros expertos en análisis del mercado.

A este respecto, conviene señalar la conveniencia de que haya una «cohabitación» entre los métodos objetivos de proyección a que aludimos y los métodos subjetivos de planificación de ventas, a efectos de fijar cuotas de mercado, objetivos de venta, etc., ya que debajo de estas cifras siempre hay un factor de compromiso y responsabilidad personal que no podemos ni debemos eludir, de tal manera que si hubiera discrepancias grandes entre ambos métodos se deberían revisar los mismos.

2.5. El control de costes en logística

2.5.1. Introducción

En los últimos años, y como consecuencia de la gestión logística, las empresas han evidenciado la necesidad de una transformación importante en los criterios de costes que habitualmente estaban utilizando para el control de su gestión. Digamos que tradicionalmente el sistema contable utilizado en los sectores comerciales estaba orientado básicamente a juzgar la rentabilidad global del negocio con un criterio más bien de carácter financiero-fiscal, que tiene como finalidad última la presentación de una cuenta de pérdidas y ganancias de cara a los accionistas o propietarios del negocio, así como para atender las necesidades fiscales que impone el gobierno.

La gestión interna se basa de esta manera en un control presupuestario más o menos riguroso, en el cual se comparan los diferentes gastos e inversiones, catalogados por su naturaleza (personal, alquileres, publicidad, etc.), con un presupuesto previamente establecido. Es básicamente una gestión de carácter «reactivo», tendente a mejorar próximos presupuestos o comprobar si se han cumplido determinados objetivos de gestión.

En los últimos años, y yo diría que con un desarrollo paralelo a los conceptos de logística, se ha evidenciado la necesidad de mantener un control riguroso sobre el comportamiento en términos de costes y rentabilidad de los diferentes productos o familia de productos que componen la llamada cadena logística de distribución. La razón es obvia si tenemos en cuenta que las características físicas y comerciales de los diferentes productos conllevan esfuerzos y costes muy diferenciados en función de su tamaño, peso, seguridad, presentación comercial, rotación, obsolescencia, etc.; así, si pensamos por ejemplo en la industria de bienes de consumo, y comparamos un producto de poco tamaño/peso, mucho valor y alto riesgo de obsolescencia, como pueden ser determinados productos de cosmética, con otros artículos de gran volumen, poco

peso y bajo valor, como los rollos de celulosa para aseo y limpieza, comprendemos fácilmente que los costes asociados a las actividades de almacenaje, manipulación y transporte son completamente diferentes y proporcionalmente mucho más altos en unos casos que en otros.

2.5.2. Diferentes enfoques en el sistema de costes

Los diferentes criterios o enfoques empleados en el sistema de costes dependen del grado de profundidad que se desee efectuar en el análisis; su complejidad también varía y en consecuencia también el esfuerzo y gastos derivados del sistema.

Fundamentalmente los podemos clasificar en los siguientes grupos:

- a) Enfoque global o funcional.
- b) Enfoque operacional (por proceso).
- c) Enfoque por producto.

Se puede emplear a su vez un criterio de **costes históricos** o un criterio de **costes estándar**, como veremos más adelante.

a) *Enfoque global*

Este criterio es el más sencillo de todos e implica una simplificación del sistema, el cual se limita a dar respuesta a preguntas básicas del tipo:

- ¿Cuánto nos cuesta almacenar los productos?
- ¿Cuánto nos cuesta su manipulación?
- ¿Cuánto nos cuesta su transporte, etc.?

Se comprende que un criterio globalizador de costes como éste no permite un análisis detallado de la actividad, sino más bien un control presupuestario, basado en una comparación evolutiva de diferentes conceptos de gastos comparado en su caso con un presupuesto.

La simplicidad del sistema, así como su facilidad de implantación, son las principales ventajas del mismo.

b) *Enfoque operacional*

Este sistema se aplica cuando se desea conocer un detalle específico del coste inherente a las diferentes actividades o procesos operativos, tales como:

- Coste de los procesos de entradas en almacén.
- Coste de las devoluciones de clientes.
- Coste de los procesos de expedición.
- Coste del almacenamiento de productos, etc.

Este sistema tiene especial interés para los llamados operadores logísticos.

El referido análisis tiene como objetivo fundamental el poder analizar la rentabilidad de las diferentes operaciones que se efectúan en los procesos logísticos, así como los beneficios derivados de una mejora de la productividad de los referidos procesos.

Este sistema implica, en primer lugar, el tener un conocimiento detallado y preciso de las diferentes operaciones que se realizan dentro de cada uno de los **centros de costes** definidos, así como en la totalidad del circuito o proceso, para poder así efectuar una agregación de los diferentes gastos que se han ubicado en los mismos.

Con las debidas herramientas informáticas, la información de costes se puede suministrar a tres niveles:

- a) Costes detallados por proceso.
- b) Costes globalizados por actividad.
- c) Análisis del total de los gastos por conceptos comparado con el presupuesto.

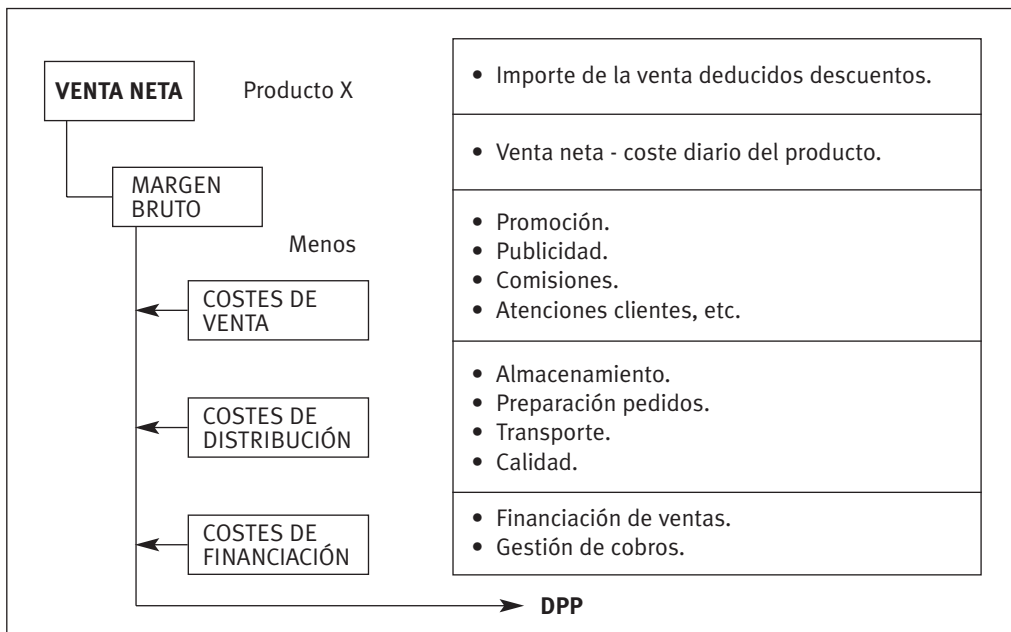
Obsérvese que, hasta aquí, el sistema de coste ha ignorado totalmente las características de los diferentes productos que intervienen en los procesos logísticos; sin embargo, obviamente, no cuesta lo mismo el manipular o almacenar un producto voluminoso y pesado que un producto ligero y pequeño, ni es lo mismo manipular paquetes individuales que *pallets* completos. Para entrar en un detalle más preciso del coste operativo de los diferentes productos que intervienen en logística, hay que trabajar con el denominado enfoque por producto cuya noción explicamos a continuación.

c) *Enfoque por producto (orientado al DPP)*

El enfoque DPP (*Direct Product Profitability*), o sea, rentabilidad directa del producto, constituye un análisis de costes tendentes a detectar la rentabilidad de cada uno de los productos, o productos más importantes para la empresa, con objeto de mejorar la gestión logística de los mismos, cambiando en su caso los sistemas de embalaje, transporte, almacenamiento, etc., así como poder tomar determinadas decisiones tácticas y estratégicas en el mercado al cual nos dirigimos.

Su cálculo está basado en el siguiente esquema que comentaremos a continuación, lógicamente con las adaptaciones propias de cada empresa.

ESQUEMA DE CÁLCULO DPP



Con relación a este esquema, conviene hacer las siguientes puntualizaciones:

- Cuando hablamos de «Coste directo del producto», nos referimos al valor *landed*, es decir, el coste del producto situado en el almacén incluyendo los gastos de aprovisionamiento.
- Los costes de venta de carácter indirecto se deberán repartir entre las diferentes líneas de productos en función de un criterio establecido por el departamento comercial.

En los costes de distribución distinguimos entre:

- Almacenamiento propiamente dicho, o sea los costes derivados de la permanencia, custodia y control de los productos almacenados durante el tiempo medio que permanecen en el almacén, incluyendo el seguro y riesgo de obsolescencia.
- La preparación de pedidos, que se refiere básicamente a las actividades de confección de albaranes, *picking* y *packing* del producto.

El transporte, que debe incluir las actividades de preparación de la expedición.

Los costes de calidad, que se refieren al coste de las devoluciones, reacondicionamiento del producto, roturas y en general cualquier gasto directo en el almacén relacionado con la calidad.

Por último, los costes de financiación se refieren a todos los gastos bancarios ocasionados por la negociación de efectos a cobrar, pólizas de crédito, gastos de devolución, comisiones bancarias, gestión directa de cobros, etc. La clave de imputación de estos costes puede estar en función del valor de las ventas.

Como es fácilmente imaginable, el conocer la rentabilidad directa de los productos proporciona un arma de incalculable valor tanto para la política comercial como para la gestión de la distribución, sobre todo cuando se analiza este dato con otros parámetros, como pueden ser el índice de rotación o riesgo de obsolescencia; así, por ejemplo, un artículo de poca rentabilidad, alto riesgo y baja rotación podría sugerir o bien su eliminación o bien buscar otras formas alternativas de distribución que aumentasen su rentabilidad.

El esfuerzo comercial se debe centrar obviamente en los artículos de mayor rentabilidad; así, es muy útil a este respecto el efectuar un análisis tipo A,B,C (regla de Pareto) para conocer la importancia relativa de los artículos y su cifra de ventas, etc.

A los minoristas les interesa especialmente el espacio ocupado por sus artículos en las estanterías o lineales de venta (supermercados), por lo que con frecuencia confeccionan un parámetro basado en la relación DPP/m². A este respecto considero interesante una aportación realizada por el profesor Ignacio Soret, que si bien tiene un carácter orientativo, ya que se ha realizado sobre una muestra no significativa, permite sacar conclusiones muy interesantes del mismo.

Productos	MB (%)	DPP (%)	DPP/m ² (%)
Cereales y legumbres	10	3,0	0,20
Confitura y mermeladas	11	3,1	0,40
Aceites	10	7,0	0,90
Pastelería	20	10,0	0,50
Congelados	30	25,0	2,50
Limpieza	20	15,0	1,00
Papelería doméstica	12	4,0	0,10

Lo anteriormente expuesto nos llevaría a que los esfuerzos y criterios logísticos de gestión deben estar diferenciados en función del coste y rentabilidad de los diferentes productos, evitando meter todo en un «cajón de sastre», como habitualmente se hace en muchas empresas, cuando consideran los gastos de almacenaje, distribución, etc., como un conjunto de costes de estructura de la empresa a deducir de la venta neta para calcular un beneficio global.

Desde este punto de vista, aparece el concepto de **A,B,C (Activities Based Costing)**, o sea, costes basados en la actividad, mediante el cual se pretende asignar a los diferentes productos el coste asociado a las diferentes actividades que se generan dentro de la cadena logística que lo soporta. El resultado final sería una catalogación de gastos agrupados según las diferentes operaciones realizadas desde el momento del aprovisionamiento hasta la distribución del producto.

EL CONTROL DE COSTES EN LOGÍSTICA, ENFOQUE A, B, C

PRODUCTOS	APROV.	FABRIC.	ALMACÉN	TRANSP.	OTROS		
	A	1.500	2.000	500	300	100	4.400
	B	5.000	---	600	400	120	6.120
	C	2.000	6.000	1.500	800	110	10.410
	D	1.000	3.000	600	300	125	5.025
	9.500	11.000	3.200	1.800	455	25.955	

Al flujo de materiales se les identifica con una **misión concreta** (tales como aprovisionar, almacenar, expedir, transportar, etc.), en función de unos objetivos de distribución, reconociendo que las actividades implicadas en la realización de una misión son identificables en términos de coste y diferenciadas según el producto. En el siguiente ejemplo, confeccionado únicamente a efectos didácticos, se exponen únicamente las actividades relacionadas con la logística, a las cuales habría que añadir el resto de las actividades, como son marketing, publicidad, promoción ventas, etc.

Naturalmente, una distribución de costes de este tipo es altamente ambiciosa y requiere una profunda adaptación del sistema contable existente, por lo cual en la práctica se suele hacer a nivel de familia de productos que tengan características similares; sin embargo, abre el camino para una gestión rigurosa de la logística, así como para un análisis detallado de la rentabilidad del producto.

2.5.3. El sistema de costes estándar

Hasta ahora, en apartados anteriores, hemos hablado de diferentes enfoques relacionados con los denominados **COSTES HISTÓRICOS**, basados en una imputación directa o indirecta de los diferentes costos «reales», asumidos por los diferentes procesos productivos. Este concepto responde en definitiva a un **post-cálculo** de los mismos y en consecuencia su resultado será variable a través del tiempo.

El concepto de **COSTE ESTÁNDAR** supone la existencia de un coste teórico «predeterminado», representativo de lo que debiera ser el mismo en **condiciones norma-**

les de trabajo. En consecuencia, se trata de un **pre-cálculo** o estimación, a priori, indicativo de los consumos y sacrificios previstos en los diferentes procesos productivos bajo unas condiciones determinadas.

Si a las condiciones sobre las que basamos el pre-cálculo las consideramos óptimas, hablaremos de un **ESTÁNDAR IDEAL**; por el contrario, si las condiciones las consideramos normales, hablaremos de un **ESTÁNDAR BASE**.

Predeterminado significa que su cálculo está basado en un estudio detallado de «métodos y tiempos», del cual se van a derivar unas tarifas que aplicaremos al volumen de operaciones realizadas. Estas tarifas, normalmente, se mantienen fijas durante todo el año, siempre y cuando no cambie la tecnología aplicada a los diferentes procesos, debiéndose actualizar anualmente en función del cambio de precios de los productos o recursos consumidos.

El concepto de **condiciones normales** significa aplicar un nivel racional de ocupación de los diferentes recursos (mano de obra y maquinaria), que suele ser del orden del 80%, así como una eficiencia operativa en la cual se tengan en cuenta factores tales como fatiga, descanso, etc.

La diferencia entre el **COSTE ESTÁNDAR** y el **COSTE REAL** nos da una **DESVIACIÓN**, de cuyo análisis se determinarán todas las ineficiencias detectadas en los procesos.

Dicho análisis permite conocer:

- a) La productividad obtenida en los procesos.
- b) La evolución de los precios aplicados.
- c) El grado de ocupación de los recursos empleados.

El hecho de que este sistema permite el referido análisis hace que se le conozca también con el nombre de **CONTABILIDAD ANALÍTICA DE COSTES**, sobre todo en el sector industrial o fabril donde ya tiene un largo historial de aplicaciones.

2.6. Indicadores de gestión logística

El proceso logístico comienza con la fijación de objetivos para la totalidad de la actividad empresarial, seguida por los correspondientes *targets* en términos logísticos.

Los referidos targets o planes de acción se establecen para conseguir una serie de mejoras en aspectos concretos, tales como:

- Grado de servicio al cliente.
- Flexibilidad industrial.

- Reducción de *lead-times*.
- Fiabilidad de suministros.
- Fiabilidad del plan de ventas.
- Nivelación y reducción de stocks.
- Rapidez de suministros a los clientes, etc.

En consecuencia, se desarrollan una serie de planes y acciones concretas para conseguir dichos objetivos de mejora (plan logístico).

A fin de que la dirección pueda controlar y comprobar la evolución y consecución de esos planes y objetivos, se definen unos criterios para medir el *performance* global del negocio en términos logísticos a lo largo del denominado **eje del producto o cadena logística**.

Estos indicadores de gestión, consagrados en la terminología anglosajona con el nombre de *performance indicators* (PI), constituyen uno de los instrumentos más potentes para la consecución de los referidos objetivos logísticos.

La información que proporcionan los PI's debe ser siempre de naturaleza **cuantitativa** y orientados a una diagnosis de la situación objeto de mejora.

El instrumento de medida a aplicar (PI) debe ser **simple, sencillo e inequívoco de interpretar**, teniendo siempre en cuenta la interdependencia de las varias actividades a lo largo de la cadena logística.

En primer lugar, hemos de tener en cuenta que no existe en la práctica un recetario concreto de PI's aplicables a todas las empresas, sino más bien unas recomendaciones para que en cada caso se utilicen las que más interesen de acuerdo con las necesidades específicas de cada actividad; por lo tanto, su definición concreta y modo de aplicación debe establecerse en sintonía con el plan logístico definido.

Tampoco deben confundirse con otros indicadores consagrados en el campo económico-financiero, como, por ejemplo: índice de rotación de stocks, producción por directo, etc., ya que, si bien estos índices mejoran sustancialmente con la logística, no apuntan a un objetivo determinado y preciso dentro del **control del flujo de productos**.

A la hora de concebir un indicador logístico de gestión, hemos de tener en cuenta los siguientes aspectos:

a) *Definición inequívoca y aceptabilidad*

Todo indicador debe estar perfectamente definido en cuanto a su contenido y fórmula de cálculo, debiendo relacionarse con un objetivo concreto, perfectamente cuantificable (indicador de gestión previsto en el *target*) y, sobre todo, debe ser entendido y aceptado por los responsables.

Esto es importante, ya que bajo todo indicador de gestión debe existir una responsabilidad inherente a su consecución.

b) *Modo de expresión*

Los indicadores de gestión deben expresarse en forma de **ratios** o **porcentajes**, ya que estas cifras son más estables que las absolutas, fáciles de interpretar y, sobre todo, nos permiten analizar la evolución de las magnitudes, así como la comparación con otros indicadores similares de otros sectores o departamentos.

c) *Nivel de agregación*

Conviene que los indicadores de gestión se instrumenten en un determinado nivel de agregación definido, como, por ejemplo: familia de productos, sector de mercado, etc.

d) *Simplicidad operativa*

Los datos deben ser sencillos de calcular e interpretar, empleando, en lo posible, instrumentos informáticos que actúen sobre bases de datos fiables y actualizadas. De esta forma conseguiremos una frecuencia operativa razonable prácticamente sin coste adicional.

e) *Factibilidad*

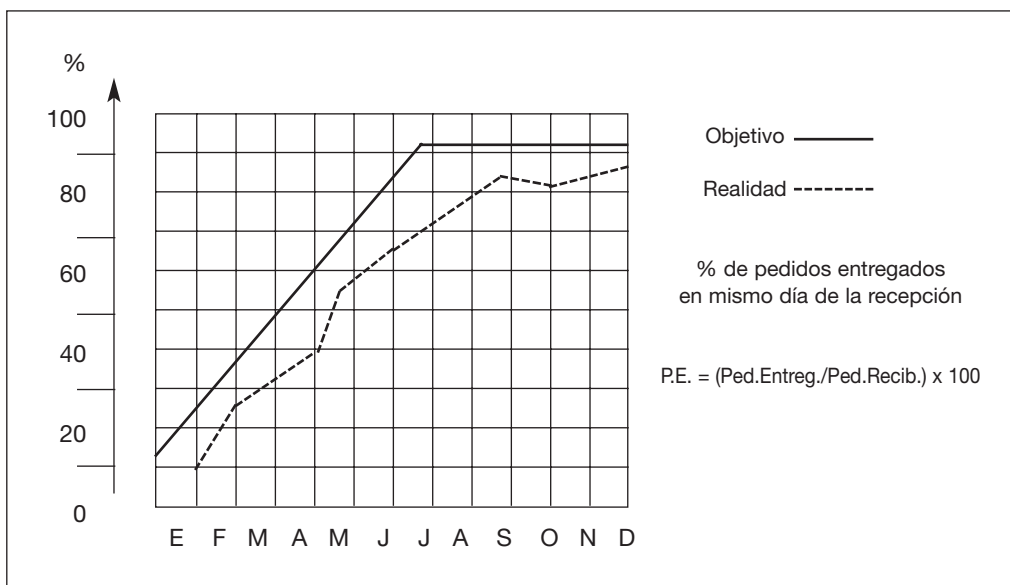
Los objetivos previstos deben ser realistas y realizables, tomando siempre como base la situación actual, que deberá ser medida y comentada con los responsables correspondientes antes de fijar cualquier objetivo futuro.

f) *Presentación*

Por último, es conveniente recordar que la presentación deberá siempre ser de forma gráfica, comparando la evolución con la relación al *target* propuesto, ya que lo que debe preocuparnos es la tendencia y no situaciones puntuales poco significativas en su conjunto.

También conviene recordar que el éxito de un plan de indicadores de gestión no es proporcional al número de indicadores que se imponga, sino más bien todo lo contrario, siendo recomendable, sobre todo al principio, empezar sólo con unos pocos bien seleccionados.

EJEMPLO DE REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE INDICADORES DE GESTIÓN



En el punto 8.10 se da un ejemplo de los principales indicadores de gestión en el sector de distribución.

2.7. Software de aplicaciones logísticas

En un estudio realizado en la década de los 90 por el Centro Español de Logística, se hizo un inventario de los principales sistemas de información existentes en España relacionados con la gestión logística. En aquel entonces, en el mencionado inventario se identificaban sólo 59 paquetes informáticos comercializados, cada uno de los cuales estaba orientado a diferentes aplicaciones de una forma más o menos desconectada. Esto nos da una idea de la atomización de los diferentes sistemas desarrollados en su día, en los cuales se echaban de menos, sin embargo, **sistemas integrales conectados** para un tratamiento conjunto de toda la cadena logística.

Hoy en día podemos asegurar que esta carencia está totalmente resuelta, ya que con la aparición de software específicos para sistemas de información integrados tipo SAP, debidamente modulados, Internet y redes intranet de comunicación, etc., prácticamente tenemos recursos informáticos más que suficientes para su aplicación a cualquier área de gestión empresarial y muy concretamente en el ámbito logístico; por lo cual se puede asegurar que, aunque la empresa haga sus propios desarrollos para aspectos específicos de su actividad, sin embargo la mayor parte de su gestión empresarial se encuentra ya perfectamente informatizada y comercialmente disponible para su utilización.

Por tanto, conviene resaltar que lo más importante es **adaptar** el paquete informático a las necesidades específicas de la empresa, sobre todo poniendo especial atención a las diferentes fórmulas incluidas en el software adquirido, que no siempre son de utilidad para nuestro caso en concreto.

Por último, me gustaría subrayar que el conjunto de fórmulas, algoritmos y procedimientos de cálculo que hoy en día están incorporados en los procesos informáticos, en su mayoría no son de nueva invención, sino que se han incorporado procedentes de textos muy antiguos de estudiosos del tema, que sin embargo nunca pudieron llevarlos a la práctica en aquel entonces debido a la carencia de medios apropiados de cálculo, por lo cual se transformaban en meras especulaciones teóricas de universidad. Por el contrario, hoy en día corremos el riesgo de aceptar su resultado sin saber exactamente cuáles son los condicionantes que aconsejan su utilización. Esto se evidencia con frecuencia cuando se está haciendo una intervención en alguna empresa para analizar las causas de situaciones no deseadas, tales como, exceso de inventarios, y preguntamos al responsable de la gestión de los stocks, por ejemplo, en qué se basa para calcular el volumen del pedido que se hace a un proveedor o fábrica, y nos responde:

—¡Ah!, no lo sé exactamente, porque yo tomo los datos que me calcula el programa.

Programa que posiblemente se instaló hace algunos años y con unos parámetros que no se adaptan a la situación actual.

Mi intención a lo largo de la presente obra es fijar la atención más en los **condicionantes y parámetros necesarios** para la implantación de una determinada fórmula, que en tratar de justificar matemáticamente la misma, ya que todas ellas son sobradamente conocidas por los estudiosos del tema y ampliamente divulgadas en diferentes textos.

¡¡ATENCIÓN A LAS INNOVACIONES INFORMÁTICAS Y TELEMÁTICAS!!

No actualización = Pérdida eficacia



Capítulo 3

El ciclo de aprovisionamiento

- 3.1. La función del aprovisionamiento.
- 3.2. Objetivos de la función de compras.
- 3.3. Importancia económica de las compras.
- 3.4. Actividades básicas de la gestión de compras.
- 3.5. Análisis del mercado de productos.
- 3.6. Estudio del mercado de proveedores.
- 3.7. Evaluación de proveedores.
- 3.8. Cálculo del lote económico de compras.
- 3.9. Nuevas tendencias en la política de compras.
- 3.10. Organización funcional.
- 3.11. Concentraciones y asociaciones logísticas.

3.1. La función de aprovisionamiento

Comprar y aprovisionar son dos términos empleados indistintamente con frecuencia para describir funciones empresariales similares, si bien hay que distinguir entre la función de aprovisionamiento propiamente dicha, que tiene un carácter más amplio, dentro de la cual se encuentra el concepto de compra, y la función de compra específicamente. Así:

APROVISIONAR es una función destinada a poner a disposición de la empresa todos aquellos productos, bienes y servicios del exterior que le son necesarios para su funcionamiento.

Para cumplir estas funciones es necesario realizar las siguientes actividades:

- a) Prever las necesidades de la empresa.
- b) Planificarlas en tiempo.
- c) Expresarlas en términos adecuados desde el punto de vista descriptivo, cualitativo y cuantitativo.
- d) Buscarlas en el mercado.
- e) Adquirirlas.
- f) Asegurarse que son recibidas en las condiciones demandadas.
- g) Pagarlas.

Las funciones a) y b) normalmente se basan en un programa de aprovisionamiento derivado de una previsión de ventas.

Por el contrario, **COMPRAS** es una función más restringida, que tiene por objeto adquirir aquellos bienes y servicios que la empresa necesita, garantizando el abastecimiento de las cantidades requeridas en términos de tiempo, calidad y precio. En realidad se identifica con los cuatro últimos apartados de la función de aprovisionamiento, o sea, d), e), f) y g).

Dada la importancia que el coste de las compras representa con relación al beneficio obtenido en la empresa, como veremos oportunamente, obviamente esta función adquiere una preponderancia dentro de las actividades gerenciales de la unidad de negocio correspondiente.

FUNCIÓN DE APROVISIONAMIENTO

- **Previsión de necesidades.**
- **Planificación en tiempo.**
- **Descripción del producto.**
- **Buscarlos en el mercado.**
- **Adquirirlos.**
- **Recepcionarlos.**
- **Control del pago.**

La complejidad de la función se deriva, lógicamente, de la naturaleza y diversidad de los productos o servicios objeto de adquisición, sin olvidarse de una serie de aspectos fundamentales que comentamos a continuación.

- 1.º La necesidad de adaptarse a un entorno económico altamente cambiante, motivado fundamentalmente por:
 - Globalización de los mercados.
 - Variaciones cualitativas y cuantitativas en la demanda de los productos.
 - Escasez de capitales y crecimiento de los costes financieros.
 - Reducción de los márgenes de beneficios.
- 2.º Cambios tecnológicos tanto internos como externos.
- 3.º Incremento de las exigencias de calidad.

3.2. Objetivos de la función de compras

En el contexto de la gestión de inventarios, las cuestiones básicas que se trata de solucionar están relacionadas con las siguientes preguntas:

- Qué productos hay que reponer.
- Qué cantidad hay que comprar o adquirir.
- Cuándo hay que efectuar el pedido.
- Dónde hay que situar el producto.

En definitiva, las áreas de actuación responden a las siguientes preguntas clave:

Qué, cuánto, cuándo y dónde

Los elementos básicos de gestión están en definitiva instrumentados sobre procedimientos estadísticos para conocer **cuándo efectuar el pedido** (punto estadístico de pedido) y calcular la cantidad a pedir (lote de compra). Conviene hacer énfasis en que cuando nos movemos en un entorno industrial de fabricación para stocks, el procedimiento habitual sería utilizar un proceso integrado que no sólo gestiona stocks, sino también el lanzamiento de la orden de fabricación, programación y gestión de recursos industriales (MRP II).

Su complejidad, obviamente, depende, entre otros, de los siguientes factores:

- 1.º Volumen de compras y pedidos anuales.
- 2.º Entorno en el que se desarrolla la función.

No es lo mismo un entorno comercial, de adquisición de productos terminados, homologados por el mercado, que un entorno industrial, de búsqueda de materias primas y componentes, cuya calidad y precio hay que concertar de antemano para no encarecer el proceso de fabricación, teniendo que seleccionar en todo caso los fabricantes idóneos de estos productos en términos de flexibilidad, calidad, fiabilidad y precio.

A su vez, dentro de un entorno fabril, no es lo mismo fabricar para stock de productos repetitivos, que fabricar sobre pedido o desarrollo de productos referidos a especificaciones de ingeniería, en los cuales tanto los productos requeridos como los posibles suministradores de los mismos están cambiando constantemente.

En consecuencia, podríamos resumir las responsabilidades básicas de la gestión de compras de la siguiente manera:

- a) Mantener una continuidad en los suministros de acuerdo con los programas de fabricación o compras.
- b) Proporcionar los productos, materiales y componentes de acuerdo con las especificaciones de calidad requeridas.
- c) Obtener los productos necesarios al «coste total» más bajo posible, dentro de las necesidades de calidad y plazos de entrega requeridos.
- d) Prevenir a la fábrica o departamento comercial de las variaciones de precio en el mercado, coyunturas, tendencias, etc.

Como se ve, es necesaria una coordinación permanente entre los departamentos comerciales o fabriles y compras.

Sin embargo, la función de compras, por naturaleza, tiene unas actividades netamente diferenciadas, que podríamos resumir de la siguiente manera:

- a) Estudio de fuentes de suministro (análisis de mercado).
- b) Selección de proveedores.
- c) Control de las especificaciones de calidad requeridas, incluyendo empaquetado, presentación, etc. (gestión de la calidad de la compra).

Las especificaciones de calidad suelen estar dictaminadas o bien por un departamento técnico (entorno industrial), o bien por el departamento de marketing (entorno comercial).

- d) Gestión de precios, para conseguir compras lo más económicas posible.
- e) Gestión de plazos y condiciones de entrega, para conseguir máxima fiabilidad, flexibilidad y reducción de los *lead-times* de aprovisionamiento.
- f) Seguimiento de las operaciones realizadas en todos los acuerdos y condiciones establecidas con el proveedor.
- g) Vender los sobrantes y productos obsoletos.

OBJETIVOS DE LA FUNCIÓN DE COMPRAS

- Qué productos hay que comprar.
 - Qué cantidad hay que comprar.
 - Cuándo hay que efectuar el pedido.
 - Condiciones de calidad y presentación.
 - Dónde hay que situar el producto.

3.3. Importancia económica de la función de compras

Para comprender la importancia y responsabilidad de la función de compras basta con que nos planteemos el siguiente cálculo:

Supongamos que el precio de venta de un producto se componga porcentualmente de los siguientes elementos:

a) Coste de materiales	50%
b) Valor añadido	40%
c) Beneficio bruto	10%
TOTAL.....	100%

A su vez, por una mejor gestión de compras, la estructura del producto pasa a ser la siguiente:

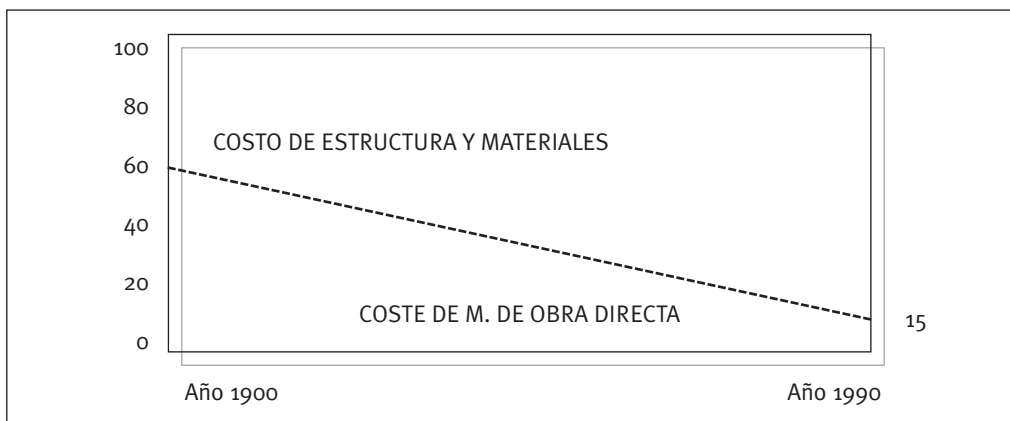
a) Coste de materiales	48%
b) Valor añadido	40%
c) Beneficio bruto	12%
TOTAL.....	100%

Bajo este supuesto, el incremento del beneficio sería el siguiente:

$$\% \text{ de incremento de beneficios} = ((12 - 10)/10) \times 100 = 20\%$$

Además, si tenemos en cuenta que el coste de la mano de obra directa (que es un componente importante en el valor añadido) ha ido disminuyendo en los últimos años como se indica en el gráfico adjunto, obviamente este cálculo tendrá más relevancia en el futuro, sobre todo en las empresas «intensivas en mano de obra».

PESO RELATIVO DE LA MANO DE OBRA DIRECTA



3.4. Actividades básicas de la gestión de compras

La función de compras comprende fundamentalmente las siguientes actividades básicas:

1. Evaluación y clasificación de proveedores.

Constituye una de las actividades más importantes dentro de la función de compras, tendente a tener una calificación de los proveedores en función de su «capacidad de respuesta» frente a nuestra empresa, lo que constituye un punto de partida para las futuras relaciones comerciales con los mismos. Este punto tiene un interés especial, sobre todo cuando en un entorno industrial trabajamos con una política de «co-fabricación», como veremos más adelante.

2. Mantenimiento de un archivo actualizado de productos, con sus características técnicas, códigos de identificación, suministradores de los mismos, precio y condiciones de entrega y pago.

3. Negociación permanente de precios, calidades, presentaciones y plazos de entrega en función de las previsiones de compra y calificación del proveedor.

4. Previsión de compras en sus aspectos tanto técnicos como económicos y financieros.
5. Planificación de pedidos por artículo y proveedor, determinando los volúmenes de pedidos y fechas de lanzamiento previstas.
6. Preparación de órdenes de compra, lanzamiento de pedidos y seguimiento de los mismos, hasta su recepción y control de calidad en su caso.
7. Solventar discrepancias en la recepción del producto.
8. Analizar variaciones en precio, plazos de entrega y calidad.

Con frecuencia se confunden las actividades de gestión de compras con las actividades típicas de almacenamiento y gestión de los stocks, cuyos conceptos desarrollaremos en capítulos posteriores; sin embargo, haciendo la salvedad de que el cuadro de responsabilidades (asignación de funciones) es una prerrogativa de la dirección general, que en último extremo decide lo que debe hacer cada ejecutivo responsable de la empresa. Podemos, no obstante, visualizar en el siguiente cuadro dónde termina y comienza cada una de las referidas funciones.

GESTIÓN STOCKS, COMPRAS Y ALMACENAJE



3.5. Análisis del mercado de productos

El primer paso para la búsqueda y selección de proveedores es el estudio del mercado de productos.

Consiste en reunir y analizar las informaciones relativas a la producción, distribución y venta de un determinado artículo o material. El objetivo final será obtener un esbozo de la política de compras a seguir por la empresa.

Comoquiera que no podemos abordar a la vez el estudio de todos los artículos o materiales que necesitamos, los agruparemos en familias de compras y trazaremos un plan de estudio empezando por los más importantes. A veces todo este trabajo escapa del tiempo disponible del comprador, por lo que puede ser recomendable su realización por especialistas en investigación de mercado.

El estudio debe abarcar las siguientes fases:

1.º Definición de nuestra necesidad en términos cualitativos y cuantitativos.

- La planificación cuantitativa nos ofrece el plan de necesidades de materiales a largo plazo, así como el plan de compras a plazo medio.
- Es preciso definir exactamente cuál es el nivel de calidad exigido por nosotros, lo cual requiere un análisis de las calidades habituales que ofrece el mercado, y la identificación de cuál de ellas coincide con nuestra necesidad.

2.º Producción del artículo.

Una vez definida nuestra necesidad se inicia la investigación sobre la fabricación del producto en cuestión, haciendo hincapié en los siguientes aspectos fundamentales:

- Materias primas constitutivas, ya que muchas veces el comportamiento en el mercado de un determinado artículo vendrá condicionado por las fluctuaciones en precio de sus materiales.
- Métodos de producción existentes para entender las diversas calidades y precios que hay en el mercado.
- Análisis a medio y largo plazo de la evolución del artículo (ciclo de vida del producto) porque probablemente de ello dependerá su disponibilidad y precios futuros.

3.º Consumo y distribución del producto.

Debe estudiarse la red de distribución habitual y saber a partir de qué cantidades puede saltarse la red para acceder a un nivel superior (por ejemplo, fabricante).

4.º Precios.

Sobre todo su evolución histórica, tendencia, fluctuaciones y causas que lo generan.

5.º Presentaciones, costes de transportes y embalajes en su caso.

6.º Aspectos legales.

- Reglamentaciones gubernamentales, de seguridad, conservación e higiene.
- Régimen fiscal y aduanero.

3.6. Estudio del mercado de proveedores

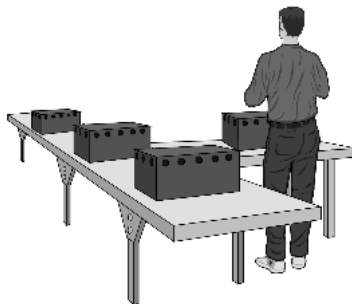
Consiste en localizar los proveedores potenciales y seleccionar entre éstos a los que reúnan mejores condiciones para la empresa, basándose en principio en criterios de política de compras, tales como distancia, canal de distribución, etc.

La calificación de los proveedores será normalmente progresiva, por pasos sucesivos, de tal modo que en cada paso se profundice más, pero con menos proveedores, utilizando criterios de conveniencia comercial y política de empresa, de tal forma que al final se tenga una selección reducida de posibles proveedores, de los cuales se hará un estudio de valoración y calificación para llegar a la selección definitiva.

Los factores clave del suministro pueden ser los indicados en el cuadro siguiente, incluso siguiendo el orden de prioridades indicado en el mismo. Para lo cual es recomendable efectuar visitas y evaluar su capacidad tecnológica, económica y comercial *in situ*.

ESTUDIO MERCADO DE PROVEEDORES

- Calidad del producto.
- Fiabilidad entregas.
- Plazo de entrega.
- Continuidad.
- Flexibilidad.
- Nivel tecnológico.
- Precios.



Conviene señalar que actualmente las prioridades de valoración en la selección de proveedores han cambiado con la nueva concepción de la gestión logística, tal y como se expresa en el cuadro siguiente.

PRIORIDADES DE COMPRAS

• ANTES

- Calidad concertada.
- Precio y condiciones de pago.
- Lead-time.

• AHORA

- Calidad concertada.
- Lead-time.
- Flexibilidad.
- Precio y condiciones de pago.

3.7. Evaluación de proveedores

Los sistemas de evaluación más comúnmente empleados se limitan a hacer intervenir básicamente tres factores:

- Índice de precios: $(\text{precio más bajo ofertado} / \text{precio medio del mercado}) \times 100$.
- Índice de calidad: $(\text{lotes aceptados} / \text{Lotes servidos}) \times 100$.
- Índice de servicio: $(\text{piezas entregadas en plazo} / \text{Total piezas solicitadas}) \times 100$.

Aunque también cabe incluir otros factores menos cuantificables, como son asistencia técnica, servicio postventa, etc., que tienen un valor importantísimo para la empresa.

En realidad cada uno de estos índices engloba conceptos diferentes; así, el índice de precio puede ser el resultante de nivel de precio, condiciones de pago, descuentos, etc.

Servicio puede incluir plazo de entrega, disponibilidad, fiabilidad, etc., lo cual puede dar lugar a un cálculo de índices un poco más sofisticado en función de determinados criterios que aplique la empresa.

Es habitual que cada uno de estos índices se pondere para alcanzar un índice único de evaluación.

Los factores de ponderación (F_p , F_c y F_s para precio, calidad y servicio) dependen del criterio de la empresa, siendo la fórmula final la siguiente:

$$\text{IND. SELEC} = I_p \times F_p + I_c \times F_c + I_s \times F_s$$

Por último, conviene recordar que la evaluación no es un ejercicio estático, sino que hay que estar periódicamente actualizando, sobre todo para analizar las tendencias de los proveedores.

3.8. Cálculo del lote económico de compras

Toda operación de compra, o de fabricación en su caso, genera necesariamente dos clases de costes:

- a) Costes relativos a la preparación del pedido.
- b) Costes relativos al mantenimiento de los stocks durante el periodo de almacenamiento de los mismos.

Este principio se aplica tanto al caso de lanzamiento de un pedido a un proveedor, como en el caso del lanzamiento de un pedido a fábrica.

En el primer caso, los costes de preparación de un pedido están relacionados con todo el proceso de compra y aprovisionamiento del producto, mientras que en el segundo caso se refiere fundamentalmente a los costes inherentes a la preparación de máquinas en la fábrica para iniciar el proceso de fabricación (*setup cost*).

El lote económico, denominado también lote de compra o de fabricación, tiene por objetivo minimizar los costes totales derivados de esta operación, o sea, los costes de lanzamiento del pedido más los costes de mantenimiento de los stocks.

Su formulación inicial se debió a WILSON, de aquí que se le conozca también con el nombre de fórmula de WILSON, cuyo contenido analizaremos en párrafos sucesivos.

Naturaleza de los costes

Como en todo proceso de decisión, no se trabaja con el concepto de «costes integrales», sino que hay que tomar únicamente los denominados «costes relevantes», es decir, aquellos que se generan única y exclusivamente con el proceso de la decisión, así como los llamados «costes de oportunidad» aplicables fundamentalmente al cálculo de intereses de capital (*lucro-cesante*), lo que significa tomar como tasa de interés el mayor de los porcentajes que la empresa tenga que pagar a terceros como consecuencia de la financiación de su activo.

Los **costes de preparación** implican, pues, todos los gastos burocráticos y de manipulación, y transporte en su caso, que se generan desde el momento en que se capta la necesidad de un pedido (incluye por lo tanto el proceso de planificación), hasta que el producto está físicamente ubicado en nuestros almacenes y a disposición de la venta. Podemos mencionar, entre otros, los siguientes:

- Cálculo del pedido.
- Tramitación burocrática del mismo.
- Preparación de máquinas y lanzamiento de órdenes de fabricación (caso de fábricas propias).
- Transporte y seguro en su caso.
- Descarga de camiones y control de recepción.
- Control de calidad en entradas.
- Reacondicionamiento del producto.
- Ubicación del mismo en estanterías.

Los costes de **mantenimiento de stock** (que denominaremos factor K) representan la parte alícuota correspondiente a los costes que gravitan sobre los stocks como consecuencia de su proceso de almacenamiento; así, podemos mencionar fundamentalmente los siguientes:

- Espacio ocupado en el almacén.
- Registro y control de los stocks.
- Obsolescencia.
- Deterioro, caducidad, roturas.
- Seguro.
- Coste de capital vinculado a la inversión (interés del capital invertido).
- Coeficiente de costes indirectos calculado sobre el inventario promedio proyectado.

Estos elementos de coste de mantenimiento de los stocks se transforman en un porcentaje aplicable al precio de compra (o de fabricación) del producto y constituye lo que denominaremos factor K (por ejemplo: $K = 0,35$, o sea, 35% del precio de coste del producto).

Supuestos teóricos de la fórmula de cálculo

Como todo modelo matemático, la fórmula del lote está basada en unos supuestos teóricos en los cuales se consideran la demanda y los *lead-times* de reposición constantes y conocidos, así como que la reposición se efectúa de forma instantánea y completa en un momento determinado; posteriores sofisticaciones de la fórmula nos llevarían a modelos más complejos en los cuales no se producen estos condicionantes, tales como entregas fraccionarias, etc.

Nosotros nos basaremos en el modelo puro, ya que constituye la fórmula aplicada universalmente en las empresas.

Denominando:

Q = Lote económico óptimo.

R = Necesidades anuales del producto (recursos).

S = Costes de preparación.

C = Coste unitario del producto.

K = Factor de coste de mantenimiento de stocks.

Tendríamos:

a) Costes totales de preparación

Costes de preparación por pedido (S) $\times$ Cantidad de preparaciones (R/Q)

b) Coste de mantenimiento de stocks.

Invent. promedio $\times$ Coste unitario producto $\times$ Factor K

O sea:

$$Q/2 \times C \times K$$

luego los costes totales (TC) serán igual a:

$$TC = S \times R/Q + Q/2 \times C \times K$$

El mínimo de esa función se obtiene cuando los costes de mantenimiento del stock se igualan a los costes de lanzamiento de pedidos, o sea:

$$S \times R/Q = Q/2 \times C \times K$$

En donde, despejando Q, se obtiene la denominada fórmula de WILSON, cuya expresión es la siguiente:

$$Q = \sqrt{(2RS / KC)}$$

Si queremos expresar esta fórmula en unidades monetarias, haciendo una pequeña transformación, en la cual denominamos:

$$A = \text{Necesidades anuales en unidades monetarias } R \times C$$

tendríamos:

$$Q^* = \sqrt{(2AS / K)}$$

Ejemplos:

$$S = 60, R = 3.600, K = .30, C = 4$$

$$Q = \sqrt{(2 \times 3.600 \times 60 / .30 \times 4)} = 600$$

$$Q^* = \sqrt{(2 \times 14.400 \times 60 / .30)} = 2.400$$

$$Q = 2.400 / 4 = 600$$

Gráficamente, esta fórmula se podría comprobar tabulando los costes de «proporción de pedidos» e «inventario» de la forma indicada en el cuadro siguiente:

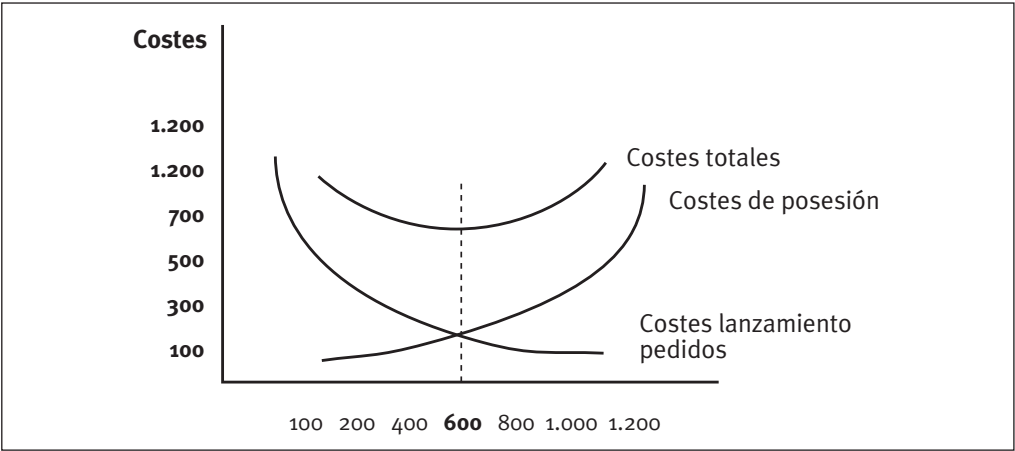
TABULACIÓN DE COSTES PARA DIFERENTES TAMAÑOS DE LOTE

S = 60 R = 3.600 K = 0,30 C = 4			
Tamaño lote (Q)	Costes preparación (SR/Q)	Costes inventario (QKC/2)	Coste total
10	21.600	6	21.606
50	4.320	30	4.350
100	2.160	60	2.220
200	1.080	120	1.200
300	720	180	900
400	540	240	780
500	432	300	732
600	360	360	720
700	309	420	729
800	270	480	750
1.000	216	600	816
1.200	180	720	900

NOTA: Obsérvese que el coste mínimo total corresponde al llamado lote económico.

Si expresamos gráficamente el contenido de las funciones de costes, tal y como se desprende de la figura indicada, observamos fundamentalmente dos aspectos:

LOTE ECONÓMICO DE PEDIDOS



- 1.º Que el lote económico corresponde a la intersección de las curvas de «costes de preparación» y «costes de mantenimiento de stocks».
- 2.º Que la curva de «costes totales» presenta un aplanamiento en torno al punto óptimo del lote económico.

Esto significa que **los costes totales son poco sensibles a pequeñas variaciones del lote económico.**

Matemáticamente, la sensibilidad del lote económico lo podríamos calcular de la siguiente manera:

Vamos a denominar TC a los costes totales correspondientes a un lote Q, y TC* a los costes totales del lote Q* (que es el económico).

Mediante una pequeña transformación matemática llegaríamos a la siguiente fórmula:

$$TC/TC^* = 1/2 ((Q/Q^*) + (Q^*/Q))$$

Si hacemos que el nuevo lote sea, por ejemplo, un 15% superior al anterior, o sea:

$Q = 1.15 Q^*$, sustituyendo valores en la fórmula llegaríamos al siguiente resultado:

$$TC/TC^* = 1.0095$$

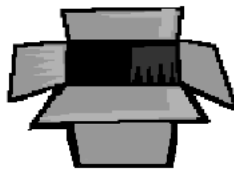
Lo que nos dice que un incremento del 15% en el tamaño del lote nos llevaría únicamente a un incremento del 0,95% de los costes totales.

Esta pequeña sensibilidad del tamaño del lote nos lleva a la posibilidad de establecer:

- a) Redondeos a tamaños estándar.
- b) Calcular el lote de acuerdo con técnicas de empaquetado o de contenedores.
- c) Incluir cantidades adicionales que tengan en cuenta problemas de desperdicios o mermas.

EL LOTE ECONÓMICO PERMITE...

1. Redondeos.
2. Empaquetado o tamaño de contenedores.
3. Desperdicios o mermas.



Utilización del lote económico

Conviene señalar que, si bien la teoría del lote económico tiene plena vigencia en todos los procesos de aprovisionamiento desde terceros o de reposición de almacenes, sin embargo, en lo que respecta a su aplicación en el cálculo del lote de fabricación, hoy

en día pierde vigencia, ya que las nuevas tendencias logísticas tienden a conseguir un máximo de flexibilización de los procesos productivos, lo que implica la posibilidad de cambiar de un modelo a otro en la fábrica en un corto plazo y con el mínimo coste, mediante la utilización de máquinas más versátiles y técnicas rápidas de cambio de tipo, para adaptarse más a las necesidades de una demanda constantemente cambiante, por lo cual los costes de preparación de máquinas (*set-up cost*) tienden a reducirse a un mínimo.

Así, siguiendo la filosofía japonesa (*just in time*), **el lote ideal sería = 1.**

A veces nos planteamos el problema de que los costes de adquisición de un producto varían en función del tamaño del lote, ya que el proveedor nos ofrece descuentos en función del tamaño del pedido. Para encontrar una solución a este problema podemos partir del lote económico e investigar los costes totales de las diferentes alternativas propuestas; obviamente, aquella alternativa que nos dé los costes totales menores sería la económicamente más correcta.

EJEMPLO. Supongamos el siguiente caso, totalmente ficticio, elaborado a efectos didácticos:

- Un almacenista de hierros importa chapa galvanizada a un precio ex-factory de 70 €/Tm.
- El pedido mínimo es de 21 Tm.
- El coste de fletes, seguro y manipulación de cargas se estima en un 20% del valor del producto.
- Los costes de tramitación del pedido, incluyendo recepción y control de la mercancía, se estiman en 300 € por pedido.
- La previsión anual de ventas para este producto se estima en 258 Tm anuales.
- El coste de posesión del producto se estima en un 35% del valor del stock.

El fabricante presenta la siguiente oferta:

- Pedidos inferiores a 100 Tm., el precio de referencia.
- Pedidos entre 100 y 200 Tm., un 5% de descuento.
- Pedidos superiores a 200 Tm., un 7%.

SE PIDE: Determinar el número óptimo de toneladas a comprar.

LOTE ECONÓMICO:

$$R=258 \text{ Tm}, S=300 \text{ € por pedido}, K=0,35, CT=70 \times 1,20 = 84 \text{ €/Tm}$$

$$Q = \sqrt{2 \times R \times S / KC}$$

$$Q = \sqrt{2 \times 258 \times 300 / 0,35 \times 84} = 72 \text{ Tm}$$

OPCIÓN 1 (lote económico)

$$(Q/2) \times K \times C + (R/Q) \times S + \text{Inversión}$$

$$72/2 \times 0,35 \times 84 + (258/72) \times 300 + 84 \times 258 = 23.805 \text{ €}$$

OPCIÓN 2

$$Q = 100 \text{ Tm}$$

$$CT_m = 66,5 \times 1,20 = 79,80 \text{ €/Tm}$$

$$CT = 100/2 \times 0,35 \times 79,80 + 258/100 \times 300 + 79,80 \times 258 = \mathbf{22.758,90 \text{ €}}$$

OPCIÓN 3

$$Q = 200 \text{ Tm}$$

$$CT_m = 65,1 \times 1,20 = 78,12 \text{ €/Tm}$$

$$CT = 200/2 \times 0,35 \times 78,12 + 258/200 \times 300 + 78,12 \times 258 = 22.915 \text{ €}$$

Luego la opción 2 es la más económica.

3.9. Nuevas tendencias en la política de compras

Tradicionalmente los departamentos de compra han funcionado con un esquema mental en donde las prioridades fundamentales en su gestión estaban ligadas a los siguientes conceptos:

- 1.º Calidad concertada.
- 2.º Precio y condiciones de pago.
- 3.º *Lead-time* y condiciones de entrega.

Bajo este esquema, el concepto de lote económico y compras especulativas tenían una importancia fundamental en la gestión; sin embargo, hoy en día, las nuevas tendencias logísticas han cambiado sustancialmente este esquema, fijando unas nuevas prioridades que, en conjunto, resultan más beneficiosas para la empresa. Así podemos decir que, de acuerdo con estas tendencias, el esquema de prioridades sería el siguiente:

- 1.º Calidad concertada.
- 2.º *Lead-time* de aprovisionamiento.
- 3.º Flexibilidad ante el cambio en los pedidos.
- 4.º Precio y condiciones de pago.

Este nuevo pensamiento da lugar al fomento de la llamada relación de «co-fabricación», mediante la selección de determinados proveedores denominados CO-FABRICANTES, con los cuales se mantiene una relación en virtud de la cual lo que se compra **no es el producto, sino más bien su «capacidad de fabricación»**, en el sentido de que se crea un compromiso mutuo con vínculos a largo plazo, basado en una transparencia informativa, sobre todo en lo concerniente a previsiones de compra y capacidad de fabricación, con objeto de garantizar por parte del comprador un determinado volumen de compras a cambio de conseguir del proveedor un máximo de flexibilidad en los suministros, con reducción de los *lead-times* y precio del producto en su caso.

En definitiva, bajo este concepto el fabricante colaborador es un eslabón más dentro de la cadena logística de la empresa.

3.10. Organización funcional

La importancia y tecnificación de la función de compras ha dado lugar a una evaluación importante de su responsabilidad y organización funcional dentro de la empresa.

Inicialmente, esta función mantenía la jerarquía de una dirección de compras, dependiente de la dirección general de la división sobre la que actuaba (comercial o industrial), asumiendo a su vez las funciones inherentes a la gestión de stocks, sobre todo en lo relativo a la técnica del lote económico.

En la década de los 50 aparece en el entorno industrial la figura del gestor de materiales (*material manager*) como responsable absoluto del control integral del flujo de materiales, desde su adquisición hasta su transformación en producto terminado; es frecuente a partir de ese momento que las divisiones de compra pasen a depender del referido gestor de materiales, con objeto de mantener una coordinación estrecha de todas las funciones involucradas en el flujo del producto. Posteriormente, la configuración de una DIRECCIÓN DE LOGÍSTICA ha ocasionado el que en muchos casos la referida actividad de compras dependa directamente de la mencionada dirección de logística.

En las empresas de carácter netamente comercial, las características son completamente diferentes, ya que su relevancia en la actividad económica de la empresa fomenta la necesidad de que adquiriera el rango de una dirección independiente, con un acento marcadamente comercial (el beneficio se obtiene en la compra).

3.11. Concentración y asociaciones logísticas

Con frecuencia, las empresas de distribución se asocian en organizaciones con el fin de incrementar su productividad, lo que incluye grandes ventajas globales, tales como:

- Centralización de las compras.
- Marketing.
- Publicidad y promociones.

Así, con frecuencia se crean las llamadas **centrales de compra**, que fijan una política de compra con relación a productos y proveedores, para que posteriormente las empresas vinculadas efectúen el seguimiento en la reposición de los diferentes artículos. A veces, las centrales de compra, a su vez, están especializadas por línea de productos.

Sin embargo, existen otros conceptos susceptibles de optimización, cuya mejora puede suponer un valor añadido de gran importancia que difícilmente se puede conseguir de una forma individualista, tales como:

- Centralización de almacenes.
- Mecanización y automatización de procesos.
- Paletización cien por cien.
- Codificación de productos con código de barras.
- Informatización logística.
- Consolidación de transporte de proveedores.
- Sistemas EDI, etc.

Todos estos conceptos aportan importantes beneficios en reducción de costes, mejora de servicio y mejor disponibilidad de los stocks.

Cada vez más, grupos punteros a nivel estatal se asocian en potentes centrales de compra, lo que les permite ser más competitivos (véase el ejemplo del sector de alimentación).

La tendencia parece ser la cooperación entre distribuidores europeos, llegándose a consolidar centrales de compra de diversos países para la actuación a nivel europeo, con objeto de conseguir una más rápida europeización de proveedores y unas mejores condiciones de compra; todo ello debido fundamentalmente a la expansión de las cadenas de supermercados e hipermercados.

La tendencia en este sentido es clara:

- Se aumentará el número de compras a gran escala, incluso realizando compras para varios países al mismo tiempo.
- Consolidación de centrales de compra de diversos países.
- Reestructuración de redes de distribución y sistemas logísticos internacionales.

A su vez los proveedores no ampliarán su ámbito europeo, sino que se especializarán en el abastecimiento de determinados países.

Capítulo 4

Aspectos logísticos de la gestión industrial

- 4.1. Introducción.
- 4.2. El concepto de producción.
- 4.3. Naturaleza de los procesos productivos.
- 4.4. Organización de la producción.
- 4.5. La capacidad industrial.
- 4.6. El proceso de planificación fabril.

4.1. Introducción

Aquellas personas que no han tenido la oportunidad de vivir un ambiente industrial o que tratan de introducirse en el tema a través de las múltiples publicaciones que existen al respecto, se pueden encontrar con una proliferación de siglas y conceptos que se generan a partir de la década de los 60, como consecuencia de la introducción de nuevos conceptos y exigencias impuestas por la logística, de tal manera que parece que cada una de ellas da la clave definitiva para solucionar el problema industrial. Nada más lejos de la realidad, ya que sólo un conocimiento completo de la filosofía que impone cada una de estas técnicas nos podría llevar a un uso discrecional de las mismas sin entrar en juicios de valor sobre cuál de ellas es mejor. Lo importante más bien es saber en qué casos conviene su aplicación, bien sea en forma total o parcial.

Hay que tener en cuenta que la industria, en general, ha seguido históricamente una serie de etapas evolutivas acorde con el ambiente socio-económico en que ocurrieron. Así, podemos decir que en la primera época de la industrialización prácticamente se fabricaba sobre un diseño específicamente realizado para un determinado consumidor; después, la revolución industrial permitió la fabricación en serie de los productos diseñados para un determinado mercado y, en consecuencia, lo que primaba era conseguir las máximas economías de escala mediante la «masificación de la producción» para abaratar el producto fabricado.

A esta época pertenecen fundamentalmente conceptos tales como «lote económico de fabricación» o maquinaria de diseño específico para producción en serie, tendentes a conseguir la máxima productividad en la operación realizada.

Hoy en día, las exigencias del mercado obligan a una fabricación «fluida y diversa», capaz de fabricar no un modelo específico, sino una multiplicidad de opciones comerciales de acuerdo con un prototipo base. Tómese como ejemplo la industria automovilística, en la cual podemos observar la cantidad de variaciones comerciales que se venden para cada uno de los diferentes modelos de automóviles, en función del color y/o equipamiento opcional solicitado, de tal manera que podemos afirmar que si antes se hablaba de una «masificación de la producción», ahora entramos en una era de «masificación del diseño».

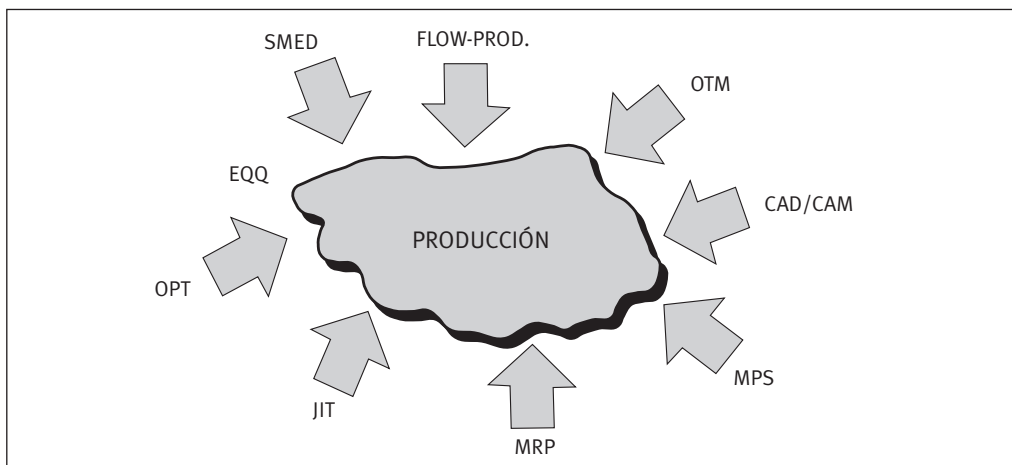
Todo esto obliga a un concepto fundamental en la producción que es el de la «flexibilidad», en el sentido de que un modelo que se está fabricando pueda sustituirse por otro diferente en el mínimo tiempo y al menor coste posible.

Como consecuencia de este nuevo entorno, pierde actualidad el concepto de fabricación en gran escala con ayuda del lote económico. Las máquinas que realizan tareas específicas se sustituyen por máquinas versátiles, capaces de realizar una multiplicidad de tareas similares con un mínimo tiempo necesario para adaptarse al nuevo modelo que se fabrique; en definitiva, se trata de acortar los *lead-times* de fabricación, reduciendo al mínimo los **stocks en curso de elaboración**.

Conceptos tales como diseño asistido por computador (CAD), o robotización de operaciones, juegan un nuevo rol en el ambiente industrial actual.

Mi intención fundamental no es la de esclarecer al máximo todos estos conceptos, así como su aplicabilidad y el valor relativo que cada una de ellas tiene en la práctica, ya que para ello nos remitimos a las múltiples publicaciones especializadas que se han editado al respecto para cada una de estas técnicas.

En el esquema siguiente trato de expresar lo que denomino el «espectro de producción» en la situación actual.



En ella se trata de expresar cómo el sistema de producción se puede ver influenciado y condicionado por una serie de siglas (técnicas de producción), cuyo conocimiento y aplicabilidad conviene conocer de antemano.

4.2. El concepto de producción

En forma breve, podemos decir que la PRODUCCIÓN es todo proceso de transformación de unos recursos en BIENES o SERVICIOS mediante la aplicación de una determinada tecnología.

La producción la podemos definir, en términos de sistemas, como un proceso en virtud del cual mediante la utilización de unos determinados **RECURSOS** materiales y humanos (*inputs*), a los cuales se les aplica una cierta tecnología, obtenemos unos **BIENES O SERVICIOS** (*outputs*); esta definición amplia requiere, obviamente, una serie de matizaciones que veremos a continuación:

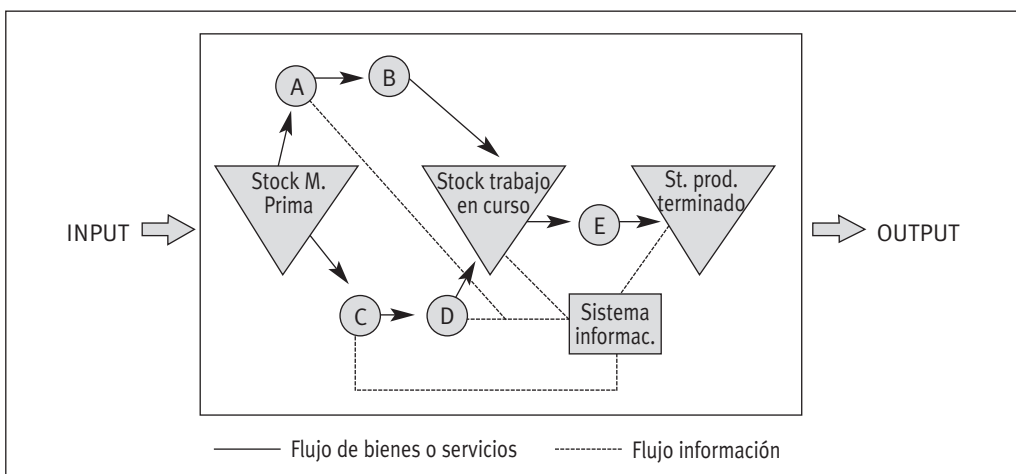
Cuando los bienes obtenidos se materializan en forma de **productos tangibles**, hablamos de **PRODUCCIÓN INDUSTRIAL** para distinguirla de la **PRODUCCIÓN DE SERVICIOS**, en la cual el *output* que obtenemos es una determinada prestación o información.

Los **RECURSOS** vamos a dividirlos en las siguientes categorías:

- RECURSOS MATERIALES**, o sea, materias primas, componentes o semielaborados y consumibles en general.
- RECURSOS HUMANOS**, o sea, el empleo de «mano de obra directa», que es aquella que físicamente elabora el producto, así como de «mano de obra indirecta», que es la que interviene en la dirección, supervisión y control de los procesos productivos.
- RECURSOS DE CAPITAL**, que corresponden a la utilización de la nave industrial, maquinarias, útiles y herramientas en general, o sea, toda la infraestructura necesaria para materializar los procesos productivos.
- RECURSOS ENERGÉTICOS** empleados, tales como gas, electricidad, etc.

En el esquema siguiente se da una idea de un «proceso productivo».

PROCESO DE UN SISTEMA OPERATIVO



Si observamos el esquema anterior, veremos que los círculos representan las diferentes operaciones de elaboración del producto terminado, mientras que los triángulos

significan la situación de los stocks en diferentes fases de elaboración (materiales almacenados, semielaborados y productos terminados).

Las líneas discontinuas representan el sistema de información requerido para el seguimiento completo del proceso productivo.

El sistema es válido tanto para un proceso industrial como para un proceso de servicio donde el producto terminado no es un bien tangible, sino una determinada información o prestación; así, por ejemplo, supongamos una empresa de turismo que se dedica al transporte de viajeros por carretera, su objetivo de producción será la prestación de un servicio de traslado de pasajeros de acuerdo con unas determinadas rutas.

En este caso los recursos empleados serán los siguientes:

- a) **Recursos de capital**, representados por la flota de transporte, así como la infraestructura necesaria (estaciones, cocheras, etc.) para efectuar el servicio.
- b) **Recursos humanos**, formado por el personal directo (chóferes y guías en su caso), así como el personal indirecto requerido para la contratación, gestión, administración y mantenimiento del servicio.
- c) **Los recursos materiales** estarían representados por el catering y consumibles en general para atención al pasajero.
- d) **Los recursos energéticos** serían todos los combustibles que se emplean en el transporte.

El *output* del proceso serían los diferentes servicios de transporte realizados.

A partir de ahora, nos referiremos siempre en exclusiva a los procesos de **producción industriales**.

Obsérvese que el coste de los productos terminados se compone básicamente de tres cosas:

- El coste de las materias primas o componentes utilizados en el proceso de producción (recursos materiales).
- El coste de la «mano de obra directa» empleada en los procesos productivos.
- Los gastos derivados de la utilización de la «mano de obra indirecta», así como de los recursos de capital y energéticos consumidos. A estos conceptos los vamos a llamar en general **gastos de fabricación**.

El coste final de los productos terminados podemos dividirlos en dos categorías.

1.º **Coste de materiales** consumidos

2.º **Valor añadido** en fábrica, que corresponde al resto de los costes antes aludidos.

Hay fábricas en las cuales el coste de materiales representa un porcentaje pequeño, por ejemplo un 15%, mientras que el valor añadido representa un 85%, como ocurre en las fábricas con procesos básicamente manuales (**intensivos en mano de obra**) o fáabri-

cas muy robotizadas (procesos automáticos) con grandes inversiones en equipos industriales (**intensivos en capital**); por el contrario, hay producciones en las cuales el valor de los materiales es muy costoso, por ejemplo 80% del valor total, mientras que el valor añadido representa sólo un 20%. Se comprende que en estos casos la planificación y control de los materiales tiene que ser más rigurosa que en los casos anteriores.

4.3. Naturaleza de los procesos productivos

Cuando el proceso de producción implica una transformación física de los materiales empleados, por ejemplo cortes, troquelados, prensados, moldeados, etcétera, hablamos de procesos de **FABRICACIÓN**; por el contrario, cuando el proceso implica básicamente la unión de determinados componentes para obtener el producto final, hablamos de procesos de **ENSAMBLAJE**; por ejemplo, el montaje de carrocerías, motores, etc., para obtener finalmente el coche (producto terminado).

Por último, se habla de **MONTAJE IN SITU** cuando se ensambla o construye el producto en su lugar de utilización final; por ejemplo, montaje de centrales hidroeléctricas, construcción de buques, etc.

Cuando el producto final tiene unas características estándar, de consumo generalizado con una amplia demanda, que a su vez exige una entrega inmediata del producto, como ocurre con la mayor parte de los llamados «artículos de consumo» (neveras, lavadoras, videos, etc.), las fábricas anticipan la demanda creando un **stocks de productos terminados** que el departamento comercial posteriormente se encarga de vender; en este caso se habla de **FABRICACIÓN PARA STOCK** para distinguirla de **FABRICACIÓN SOBRE PEDIDO**, en la cual la fábrica efectúa su producción en base a unos pedidos recibidos en firme de los clientes y de acuerdo con una fecha de entrega establecida.

Obsérvese que en la **fabricación para stocks** el servicio al cliente en el sentido de disponibilidad de producto, rapidez de entrega y fiabilidad en el plazo de entrega tiene que efectuarse básicamente a través de los almacenes comerciales y los servicios logísticos de la empresa, ya que la fábrica se limita a cumplir un plan de producción acordado con el departamento de marketing, mientras que en el caso de **fabricación sobre pedido** es la fábrica la que tiene la responsabilidad del cumplimiento de las entregas prometidas, por lo que adquieren gran importancia los conceptos de planificación, prioridades, carga de trabajo, etc., como veremos oportunamente.

También se puede hablar de **FABRICACIÓN PARA STOCKS DE SEMITERMINADOS**, con objeto de poder dar un servicio más rápido al cliente con unas inversiones más pequeñas (el semi-terminado cuesta menos que el producto final), en cuyo caso lo que se hace al recibir el pedido es efectuar un ensamblaje final del producto.

El proceso de producción puede ser **CONTINUO**, normalmente en cadenas de ensamblaje o flujo de productos, o **INTERMITENTE**, tipo taller, atendiendo a diferentes órdenes de fabricación.

En los «procesos intermitentes», normalmente se organiza lo que se llaman **rutas de trabajo**.

Una ruta de trabajo es un detalle de las diferentes tareas a ejecutar para una orden de trabajo (OT), en la cual se indican básicamente los siguientes datos:

- Número de código del producto.
- Fecha de entrega.
- Cantidad solicitada.
- Recursos o puestos de trabajo que intervienen (hojas de ruta).
- Detalle de los procesos a realizar en cada uno de los puestos aludidos, con detalle de especificaciones técnicas en su caso

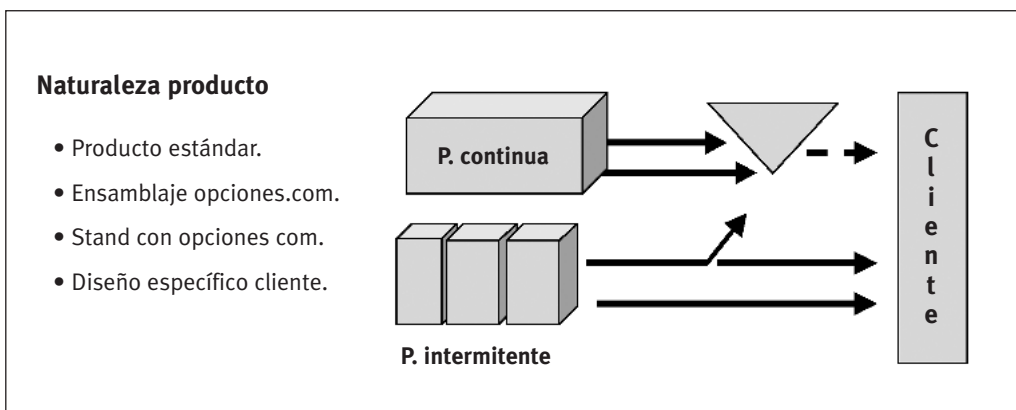
La secuencia, lugar y tipo de tarea a realizar, como se puede uno imaginar fácilmente, en el caso de organización tipo taller, puede llegar a límites de gran complicación, cuando hay una multiplicidad de tareas a realizar con diferentes OT's y rutas de trabajo que compiten con los mismos recursos. Aquí juega un papel muy importante el concepto de **prioridades** para mantener el plazo de entrega prometido al cliente.

Por último, desde el punto de vista de la naturaleza de los productos fabricados, éstos se pueden dividir en:

- Productos estándar.
- Productos de diseño específico por el cliente.
- Ensamblaje de opciones estándar.
- Productos estándar con opciones comerciales.

En la figura siguiente se esquematizan los diferentes sistemas básicos de producción de acuerdo con la naturaleza de los productos que hemos de elaborar.

SISTEMAS BÁSICOS DE PRODUCCIÓN



4.4. Organización de la producción

Una planta industrial normalmente se compone de un conjunto de **departamentos** o áreas de trabajo que se pueden definir como instalaciones específicas de producción consistentes en unas o más personas y/o máquinas que se consideran como una unidad a efectos de planificación de necesidades de capacidad y programación detallada de operaciones.

Por ejemplo, ensamblaje final, pintura, etc.

Dentro de un departamento se localizan los llamados **puestos de trabajo**, que son ubicaciones específicas donde un trabajador realiza un cometido concreto, pudiendo ser operario de una máquina o de un puesto determinado dentro de una cadena de producción.

La organización del trabajo puede ser, como ya hemos comentado, una CADENA DE ENSAMBLAJE O LÍNEAS DE FLUJO, en donde la producción sigue un proceso continuo a través de los diferentes puestos de trabajo, los cuales efectúan diferentes tareas hasta terminar el producto, o bien una ORGANIZACIÓN FUNCIONAL (tipo taller), en donde la producción se efectúa siguiendo rutas específicas, según el proceso a realizar, que pasan por diferentes áreas de trabajo (departamentos), cada uno de los cuales está especializado en una determinada función, como puede ser, por ejemplo, prensado, moldeado, pintura, etc.

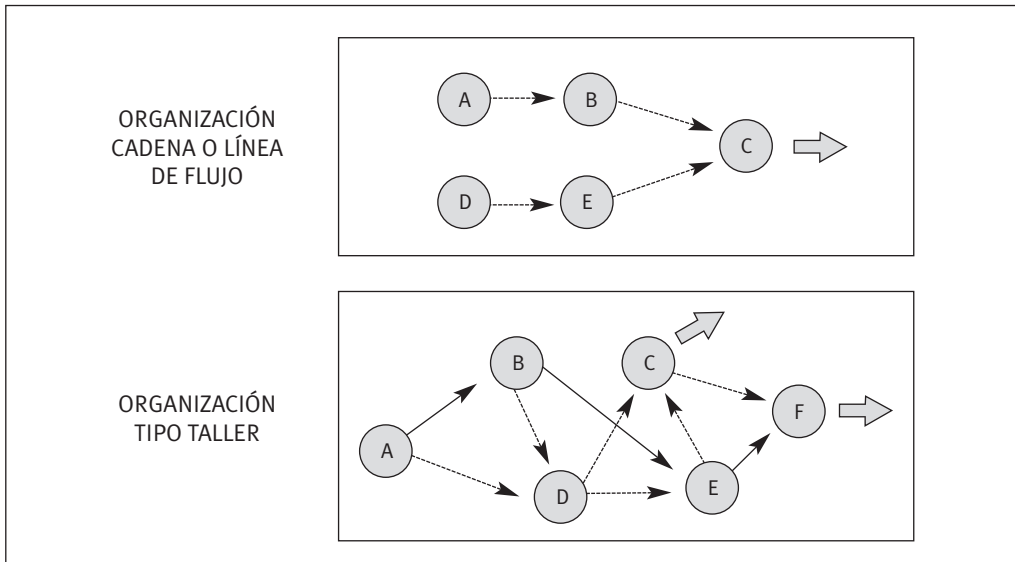
En este caso, un determinado departamento tiene que atender a diferentes órdenes de trabajo (OT), de acuerdo con un criterio de prioridad establecido por el departamento de control de producción.

La organización en este tipo de industria es mucho más compleja que cuando se trabaja en cadena, debido a la complejidad de rutas de trabajo y problemas de ocupación de los diferentes centros operativos; así, por ejemplo, si el número de áreas de trabajo es de 3 (A,B,C), las posibles rutas de una OT serían A-B-C, A-C-B, C-B-A, aumentando exponencialmente en la medida en que aumenta el número de OT.

Típicamente una planta se mueve a través del departamento de control de producción, que es el encargado del «lanzamiento y seguimiento» de órdenes de fabricación.

En el gráfico siguiente se esquematizan los dos modelos básicos de organización de la producción.

MODELOS BÁSICOS DE ORGANIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN



Como características típicamente diferenciales entre ambos modelos de organización, podemos señalar las siguientes:

- En la organización **tipo taller**, las órdenes de trabajo se procesan de acuerdo con un orden concreto de prioridades, siguiendo normalmente el concepto de **lote económico** de fabricación, mientras que en la organización **tipo cadena**, los trabajos se realizan de una forma más o menos continua de acuerdo con un programa de producción ya aceptado, sin lanzamiento específico de órdenes de trabajo.
- En los talleres se realizan operaciones simultáneas con movimientos «aleatorios» entre diferentes centros de trabajo, mientras que en la organización en cadena las operaciones son siempre sucesivas siguiendo una ruta uniforme.

No cabe duda que desde un punto de vista de logística de producción, las operaciones tipo taller son mucho más complejas que la organización en cadena o línea de flujo.

En breve, podemos decir que el problema logístico de la producción se basa en reducir todas aquellas operaciones improductivas que no añaden valor al producto desde el punto de vista de la calidad o el cliente, tales como transportes internos, colas o esperas en general, stocks de trabajo en curso, etc., reduciendo a su vez el *lead-time* de producción, lo que se traduce en un mejor servicio (tiempo de respuesta), así como en una reducción de costes en general.

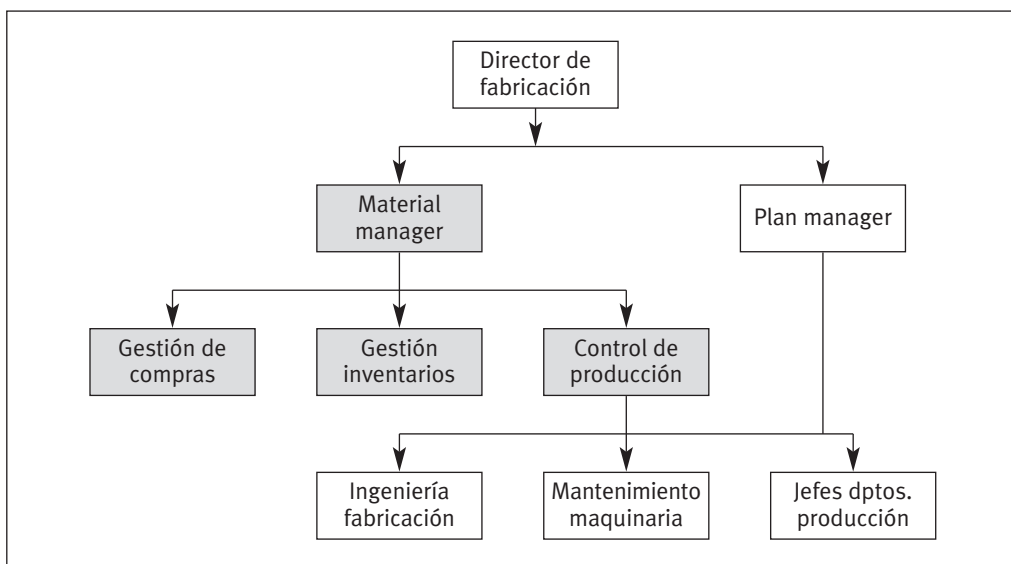
A continuación exponemos una estructura típica de organización fabril, en la cual se puede observar que los recuadros sombreados responden a lo que con frecuencia se

denominan actividades del *material manager*, que se encargan básicamente de optimizar todo el control del flujo de materiales en la fábrica (logística de producción).

Esta figura del *material manager*, habitualmente, como se observa en el diagrama, depende directamente del director de la fábrica por razón de jerarquía y proximidad; sin embargo, debe tener una responsabilidad funcional con respecto al *logistic manager* o director de logística de la empresa para poder optimizar de forma integral el flujo de materiales e inversiones en la empresa.

Por otra parte, la figura del *plan manager* o gestor de la planta, como se ve tiene una función puramente técnica y depende directamente del director de la fábrica.

ESTRUCTURA TÍPICA DE ORGANIZACIÓN FABRIL



4.5. La capacidad industrial

La asociación APICS (American Production and Inventory Control Society) define la capacidad industrial como el «**máximo ritmo de output sostenible que se puede conseguir con las especificaciones normales del producto, mix producción, esfuerzo normal de mano de obra, planta y equipos existentes**».

Supongamos que una empresa fabrica un solo producto A. Si se pueden completar solamente 1.000 unidades del producto A por semana, entonces la capacidad disponible sería simplemente «1.000 unidades por semana»; esto es, la capacidad se establece en términos del *output* posible; sin embargo, si la empresa fabrica también un pro-

ducto B, que utiliza también las mismas instalaciones que el producto A, el *output* podría ser 1.000 unidades de A por semana, o 500 unidades del producto B por semana, o cualquier otra combinación de los dos productos. En situaciones de este tipo, la capacidad se puede establecer en términos agregados de *output*, independientemente de la composición del MIX (paquete de fabricación), tales como toneladas por semana, m³. por semana, etc. Sin embargo, puede ocurrir que, desde una perspectiva de gestión de la capacidad, estas unidades de medida no resulten útiles, por lo que en estos casos la medición de la capacidad se suele hacer desde el lado *input*, en términos de los recursos que se utilizan en el proceso de fabricación; así la capacidad disponible se puede entonces establecer en términos de horas máquina o persona por unidad de tiempo, por ejemplo 800 h. persona semanales.

Igualmente, la capacidad requerida se puede establecer en los mismos términos de horas persona o máquina por unidad fabricada.

Un programa de producción deberá convertir la **capacidad requerida por unidad fabricada** en **capacidad requerida por unidad de tiempo**, con el fin de poderlo comparar con la capacidad disponible.

¿QUÉ ES CAPACIDAD?

EL MÁXIMO RITMO DE OUTPUT SOSTENIBLE QUE SE PUEDE CONSEGUIR CON LAS...

- Especificaciones normales del producto.
- Mix de producción.
- Esfuerzo normal de mano de obra.
- Planta y equipos existentes.

(Definición oficial de **APICS**)



4.6. El proceso de planificación fabril

Todo proceso de planificación está basado en un plan estratégico de la empresa a medio/largo plazo. Posteriormente, de acuerdo con las previsiones de venta, se desarrolla un PLAN DE PRODUCCIÓN que da lugar seguidamente al denominado PROGRAMA DE FABRICACIÓN, o siguiendo la terminología anglosajona, muy utilizada en la industria, al llamado MPS (Master Production Schedule), que es una expresión detallada de lo que hay que fabricar a corto plazo (en términos de semanas) y que constituye ya un compromiso firme que da lugar al proceso de EJECUCIÓN.

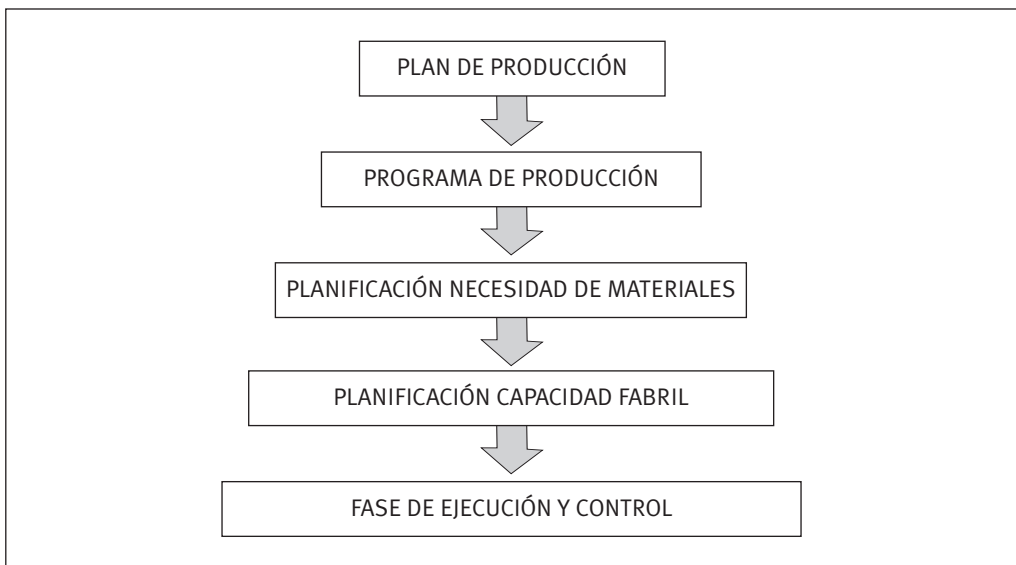
Según el MPS (Plan Maestro de Fabricación), y antes de entrar en la fase de EJECUCIÓN propiamente dicha, hay que efectuar la **planificación de las necesidades de materiales**, así como el cálculo de la **capacidad industrial requerida** en términos de

personas y máquinas, pues de lo contrario tendríamos un posible estrangulamiento en los procesos de producción con las correspondientes colas de trabajo, pérdida de servicio y coste adicional correspondiente. En definitiva, hay que seguir el principio de **planificación pro-activa**.

La fase de EJECUCIÓN dará lugar a un proceso continuo de **evaluación y control** para comprobar que la realidad se ajusta a las previsiones del programa, pudiendo en su caso motivar una modificación del plan inicial cuando se comprueba que su realización no es factible en los términos previstos.

En el gráfico siguiente se esquematiza este proceso que posteriormente desarrollaremos con detalle.

EL PROCESO DE PLANIFICACIÓN FABRIL



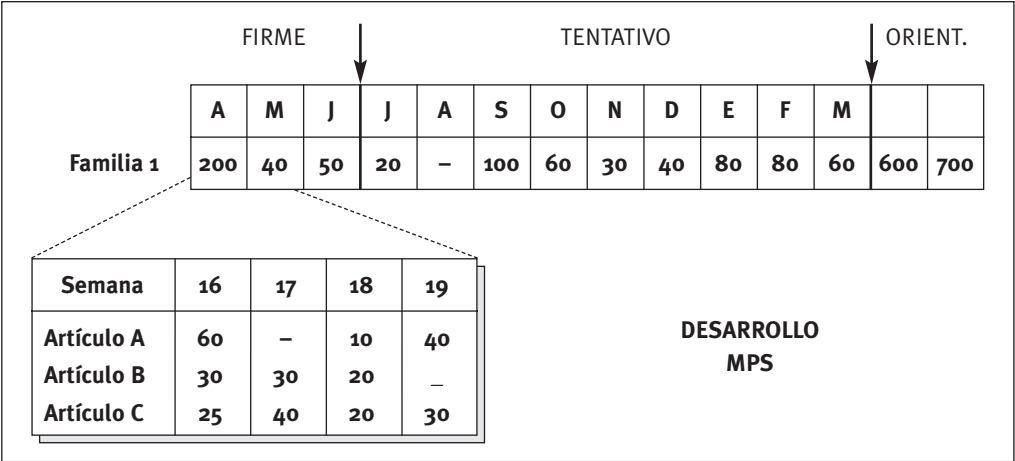
Los objetivos de una buena planificación son los siguientes:

- 1.º Conseguir las fechas de compromiso establecidas para la fabricación de los diferentes productos establecidas en el programa de producción.
- 2.º Minimizar los inventarios (stocks), tanto en el almacén como de «fabricación en curso», o sea, de productos semielaborados.
- 3.º Minimizar los tiempos de preparación de máquinas, transporte y producción en la planta (*lead-times*).
- 4.º Conseguir una utilización razonable de los recursos disponibles.
- 5.º Minimizar los costes operacionales.
- 6.º Nivelar la carga de trabajo.

En definitiva, se trata de conseguir el máximo servicio posible a los clientes con los mínimos costes de inversión.

Conviene recordar que este proceso de planificación es de carácter «top-down» (de arriba-abajo), lo que implica que va desde un alto nivel de agregación de productos (divisiones industriales o familia de productos) con horizontes largos de previsión (4 ó 5 años), hasta el máximo detalle (referencias comerciales o ítems), con horizontes cortos (normalmente semanas), para realizar la correspondiente ejecución, tal y como se ilustra en el gráfico siguiente:

PLAN DE PRODUCCIÓN



Capítulo 5

Técnicas avanzadas de la gestión industrial

- 4.1. El control del flujo de materiales.
- 4.2. El concepto de MRP.
- 4.3. El concepto de «just in time».
- 4.4. El *lean manufacturing*.

5.1. El control del flujo de materiales

Los primeros mecanismos que se utilizaron para gestionar el flujo de materiales en las empresas industriales no implicaban análisis alguno de aspectos de la fabricación, sino que se centraban en el control de existencias de productos acabados.

Cuando estas existencias caían por debajo de un cierto nivel (normalmente denominado «punto de reaprovisionamiento»), se pedía más producto, y este pedido pasaba a la fábrica y luego al almacén con la esperanza de que llegara antes de que se agotaran las existencias.

La frecuencia con que se controlaban las existencias variaba según el tipo de empresas y nivel de existencias mantenido; así, por ejemplo, un caso típico era mantener un nivel de existencias que no fuese inferior a la venta de los siguientes cuatro meses o, en el mejor de los casos, se preveía una cobertura de stocks equivalente al plazo máximo de fabricación de los productos.

Si, como ocurre con frecuencia, los niveles de stocks de diferentes productos terminados caían simultáneamente por debajo del nivel crítico, se pasarían voluminosos pedidos a producción, creando así problemas de cuellos de botella en la fabricación y, en consecuencia, alargando el proceso productivo con pérdida de servicio, lo cual a su vez creaba un impacto en los niveles previstos de reposición de los stocks.

A efectos de la gestión de los stocks, es preciso reconocer que, de acuerdo con el origen de los pedidos, se pueden distinguir dos clases de demandas:

- **Demanda independiente**

Correspondiente a los llamados **productos terminados** y, en consecuencia, generada por los diferentes pedidos solicitados directamente por los clientes (es decir, la demanda exterior a la fábrica).

- **Demanda dependiente**

Son los pedidos que surgen de diferentes materiales, componentes y semi-elaborados para poder fabricar los productos que requiere el mercado.

De los dos tipos de demanda sólo es aleatoria la independiente (que viene fijada por el plan de producción tras aplicar técnicas de previsión), ya que la «dependiente» se puede obtener directamente de aquélla mediante un procedimiento de cálculo, en función de los componentes que son necesarios para la elaboración de los llamados artículos finales.

Llegados a este punto, nos encontramos básicamente con dos alternativas; así, si tenemos un stock previo suficientemente grande de materiales y componentes para atender a todas las necesidades previstas de producción, el capital invertido en el mismo y el riesgo de obsolescencia serán muy grandes; y si, por el contrario, lo compramos una vez decidida la orden de fabricación, el plazo de reacción de la fábrica será mayor, puesto que tenemos que añadir al tiempo de fabricación el plazo de aprovisionamiento de los materiales requeridos.

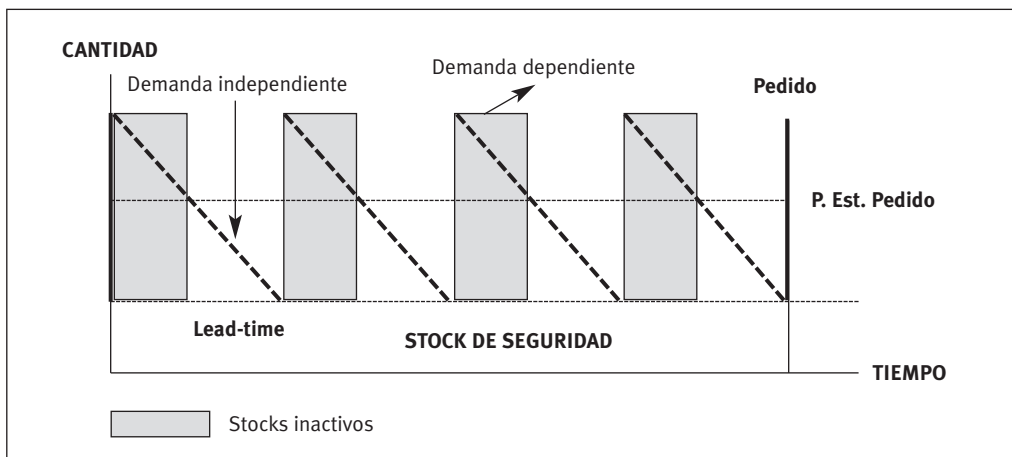
Los enfoques tradicionales normalmente han sido eclécticos y basados en los siguientes principios prácticos.

Los materiales se dividían en tres grupos:

- Materiales «específicos por producto» considerados caros.
- Materiales «específicos por producto» considerados baratos.
- Materiales comunes a todo el proceso de fabricación (normalmente baratos).

De los materiales específicos caros normalmente nos aprovisionábamos en el momento en que conocíamos el plan de producción en firme, mientras que del resto de los materiales manteníamos un inventario basado en un consumo estadístico del mismo y utilizando normalmente la técnica del punto estadístico de pedidos. Sin embargo, aquí se comete un error, ya que el consumo de estos productos por su naturaleza no es de carácter «continuo y proporcional al tiempo» sino, por el contrario, de carácter «discreto», o sea, que se consumen prácticamente todos en el momento en que entra el producto en producción (**consumo escalar**), lo que significa una inmovilización del stock hasta el referido momento, tal y como se ilustra en el gráfico siguiente:

COMPORTAMIENTO DEL PUNTO DE PEDIDO CON DEMANDA DEPENDIENTE



En consecuencia, todos estos sistemas son de carácter «reactivo», es decir, responden a los cambios en la medida en que éstos ocurren sin prever o mirar el futuro, originando graves inconvenientes, entre los cuales cabe destacar los siguientes:

- Mayor nivel de stocks y, en consecuencia, mayor coste de almacenamiento e inmovilización de capital.
- Falta de adaptabilidad, flexibilidad y pérdida de servicio.
- Alto riesgo de obsolescencia de productos.

En los años 70, cuando aumentó la competencia extranjera y los tipos de interés, las empresas se vieron sometidas cada vez más a una presión mayor para reducir las existencias, y, en consecuencia, aparecieron otros sistemas como son el MRP y el JIT, de los cuales hablaremos a continuación.

5.2. El concepto de MRP

5.2.1. Introducción

El MRP nace y se desarrolla en Estados Unidos a partir de la década de los 60 como un paquete informático capaz de dar una respuesta puntual al cálculo y planificación de las necesidades de materiales derivadas de un programa de producción industrial. El referido sistema actúa en sustitución de los sistemas tradicionales basados en el punto estadístico de pedidos, cuya aplicación está orientada fundamentalmente a la gestión de los stocks de materiales de una fábrica en función de una previsión del consumo de los mismos, como si se tratase de una demanda independiente.

Fue Joseph Orlicky uno de los pioneros en sistematizar todo el conocimiento existente en aquel momento mediante la publicación de su magnífico libro «Material Requirement Planning», en 1975, al cual se le considera como un clásico en esta materia, sobre todo si tenemos en cuenta que recogía las prácticas ya existentes en más de 700 empresas manufactureras.

El punto fundamental en este enfoque inicial del sistema MRP era reconocer que la demanda de los llamados materiales y componentes de fabricación responde al concepto de **demanda dependiente**.

El consumo de materiales no es en este caso aleatorio, homogéneo y proporcional al tiempo (como ocurre con la demanda independiente), sino que se produce en forma de escala en el momento en que entran en producción los productos a fabricar.

Para solucionar este tipo de problemas y evitar que se cree un nivel ocioso de stocks, surge como respuesta alternativa al llamado «punto estadístico de pedidos», el denominado sistema MRP-I, cuyos objetivos son los siguientes:

- Asegurar la entrega de los artículos finales en las fechas establecidas en el plan maestro de producción.
- Establecer el mínimo nivel posible de stocks.

El MRP-I básicamente hace el cálculo de las llamadas «necesidades netas de materiales», teniendo en cuenta el programa de producción, las existencias disponibles y los pedidos pendientes de recibir, estableciendo en qué momento han de lanzarse las «órdenes de compra» para cada componente y artículo, así como el tamaño de los pedidos.

En definitiva, el objetivo fundamental del MRP se concreta en establecer un sistema de PRIORIDADES VÁLIDAS que nos permita conocer, en lo que a materiales se refiere:

- QUÉ necesitamos.
- CUÁNTO hay que pedir.
- CUÁNDO hay que pedirlo.
- CUÁNDO se prevé la entrega.

PLANIFICACIÓN NECESIDADES DE MATERIAL (MRP)

Planificación de la PRIORIDAD para calcular los componentes necesarios que integran un producto acabado

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES:

- 1** Cálculo (no pronóstico) de la demanda dependiente de los componentes.
- 2** Desfase en el tiempo, añadir una dimensión temporal a los datos del stock.

La utilidad e interés de este método se manifiestan especialmente cuando:

- El producto final está formado por muchos materiales y componentes.
- Las demandas en cada periodo son fácilmente determinables.

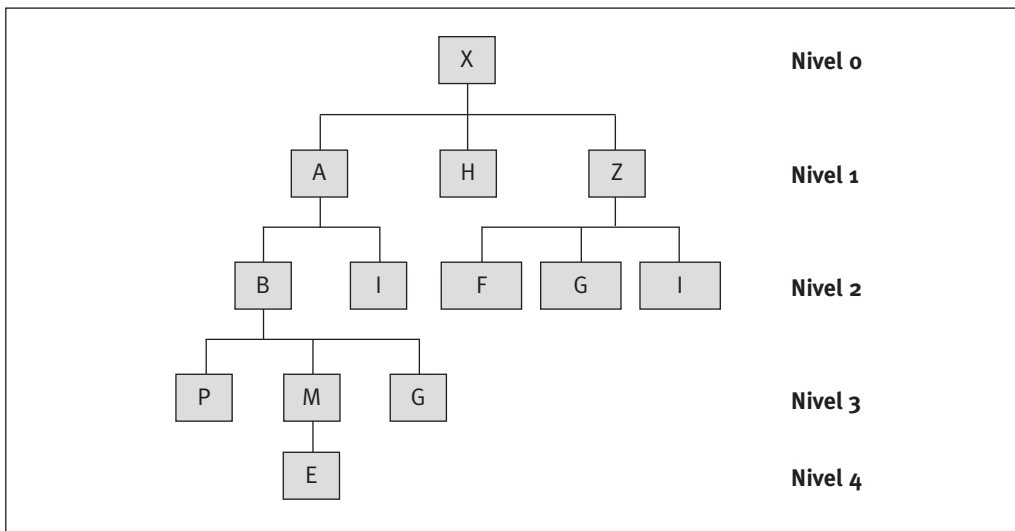
En definitiva, se aplica fundamentalmente a las **empresas de fabricación y montaje** que funcionan por órdenes de fabricación, mientras que en las empresas de fabricación continua, tipo hidroeléctricas, su utilización no procede.

8.2.2. Lista de materiales

La denominada «lista de materiales» (BOM - *Bill of Materials*) surge como consecuencia de la necesidad de conocer para cada artículo su estructura de fabricación en donde quedan reflejados los diferentes elementos que lo componen, así como el número necesario de cada uno de esos componentes para fabricar una unidad de ese artículo.

Esta información suele ser representada en forma de árbol, donde el nodo raíz representa el artículo que se describe, saliendo de él un nodo por cada uno de sus componentes; en el nodo se indica el nombre del componente y el número de unidades necesarias para elaborar una unidad del artículo descrito.

Un formato de esta lista de materiales queda reflejado en el siguiente cuadro:



Obsérvese que:

- El nivel «0» corresponde siempre al producto terminado.
- El nivel «1» al proceso de ensamblaje final.
- El nivel «2» a sub-ensamblaje.
- El nivel «3» a pieza semiterminada.
- El nivel «4» a materia prima.

También se observa que puede haber elementos comunes entre diferentes niveles de estructura de un producto y, por supuesto, entre diferentes productos terminados.

Así, por ejemplo, en el caso anterior vemos que el I es una pieza del componente A y también una pieza del componente Z, ambas a segundo nivel, mientras que el G es una pieza del componente B a tercer nivel y a su vez una pieza del componente Z a segundo

nivel. Esto es un aspecto importante, como veremos oportunamente, ya que nos permite adicionar los diferentes elementos que intervienen en cada fase del proceso productivo.

La lista de materiales, inicialmente desarrollada por el equipo de ingeniería, es importante que esté siempre actualizada para que refleje la estructura real del producto.

5.2.3. Fichero de registros de inventarios

Por otro lado, es necesario conocer de cada componente y artículo su nivel actual de existencias, los pedidos ya realizados pendientes de recibir, la política de pedido para cada uno (stock de seguridad y tipo de lote), así como el tiempo de suministro o fabricación (*lead-time*).

Un ejemplo de registro del fichero de inventarios sería el siguiente:

REGISTRO DEL ARTÍCULO	
Componente	AX - 25
Nivel	3
Lead-time suministro	3 semanas
Tipo de lote	100 unidades
Existencia	15.000
Ped. pend.	2.000

Hay que señalar que en MRP los stocks de seguridad sólo tienen interés en el caso de los artículos finales para prevenir errores de previsión de demanda.

5.2.4. Explosión de necesidades

Se denomina así al proceso de calcular, para cada periodo establecido, la demanda dependiente a nivel ítem o referencia, en función de la demanda independiente (artículos a fabricar), basándose en la lista de materiales, denominada también BOM (*Bill of Materials*) y con ayuda de un procesador del BOM.

Como la demanda dependiente se produce para un artículo que se encuentra en un nivel inferior en el árbol respecto a otro nivel superior, la explosión de necesidades de materiales ha de comenzarse desde el artículo en el nivel 0.

La aplicación de la lista de materiales no sólo se utiliza para el cálculo del MRP, sino que se puede utilizar a través de los llamados procesos **de explosión** o **de implosión** (sistema inverso que nos indica en qué productos se encuentra un determinado *ítem*) para el cálculo de costes de productos, *picking list*, cambios de ingeniería, etc., constituyendo, en todo caso, una herramienta imprescindible para la gestión interna de la fábrica.

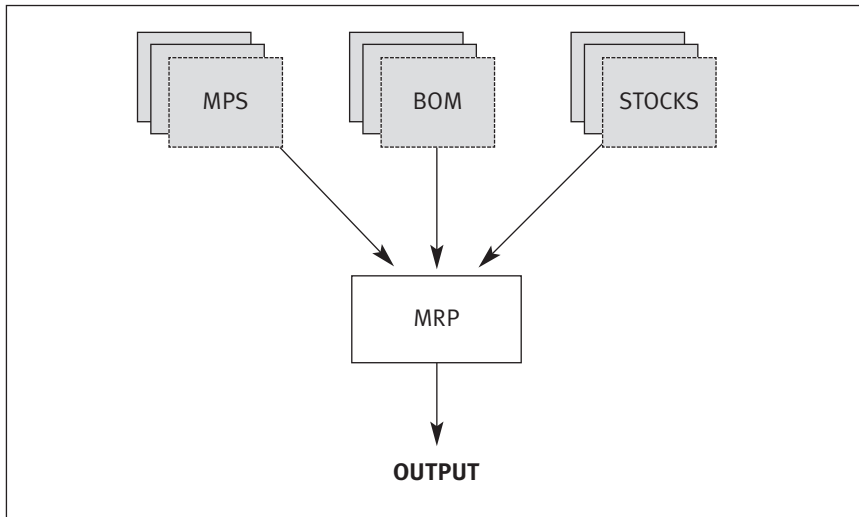
Hoy en día se han desarrollado procesadores del BOM utilizando sistemas de cálculo matricial, para lo cual hay que definir las estructuras de producto en forma de matricial (matrices de Gozinto), en la que a nivel de filas se indican los diferentes ítems asociados a la cantidad necesaria para fabricar un artículo x que figura a nivel de columna.

Eludimos explicar más sobre este método y su complejidad matemática ya que, en todo caso, lo importante es conocer que existen herramientas para el cálculo de las necesidades brutas globales de cada producto en función del programa de producción, así como la posibilidad de investigar a través de los procesos de «implosión» las consecuencias derivadas de un cambio de ingeniería, precio o sustitución de un producto, etcétera.

Una vez calculadas las necesidades brutas, y con objeto de obtener el plan de pedidos, el MRP realiza una serie de operaciones que constituyen lo que denominamos fase de cálculo.

Como resultado de sus cálculos, el MRP ofrecerá un resumen en donde se refleja para cada artículo y componente el momento en que debe lanzarse una orden de pedido o fabricación, así como el tamaño de esta orden.

ESQUEMA GENERAL DEL PROCESO MRP



5.2.5. El sistema MRP II (Manufacturing Resources Planning)

Posteriormente al sistema M.R.P. surge el concepto llamado **MRP II** (*Manufacturing Resources Planning*), el cual gestiona no sólo los materiales, sino la totalidad de

los recursos industriales, incluyendo personal y máquinas, actuando así directamente en la programación de la producción.

Este sistema ya no se limita a ser una mera herramienta auxiliar para el planificador en su labor de gestión de materiales, sino que afecta incluso a la fase de «ejecución y seguimiento de la producción», estableciendo un **control integrado** de todo el proceso de producción y gestión de los materiales.

El MRP II, en definitiva, lo que establece es un proceso iterativo de prueba y error a través del cual se chequea la factibilidad de los planes generales, hasta que se logre uno que no vulnere las restricciones impuestas por la limitación de los recursos.

Este proceso iterativo de búsqueda, junto con un bucle cerrado para el control global del proceso productivo, que permite correcciones y recálculos en modo *online*, confiere a la filosofía MRP II una potencia que la ha hecho atractiva como un paso adelante para numerosas empresas que, evidentemente, ya disponían de un programa MRP instalado y que funcionaba de forma satisfactoria, el cual se ha convertido en el corazón del nuevo sistema.

Otras cualidades que presenta el MRP II son las siguientes:

- Introducción de herramientas de **análisis de contingencias**, o sea, posibilidad de chequear de antemano, mediante simulaciones, cómo respondería la planta industrial ante determinados planes, permitiendo elegir de entre todos ellos el más adecuado y desechando los improcedentes.
- Contemplar otros aspectos relevantes de la gestión empresarial, tales como aspectos de marketing, contables o financieros relativos a la utilización de los materiales, desde el mismo momento de la elaboración del MPS.
- Posibilidad de realizar un control integral que de modo interactivo lleve un plan único y común hasta todos los puestos de la empresa.
- La centralización de la información en una base de datos representa un importante activo intangible que se va a materializar mediante:
 - Eliminación de papeleo.
 - Unidad de criterio en la toma de decisiones.
 - Mejor servicio al cliente.
 - Mejor información de costes.
 - Posibilidad de una más rápida intervención ante desajustes de planes.

Por lo que se refiere a su implementación, prueba fehaciente de su complejidad es el hecho de que, aunque se cuentan por miles las compañías que en todo el mundo disponen de sistemas MRP para el control de los materiales, no son tan numerosas ni mucho menos las que han informado de la instalación con éxito de un sistema MRP II, a pesar de ser cada vez más las ofertas informáticas disponibles en el mercado.

5.2.6. Juicio crítico de los sistemas MRP

En primer lugar tenemos que resaltar que la instalación de un sistema tipo MRP implica unos trabajos preparatorios y una metodología muy estricta que hace que su implementación tenga un plazo medio de entre 12 y 18 meses, así como la necesidad de unos recursos informáticos importantes.

Por otro lado, aunque la lógica del MRP parece simple, en la práctica han surgido diversos problemas que reducen considerablemente su eficacia. Estos problemas se dividen en las siguientes categorías:

- Falta de exactitud en el nivel de existencias.
- Plazos de entrega inexactos.
- Lista de materiales erróneas.
- Deficiencias en el MPS.
- Metodología deficiente.

La exactitud en el nivel de existencias es esencial si queremos obtener un buen rendimiento del sistema MRP; téngase en cuenta que la bondad de los resultados depende de la calidad de los datos de *input* que le hemos suministrado al sistema.

Se dice que los sistemas MRP más perfeccionados tienen una calidad en los registros de stocks del 95% o, lo que es lo mismo, la correspondencia entre el inventario físico y el registrado no debería tener un error superior al 5%, de lo contrario se producirían retrasos en la producción y un nivel de existencias superior al deseado.

En la mayoría de los sistemas de fabricación los plazos de entrega varían drásticamente, incluso bajo las condiciones más favorables.

Los motivos que se dan para estas variaciones son de diferentes tipos, tales como: averías de máquinas, problemas de calidad, escasez de componentes, etc. Estos retrasos crean a su vez problemas de prioridades que los expertos en MRP han tratado de solucionar asignando a los diferentes productos una jerarquía de prioridades basándose en la fecha de entrega y *lead-time* de fabricación, de manera que se actualicen automáticamente a medida que se acerca la fecha de entrega, dando así lugar a un *output* de «prioridades de ejecución», en el cual se indican a nivel de departamento los trabajos más urgentes para realizar.

La lista de materiales o estructura de producto es otro elemento que debe ser exacto, lo cual obliga a problemas de mantenimiento del mismo muy rigurosos; aquí de nuevo se acepta que la exactitud del mismo debe ser como mínimo del 95% (a nivel de subconjunto).

El cuarto factor que produce inexactitudes en el MRP se deriva del propio MPS, el cual debe ser exacto y «realista» en cuanto a la capacidad disponible. Se dice que el MRP es **insensible a la capacidad**, en el sentido de que actúa ciegamente de acuerdo

con el MPS, ya que si éste ha sido sobredimensionado (no hay capacidad suficiente), los problemas se producirán a la hora de lanzar los pedidos a fábrica con el consiguiente retraso y cuellos de botella.

Por último, mencionar que los defectos de metodología se han hecho más patentes cuando se han utilizado instalaciones centralizadas para el mantenimiento y explotación de todo el sistema MRP, debido fundamentalmente a problemas de coordinación y desfase en la actualización de datos.

Actualmente vemos en algunas empresas que los sistemas MRP se utilizan para mantener un control global de la fábrica, mientras que la operativa diaria se obtiene mejor aplicando los conceptos de JIT, que veremos a continuación.

5.3. El concepto de «just in time»

5.3.1. Introducción

El sistema de producción JIT se desarrolla inicialmente por la empresa japonesa Toyota Motor Corporation y ha sido adoptado por numerosas empresas a partir de la década de los 70, ya que constituye un método racional de fabricación, cuyo fin primordial es la eliminación drástica de costes mediante la supresión de todos los elementos innecesarios en el proceso de producción, adoptando una filosofía cimentada básicamente en un **proceso continuo de mejora**, pudiendo decirse que es la respuesta japonesa al enfoque americano del MRP.

Casi todos los enfoques para la gestión de la fabricación se mueven alrededor de algún tipo de paquete de software.

Algunos ejemplos de paquetes de software para la gestión de fabricación son:

- Tecnología de producción optimizada (OPT).
- Planificación de necesidades de materiales (MRP).
- Punto estadístico de pedidos (EOP).

Estos tres enfoques siguen esencialmente el mismo modelo:

- Se recogen datos.
- Se introducen en un paquete informático.
- Los resultados se utilizan como base de acción directiva.

El JIT no funciona de este modo; aunque el análisis de datos forma parte de una instalación JIT normal, este aspecto no se considera primordial.

En lugar de las grandes cantidades de análisis de datos que son normales en los tres enfoques indicados anteriormente, la acción directiva se ocupa de unas fases más fundamentales que garantizan que el trabajo fluya suavemente por el sistema de fabricación.

En definitiva, el JIT no es un paquete de software

Con el JIT la dirección se encargará de crear un entorno correcto para conseguir una operación eficaz de acuerdo a la siguiente segmentación de problemas o niveles de decisión, sobre los cuales se ha de cimentar la gestión de la fábrica.

- Problemas estratégicos

Abarca los aspectos principales y fundamentales que rigen el funcionamiento de la empresa a largo plazo.

- Problemas de naturaleza táctica

Se refiere a las acciones y decisiones que tienen relativamente poco impacto en el funcionamiento de la empresa a medio/largo plazo, pero que sin embargo afectan a la operatoria diaria.

Los enfoques JIT apartan a los directivos de las tomas de decisiones tácticas detalladas y los orientan hacia áreas más estratégicas tales como reducir la gama de productos mediante una mayor estandarización, reducir el tiempo de preparación de máquinas, disminuir los niveles de merma, organización del flujo de productos, etc.

Esto significa que la atención de los directivos y supervisores se dirige hacia aquellas áreas que más se podrían beneficiar de sus esfuerzos y se aparta del tipo de gestión que exige una respuesta instantánea minuto a minuto.

En definitiva, el JIT es una filosofía y no una metodología

Para aplicar el JIT no utilizamos fórmulas complejas. Quedan ya muy lejos las ideas que hay detrás de, por ejemplo, la cantidad de pedido económica que determina el lote «óptimo a pedir». Sustituimos estos enfoques metodológicos tan rígidos por otros mucho más flexibles que no intentan obtener soluciones óptimas a los problemas tácticos a pequeña escala, sino resolver algunos de los problemas fundamentales.

El JIT marca un cambio sustancial que nos aleja de otros enfoques para la gestión de la fabricación. En lugar de comprar un paquete de software y/o utilizar una fórmula para obtener una solución definitiva, el directivo que adopta el enfoque JIT debe examinar y valorar gradualmente los problemas fundamentales de la organización.

La mejor definición de JIT es que se trata de una filosofía que, si se aplica correctamente, penetrará en todas las secciones de la empresa y cambiará el funcionamiento de cada una de ellas.

5.3.2. Objetivos de la filosofía JIT

Los objetivos fundamentales que persigue la filosofía JIT los podemos agrupar en los siguientes puntos:

a) Atacar los problemas fundamentales

Cuando aparecen problemas debemos enfrentarnos a ellos y resolverlos directamente, sin salirnos por la tangente tomando soluciones que no afronten el problema y traten de encubrirlos.

Por ejemplo, un exceso de material en **curso de fabricación** pudiera deberse a una falta de sincronización de la cadena productiva o a paros imprevistos de máquinas por falta de fiabilidad; sin embargo, una decisión típica podría retrasar el lanzamiento de nuevos pedidos para evitar acumular más stocks.

b) Eliminar despilfarros

El segundo objetivo de la filosofía JIT se puede expresar como:

La eliminación de todo lo que no añada valor al producto desde el punto de vista del cliente.

FILOSOFÍA DEL VALOR AÑADIDO

En un sentido amplio, consiste en no efectuar acciones que **NO AÑADAN VALOR** al producto desde el punto de vista del cliente.

Lo que no añade valor = **DESPILFARRO**

Tomemos el caso, por ejemplo, de la inspección y el control de calidad.

El enfoque tradicional es tener inspectores estratégicamente situados para examinar las piezas y si es necesario interceptarlas.

El enfoque JIT consiste en eliminar la necesidad de una fase de inspección independiente, poniendo énfasis en dos imperativos:

- Haciéndolo bien a la primera.
- Conseguir que el operario asuma la responsabilidad de controlar el proceso, llevando a cabo las medidas correctoras que sean necesarias.

El almacenamiento de las existencias es otro ejemplo de actividad ineficiente si tenemos en cuenta que el exceso real de inventario tiene dos vertientes negativas:

- a) Coste directo en términos de capital y gastos de almacén, así como el riesgo de que las existencias se vuelvan obsoletas.
- b) Efecto negativo inducido, ya que las **existencias ocultan los problemas**.

Eliminar todas las actividades que no añadan valor al producto reduce costes, mejora calidad, reduce los plazos de fabricación y aumenta el nivel de servicio a los clientes.

Eliminar despilfarros implica mucho más que un solo esfuerzo, requiere una lucha continua para aumentar gradualmente la eficiencia de la organización y exige la colaboración de una gran parte de la plantilla de la empresa.

Si queremos que la política sea eficaz, no se puede dejar en manos de un «comité para la eliminación de despilfarros», sino que tiene que llegar a todos los rincones de las operaciones de la empresa.

Las empresas que han obtenido los mejores resultados utilizando esta filosofía de eliminación de despilfarros, normalmente:

- No lo han considerado el único criterio.
- Han movilizado a los empleados para aplicar a fondo la filosofía.

Si se quieren eliminar los despilfarros de una forma eficaz, el programa debe implicar una participación total de la mayor parte de los empleados. Ello significa que hay que cambiar el enfoque tradicional de decirle a cada empleado exactamente lo que hay que hacer, ya que la filosofía JIT pone mucho énfasis en la necesidad de respetar la experiencia y opinión de los trabajadores e incluir sus aportaciones cuando se formulen planes y se hagan funcionar las instalaciones.

Sólo de esta forma podremos utilizar al máximo la experiencia y la pericia de todos los empleados.

c) Búsqueda de la simplicidad

Los enfoques de la gestión de la fabricación que estaban de moda durante los años setenta y principios de los ochenta se basaban en la premisa de que la complejidad era inevitable.

El JIT pone mucho énfasis en la búsqueda de la simplicidad, basándose en el hecho de que es muy probable que los enfoques simples conlleven una gestión más eficaz.

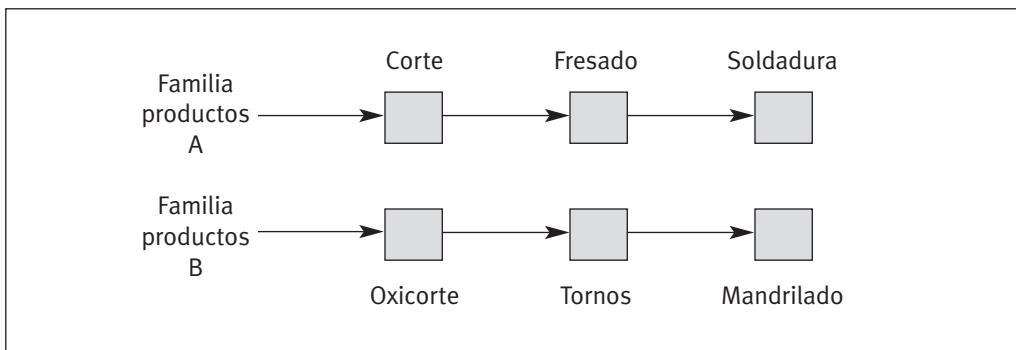
El primer tramo del camino hacia la simplicidad cubre dos zonas:

- Flujo de material

En este aspecto lo que se pretende es eliminar las rutas complejas y buscar líneas de flujo más directas, si es posible unidireccionales.

El método principal para conseguir un flujo simple de material en una fábrica es agrupar los productos en familias, utilizando las ideas que hay detrás de la tecnología de grupos y reorganizando los procesos de modo que cada familia de productos se fabrique en una línea de flujo. De esta forma los elementos de cada familia de productos pueden pasar de un proceso a otro más fácilmente, ya que los procesos están situados en forma adyacente. Probablemente se reducirá así la cantidad de productos en curso, así como el plazo de fabricación.

DISPOSICIÓN DE PRODUCTOS UTILIZANDO LÍNEAS DE FLUJO



Con estas pequeñas líneas de flujo ya colocadas, surgen también otras ventajas:

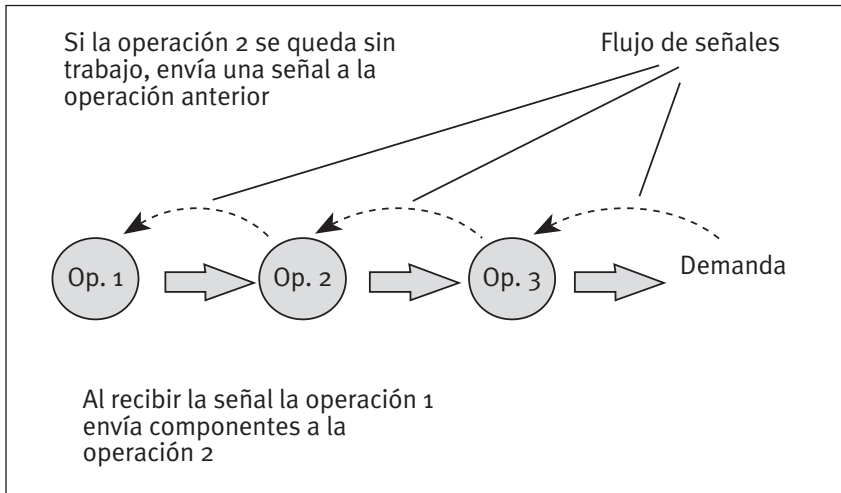
- La gestión resulta mucho más fácil.
- La calidad tiende a mejorar.
- Puede haber un subjefe responsable por cada línea de flujo.

d) Control de procesos

Se instalan complejos sistemas de control para informar de cambios, cuellos de botella, etc., y así poder tomar medidas correctoras.

El enfoque JIT utiliza el sistema de arrastre KANBAN, en el que, cuando finaliza el trabajo de la última operación, se envía una señal a la operación anterior para comunicarle que debe fabricar más artículos; cuando este proceso se queda sin trabajo, envía la señal a su predecesor, etc.

SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN



De esta forma se arrastra el trabajo a través de la fábrica. Si no se saca trabajo de la operación final, no se envían señales a las operaciones precedentes y, por tanto, no trabajan.

Esta es la principal diferencia con respecto a los enfoques anteriores de control de materiales. Si disminuye la demanda, el personal y la maquinaria no producen artículos.

Los defensores del JIT sugieren que realicen otras tareas tales como limpiar la maquinaria, hacer ajuste y comprobar si requieren mantenimiento, etc.

El enfoque JIT asegura que la producción no exceda de las necesidades inmediatas, reduciendo así el producto en curso y los niveles de existencias, al mismo tiempo que disminuye los plazos de fabricación, y el tiempo que, de otra forma, sería improductivo se invierte en eliminar las fuentes de futuros problemas mediante un programa de mantenimiento preventivo.

Las principales ventajas que se pueden obtener del uso de los sistemas JIT tipo arrastre/KANBAN son las siguientes:

- Reducción de la cantidad de productos en curso.
- Reducción de los niveles de existencias.
- Reducción de los plazos de fabricación.
- Reducción gradual de la cantidad de productos en curso.
- Identificación de las zonas que crean cuellos de botella.
- Identificación de los problemas de calidad.
- Gestión más simple.

e) Establecer sistemas para identificar problemas

Con el JIT cualquier sistema que identifique los problemas se considera beneficioso, y cualquier sistema que los enmascare, perjudicial.

Los sistemas de arrastre Kanban identifican los problemas y, por tanto, son beneficiosos; los enfoques anteriores tendían a ocultar los problemas fundamentales y de esta forma a retrasar o impedir la solución.

La mayoría de los sistemas de fabricación tienen además otros problemas típicos:

- Proveedores poco fiables.
- Falta de calidad.
- Procesos con cuellos de botella, etc.

Los sistemas diseñados con la aplicación JIT deben pensarse de manera que accionen algún tipo de aviso cuando surja un problema.

El objetivo no es sólo disminuir la cantidad de productos en curso y los plazos de fabricación, sino también identificar los problemas lo antes posible para obligar a los directivos a tomar medidas correctoras.

Para identificar el problema de forma adecuada, un directivo debería estar dispuesto a pagar el precio en forma de pequeños contratiempos.

Si realmente queremos aplicar JIT en serio, tenemos que hacer dos cosas:

- Establecer mecanismos para identificar los problemas.
- Estar dispuesto a admitir una reducción de la eficiencia a corto plazo con el fin de obtener una ventaja a largo plazo.

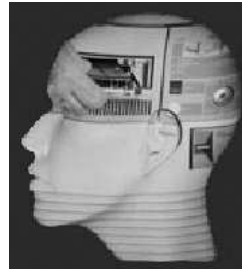
COSTES DE CALIDAD

<u>Defecto detectado</u>		<u>Impacto para la empresa</u>
En el proceso		Muy poco
Próximo proceso		Retraso
Final de línea		Re-ejecutar Re-programar
Inspección final		Re-ejecución importante Retraso en entrega Inspección adicional
En manos del cliente		Coste de garantía Coste administrativo Reputación/perd. mercado

Una ventaja de los sistemas de arrastre que ya se ha indicado es que pueden reducir gradualmente la cantidad de productos en curso y los plazos de fabricación.

EL JIT ES UNA FILOSOFÍA

- **Atacar los problemas fundamentales:**
 - **Estratégicos.**
 - **Tácticos.**
- **Eliminar despilfarros.**
- **Buscar la simplicidad.**
- **Sistemas para identificar problemas.**



5.4. El *lean manufacturing*

El concepto de flexibilidad es algo que está siempre en el debate industrial refiriéndose a diferentes aspectos. Así, por ejemplo, ahora que el mundo industrializado pasa por una época de crisis, se alude con frecuencia al concepto de flexibilizar la mano de obra, o en otras palabras, dar mayor facilidad a las empresas para poder adaptar la mano de obra directa requerida a las necesidades del mercado, cosa que evidentemente choca frontalmente con las políticas proteccionistas y sindicales del mercado laboral. Ahora bien, esto sólo es una de las cuestiones requeridas para conseguir la máxima flexibilidad industrial; digamos que es condición necesaria pero no suficiente. Para entender mejor la importancia de este concepto de flexibilidad, vamos a partir de un ejemplo sencillo:

Supongamos que hay dos fábricas (A y B) que producen los mismos artículos, por ejemplo lavadoras. Si preguntamos al director de fábrica A, que trabaja con sistemas convencionales de producción, algo así como: ¿cuánto tiempo tardarían ustedes si quisieran sustituir ahora el modelo que actualmente está en la cadena de producción por otro producto diferente?

Posiblemente nos contestaría algo similar a lo siguiente: «Pues... estimo unos diez días, ya que tengo primero que terminar la orden que está en curso, después adaptar la cadena de producción para el nuevo producto, adiestrar al personal a los cambios previstos, aprovisionarme de los componentes específicos del nuevo modelo, pruebas de calidad, etc.».

Si hacemos la misma pregunta al director de la fábrica B, que produce artículos similares, y nos contestase de la siguiente manera: «Mire, nosotros podemos sustituir un tipo de producto por otro en la cadena de producción en cuestión de tres días», no cabe duda que la fábrica B es mucho más flexible que la primera.

¿Cuál es el secreto? Sin lugar a dudas el que la segunda entró en un proceso de mejora continua, reduciendo tiempos de preparación de máquinas (*set-up*), consiguiendo personal polivalente, alto grado de comunalidad de componentes en sus productos, abastecimiento rápido de proveedores, flujos tensos de producción, cero defectos en los procesos, etcétera, etcétera. En definitiva, es una fábrica con conceptos vanguardistas de logística de producción.

A finales de 1990 J.P. Womack y D.T. Jones documentaron el sistema de producción de Toyota en su libro «*The machine that changed the world*», al que titularon *lean manufacturing*.

La palabra *lean* es de origen inglés, y se podría traducir como magro o esbelto, pero que aplicado a la actividad industrial significa ágil y flexible, o sea, capaz de adaptarse de forma inmediata a las necesidades de los clientes. De aquí el que hayan surgido otros conceptos tales como *lean production*, *lean logistics*, etc.

El sistema *lean manufacturing* está basado, por lo tanto, en el sistema de producción de la conocida empresa automovilística Toyota.

La adopción de una filosofía integral de *lean manufacturing* en todos los aspectos de la empresa es un camino más que un objetivo en sí. Esta filosofía requiere un control continuo y mejoras graduales de la **productividad de los procesos**, de la **calidad** de los productos fabricados para conseguir la máxima satisfacción del cliente; su filosofía trasciende de la planta de fabricación, implicando a todas las relaciones con proveedores, clientes, empresas de logísticas y, en general, cualquier *partner* dentro de la cadena logística.

Por lo tanto, el *lean manufacturing*, también denominado **producción ajustada**, se basa en un proceso productivo de máxima flexibilidad, formado por fases de fabricación sincronizadas y enlazadas mediante una logística interna, con requisitos de relación interna cliente-proveedor, que define un flujo tenso utilizando los almacenes como elementos de equilibrio, con mínimo coste y tiempo de maduración (*lead-time*).

La aplicación sistemática de los enfoques de *lean production* ha supuesto un gran éxito en diferentes empresas, evaluado en los siguientes términos:

- Grandes aumentos de la productividad en un promedio del 300%.
- Alta rotación de inventarios, entre el 85 y 95%.
- Reducción de personal directo, plazos de fabricación.
- Mejora de la calidad de productos.

Y, en general, una mejora competitiva en el mercado, siendo útil en cualquier empresa de producción.

Capítulo 6

Consideraciones logísticas de la distribución comercial

- 6.1. El servicio al cliente.
- 6.2. Cómo optimizar el grado de servicio.
- 6.3. Estrategias de servicio.
- 6.4. Modelos de distribución comercial.
- 6.5. Elección del modelo de distribución.
- 6.6. Puntos de stocks requeridos.
- 6.7. Localización física de almacenes.
- 6.8. Recursos a emplear.
- 6.9. Planificación rutas de reparto.
- 6.10. Logística inversa.

6.1. El servicio al cliente

La búsqueda de ventajas competitivas no tendría sentido si no se basase en un empeño permanente de la empresa en satisfacer plenamente las necesidades planteadas por sus clientes o, en otras palabras, dar el servicio que el mercado requiere; o como se dice habitualmente, conseguir la **EXCELENCIA DEL SERVICIO**.

El servicio al cliente en un sentido amplio constituye todo el conjunto de acciones necesarias para que el cliente reciba:

- Información adecuada.
- El producto deseado.
- Calidad esperada.
- Plazo de entrega mínimo.
- Condiciones de venta aceptables.
- Garantía comercial del producto vendido.
- Servicio de posventa eficaz y barato, etc.

Sin embargo, desde un punto de vista logístico, nos vamos a referir fundamentalmente al concepto de «excelencia del servicio» tal y como el cliente nos exige en un mercado competitivo, como representamos en el esquema siguiente.

LA EXCELENCIA DEL SERVICIO

	– Fiabilidad de entregas. – Rapidez de envíos. – Información de pedidos. – Flexibilidad ante necesidades del cliente. – Calidad de entregas. – No stock out. – Pedidos urgentes.
---	---

En logística, nos vamos a centrar fundamentalmente en tres parámetros, debido a la importancia que tienen para el control y gestión del flujo de materiales; así tenemos:

- a) El grado de disponibilidad de stocks (serviciabilidad).
- b) Plazo de entrega (ciclo de suministro).
- c) Fiabilidad en el plazo de suministros.

a) El grado de disponibilidad o GRADO DE SERVICIO (GS) significa la probabilidad de que un pedido pueda ser servido íntegramente de forma **inmediata** a partir del stock comercial «disponible» para la venta; por lo cual, podríamos definirlo con:

GS = Probabilidad de entrega inmediata del producto desde almacén.

Matemáticamente se ajustaría a la siguiente fórmula:

$$\% \text{ GRADO DE SERVICIO (GS)} = \text{Demanda atendida/demanda aprobada} \times 100$$

Sin embargo, para comprender bien el significado de esta fórmula tenemos necesariamente que hacer una serie de matizaciones, así:

Entendemos por **demanda aprobada** el volumen total de unidades pedidas por nuestros clientes en un periodo determinado, con relación a un artículo o referencia comercial, y cuya entrega ha sido aprobada por el departamento financiero-administrativo de la empresa (**control de créditos**).

Téngase en cuenta que en la venta a crédito no estamos dispuestos a entregar todo lo que nos piden los clientes por razones crediticias o de riesgo.

EJEMPLO

Si para un artículo concreto recibimos un volumen de pedidos equivalente a 150 unidades, pero el departamento de créditos, por razones de solvencia de sus clientes, no acepta entregarles más de 100 unidades, entonces la «demanda aprobada» será igual a 100 y no 150; por otro lado, si en el momento de despachar el pedido, el almacén sólo dispone de 90 unidades para entregarle (demanda atendida), el GS será del 90% $(90/100) \times 100$.

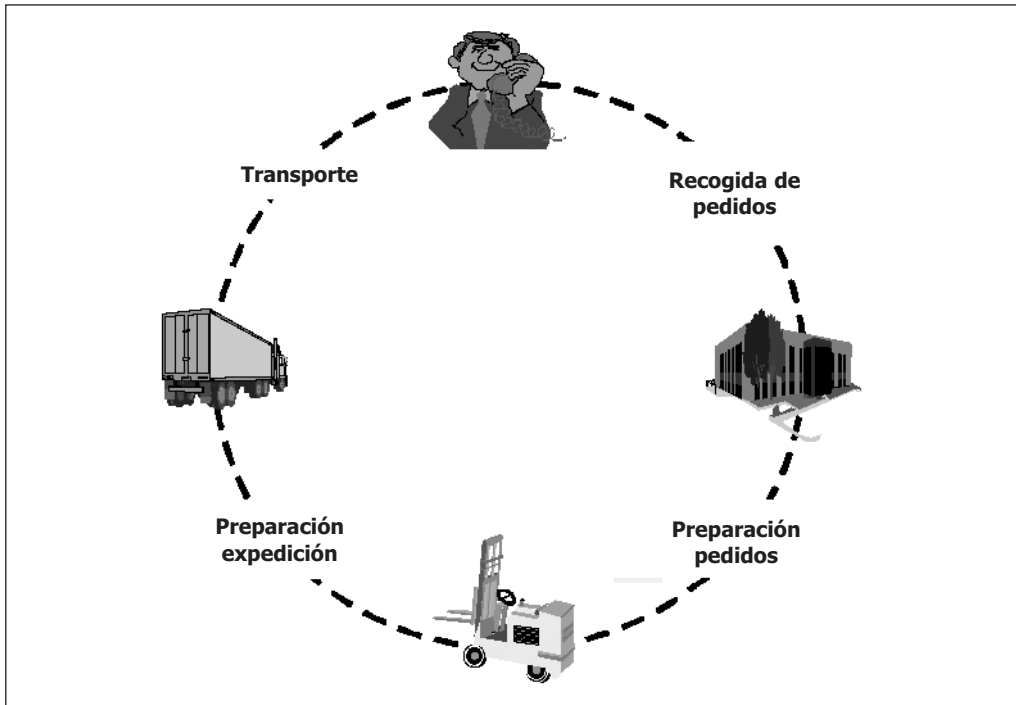
También conviene distinguir el concepto de **stock comercial disponible**, ya que éste representa la diferencia entre el stock físico existente y todo aquello que no esté disponible para la venta (stock comprometido, consignación, productos obsoletos, averiados, etc.).

Resumiendo, podemos decir que:

El GS es el % de la demanda aprobada que puede entregarse inmediatamente a partir del stock comercial disponible.

b) El **PLAZO DE ENTREGA** o **ciclo de suministro** representa el tiempo invertido desde que el cliente solicita un pedido hasta que éste está físicamente en su poder.

CICLO DE RESPUESTA AL CLIENTE



Dicho ciclo comprende una serie de segmentos de tiempo en torno a los cuales la logística debe incidir para conseguir una máxima rapidez del proceso; así, por ejemplo, podríamos distinguir entre:

- Recogida del pedido, o sea, el tiempo que media desde que el cliente lo solicita hasta que aquel se recibe en la oficina comercial correspondiente.
- Tramitación burocrática del pedido: proceso relacionado con el control de créditos, consulta de disponibilidad de stocks, confección de los albaranes y documentos de expedición hasta situar éstos en el almacén de despacho.
- Tramitación en el almacén, o sea, recogida del producto, embalaje, etiquetado y control hasta situar el pedido en el muelle de expedición pendiente de transporte.
- Transporte, que implica la carga de camiones, tiempo en ruta y descarga del producto en el almacén o punto de destino de la mercancía.

Para cada uno de estos segmentos existe una serie de tecnologías tendentes a reducir los tiempos invertidos en los mismos (*lead-times*), así como su fiabilidad; entre otros, podemos mencionar los siguientes:

- Terminales portátiles para recogida de pedidos, transmisión vía telefónica, procesos en tiempo real para consulta de disponibilidad y gestión de pedidos, etc.
- Automatización de almacenes, procesos de *picking* robotizados o asistidos por computadora, etc.
- La gestión de transporte, programación de rutas, optimización de cargas de camiones, etc., deben hacerse con antelación al momento de la carga física de camiones. A este respecto, merece mencionar que hoy en día existen técnicas específicas para conseguir una carga rápida de camiones mediante sistemas de tracción motorizados o neumáticos, reduciendo así dichos tiempos en más de un 80%.

c) Por último, la **fiabilidad** representa el grado de cumplimiento de una fecha prometida. Lógicamente no es lo mismo un plazo de entrega de 10 días con una fiabilidad de más-menos 2 días, que un plazo de 7 días con una fiabilidad de más-menos 5 días, debido a los efectos psicológicos del retraso.

Cabe preguntarse cuál de estos tres factores que hemos mencionado es el más importante desde un punto de vista comercial.

- Entrega completa del pedido (disponibilidad).
- Plazo de entrega del producto (rapidez).
- Fiabilidad (cumplimiento fechas).

Encuestas realizadas a nivel europeo, así como unos estudios efectuados posteriormente en España, demuestran que para «artículos de consumo» la preferencia, tanto de detallistas como de almacenistas, se centra fundamentalmente en la fiabilidad de entregas, seguido de la rapidez y disponibilidad del producto; esto tiene cierta lógica si se tiene en cuenta, como demostraremos oportunamente, que estos dos factores son los que condicionan más la gestión de los inventarios.

Por último, hemos de señalar que estos indicadores de servicio hay que definirlos a nivel de ítem o referencia comercial o en su caso familia de productos, no debiéndose generalizar por igual para toda la gama de productos que tiene una empresa, ni para todos los clientes, canales de venta o segmentos de mercado.

6.2. Cómo optimizar el grado de servicio

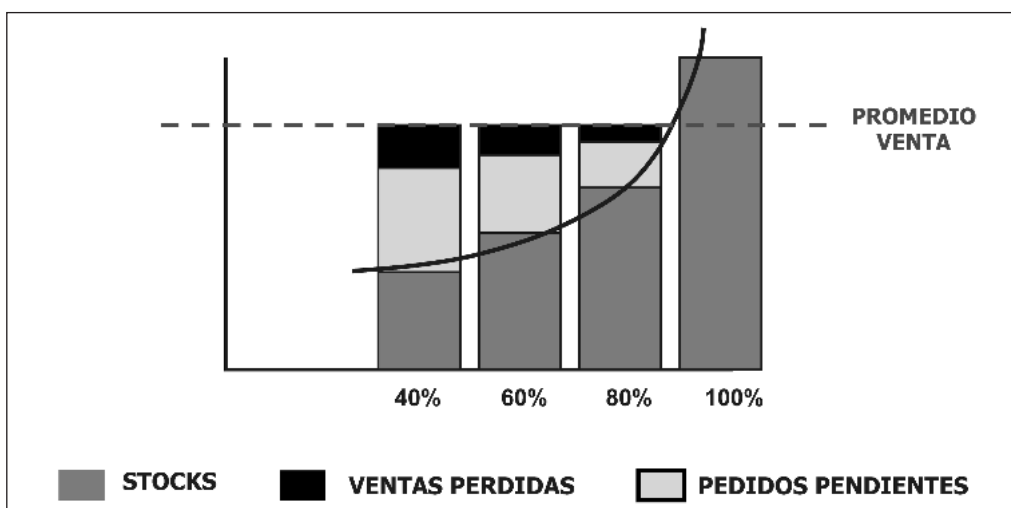
En el presente párrafo trataremos de dar respuesta a cómo calcular el grado óptimo de servicio, en el aspecto de disponibilidad, con que una empresa debería trabajar para cada una de sus líneas de productos.

Cuando de un pedido se satisface, por ejemplo, solamente el 85% del mismo, significa que hay un 15% de venta que se pierde, salvo que éste quede en situación de «pedido pendiente» a entregar a posteriori.

Sin embargo, aun en el mejor de los casos, en que el mercado acepte una política de pedidos pendientes, siempre habrá un porcentaje de la cartera de pedidos que se cancela debido a un retraso excesivo en la entrega de los mismos; debiéndose, por tanto, aceptar que, excepto en el caso de un servicio del 100%, siempre habrá un cierto porcentaje de ventas que se pierde.

Está claro que un grado de servicio del 100% necesita un nivel de stock superior a la venta media (ya que tiene que absorber todas las variaciones que se produzcan superior a la media), mientras que un servicio inferior al 100%, siempre conlleva una pérdida potencial de ventas, tal y como se ilustra en el gráfico siguiente:

GRADO DE DISPONIBILIDAD DE STOCKS



Desde un punto de vista económico, nos encontramos con la siguiente situación:

A mayor nivel de servicio, obviamente, los niveles de stocks crecen, lo que representa un coste para la empresa, debido fundamentalmente a tres factores:

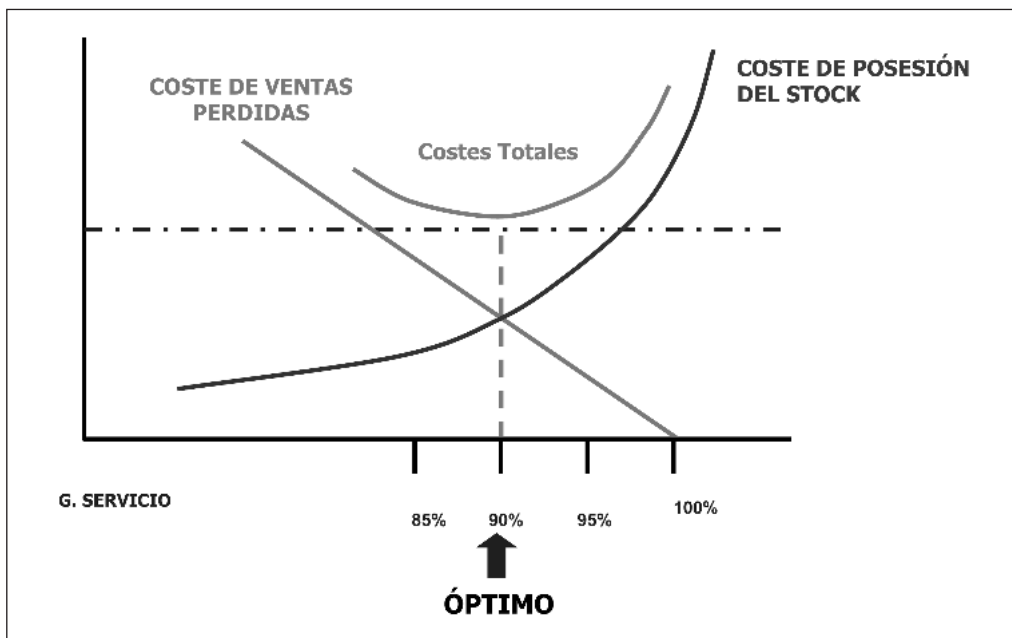
- Intereses del capital invertido en los stocks, ya que éstos representan un capital cautivo para la empresa (costes de oportunidad).
- Costes debidos al riesgo de los inventarios (obsolescencia y seguros).
- Costes derivados del espacio ocupado y manipulación de los productos almacenados.

En la figura siguiente se representa el coste derivado del mantenimiento de los stocks (costes de posesión).

Obsérvese que tiene un sentido ascendente muy pronunciado en la medida en que nos acercamos a los niveles próximos al 100% de grado de servicio.

- Por otro lado, la venta perdida representa también un coste para la empresa (lucro cesante), cuya cuantía se evalúa calculando el denominado **margen de contribución**, que es equivalente al **precio de venta neto del producto, menos todos los gastos directos variables** que se hubiesen generado en la empresa, caso de existir el producto en el almacén.

OPTIMIZACIÓN DEL SERVICIO



El coste de la venta perdida representa el beneficio neto que la empresa deja de percibir como consecuencia de no entregar la mercancía; matemáticamente representa una función lineal con coste cero, cuando el grado de servicio es del 100%, y con un coste ascendente en la medida en que disminuye el referido grado de servicio.

El grado de servicio óptimo estaría representado por la intersección de ambas líneas (punto de indiferencia), que matemáticamente corresponde al mínimo de la función de costes totales.

Obsérvese que la función de costes totales es suficientemente plana como para permitirnos hablar de un servicio «entorno al óptimo», sin necesidad de incurrir en costes marginales significativos.

El nivel de stock que soporta el grado de servicio óptimo es lo que se denomina «stock normativo», cuyo concepto y contenido desarrollaremos ampliamente en el capítulo correspondiente; sin embargo, llegados a este punto, conviene hacer las siguientes reflexiones:

- 1.º ¿Quién es responsable de calcular y decidir el grado de servicio que la empresa debe ofrecer?
- 2.º ¿Cómo mejorar el índice de disponibilidad de stocks sin incurrir en costes adicionales?

Desde luego, marketing es el responsable de decidir con qué grado de servicio debe operar para cada uno de los diferentes productos con que trabaja; sin embargo, el responsable de logística debe aportarle el apoyo técnico necesario para indicarle cuál es el GS óptimo, así como la información adicional necesaria sobre el coste marginal en que incurre la empresa como consecuencia de operar con un stock por encima o por debajo del normativo.

Hemos de tener en cuenta que si el GS óptimo representa un ideal desde el punto de vista económico, sin embargo, razones de estrategia comercial pueden aconsejar el trabajar con un índice de disponibilidad superior al normativo; lo importante es, en todo caso, el que los responsables comerciales sean conscientes del coste adicional en el que incurre la empresa como consecuencia de sus decisiones.

Está claro que el GS óptimo es una consecuencia de la estructura de costes de la empresa, así como del % de pedidos que se pretenda satisfacer con el stock comercial disponible; por tanto, cualquier intervención que hagamos para modificar esta estructura de costes como, por ejemplo, racionalización de almacenes, incremento del índice de rotación de stocks, hacer eficientes los procesos de almacenaje y manipulación de productos, etc., supondría el que la curva de costes de mantenimiento de stocks sería más baja, y en consecuencia a igualdad de condiciones se podría dar mayor grado de servicio, con los costes totales mínimos.

Este efecto se visualiza en el gráfico anterior imaginando una nueva línea discontinua de «coste de posesión de stocks» más baja. La importancia de este punto es tal que constituye uno de los *trade-offs* básicos en logística integral y su contenido se desarrolla más ampliamente en el capítulo correspondiente de cómo fijar el stock normativo.

6.3. Estrategia de servicio

Toda empresa debería fijar una estrategia de servicio con objeto de encontrar mejoras competitivas con respecto al mercado, y en este sentido no sólo nos referimos al grado de disponibilidad de stocks, sino también a todos los otros elementos que configuran el grado de satisfacción del cliente, tales como rapidez de envíos, fiabilidad, información, etc.

Como punto de partida, la empresa debe ser consciente del tipo de servicio que está dando, para lo cual deberá establecer un procedimiento interno y sistemático de mediciones, para poder conocer con qué parámetros estamos operando.

Sin embargo, hay que tener en cuenta que una cosa es el comportamiento interno de la empresa (*performance* medido), y otra el servicio tal y como lo perciben nues-

tros clientes, por lo cual siempre es recomendable recurrir a la opinión de los mismos mediante formularios debidamente estructurados que nos den una repuesta clara a las preguntas formuladas con relación a nuestro comportamiento.

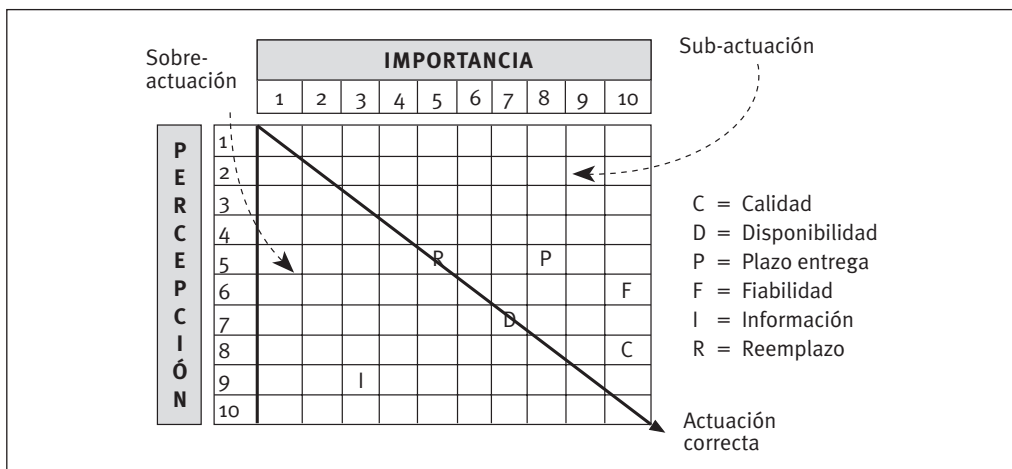
Una encuesta de opinión debería tener en cuenta los siguientes factores:

- 1.º Una segmentación del mercado, bien sea de tipo geográfico, canales de distribución o tipos de clientes.
- 2.º Una evaluación ponderada de los diferentes factores que influyen en el servicio prestado, identificando y posicionando los elementos clave.
- 3.º Agrupar los elementos comunes y dispares.
- 4.º Establecer estándares específicos para cada uno de los elementos clave a diferentes niveles funcionales con los correspondientes «indicadores de gestión» para su control.

Para analizar el servicio desde el punto de vista del mercado, con frecuencia se utiliza un diagrama de los llamados de «percepción-importancia», en los cuales se les pide a los clientes que nos hagan un ranking de la importancia relativa que para ellos tiene cada uno de los diferentes aspectos del servicio enumerados, asignándoles un valor correspondiente, por ejemplo de 1 a 10; a su vez, se les pide que den una valoración al servicio que nosotros concretamente les ofrecemos, tal y como ellos lo perciben, de tal forma que al final, tabulando los diferentes datos recibidos en términos de promedio, confeccionaríamos un gráfico semejante al siguiente.

Obsérvese que los datos que están por encima de la línea diagonal implican un comportamiento por debajo de lo exigido por los clientes (sub-actuación), mientras que los conceptos que están por debajo de la referida diagonal implican una sobre-actuación. Así por ejemplo en este caso, al servicio de información nuestro que reciben le dan un valor de 9, mientras que en términos relativos lo valoran con una puntuación de 3.

MATRIZ PERCEPCIÓN-IMPORTANCIA



La empresa debe asumir que todo grado de servicio implica un nivel de costes, tanto a nivel de inventarios como de los diferentes medios tecnológicos utilizados para satisfacer al cliente.

Mejorar el grado de servicio, normalmente se traduce en un incremento del nivel de costes, justificables en términos de mejoras competitivas y de imagen de la empresa, lo que a la larga supone un incremento de las ventas, beneficios y por supuesto una mayor participación en el mercado.

El objetivo debe ser el conseguir un balance satisfactorio entre los beneficios esperados y los costes incurridos.

Comoquiera que en la práctica no es fácil evaluar esta situación, se suele seguir el siguiente procedimiento:

- 1.º Evaluar el nivel de servicio que requiere la empresa y las acciones que se han de llevar a cabo para conseguirlo.
- 2.º Evaluar las pérdidas potenciales por no tener el servicio previsto.
- 3.º Minimizar los costes con el servicio actual haciendo eficiente en lo posible los procesos productivos y de distribución existentes, hasta el punto en que no es posible una reducción mayor sin detrimento del servicio prestado.
- 4.º A partir de ese punto, establecer un plan de mejora del servicio, con los presupuestos adicionales necesarios para cubrir cada uno de los objetivos propuestos.

6.4. Modelos de distribución comercial

6.4.1. Concepto

Un modelo de distribución comercial representa, desde un punto de vista logístico, la infraestructura física de la que dispone la empresa para situar sus productos en el mercado.

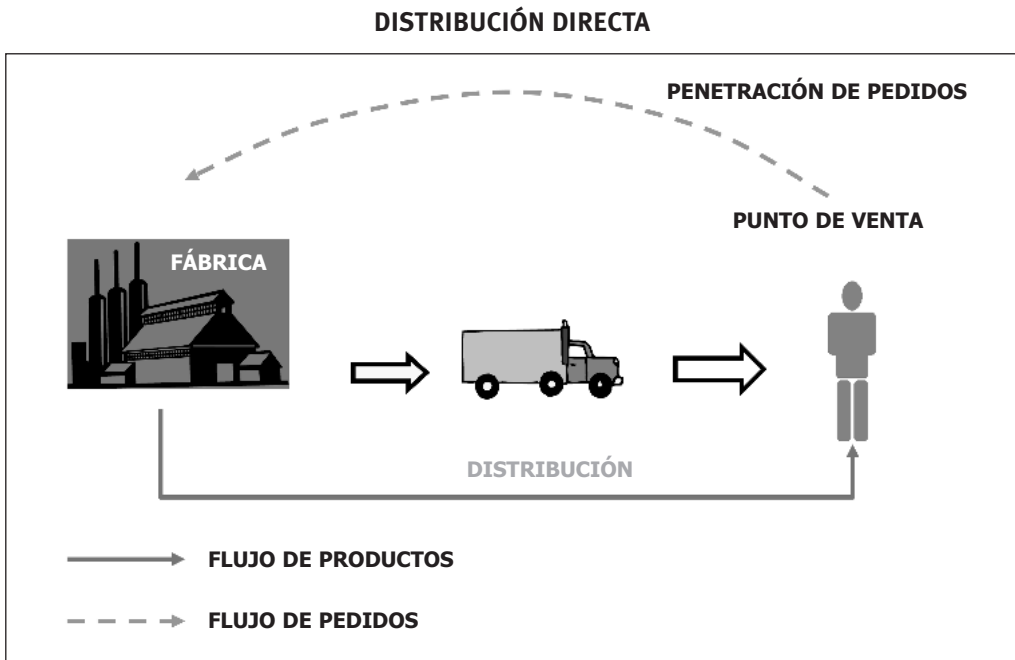
La complejidad del modelo de distribución dependerá necesariamente de la naturaleza del negocio, de las características del mercado, del servicio que nos propongamos dar al cliente y, por supuesto, de los condicionantes geográficos e industriales en que nos desenvolvemos; no obstante, a efectos puramente didácticos podremos agruparlos básicamente en cinco modelos típicos de distribución, cuyo contenido explicamos a continuación.

- Distribución directa desde fábrica.
- Distribución escalonada.
- Distribución vía plataformas de carga-descarga.
- Distribución directa desde almacén central.
- Distribución desde planta de distribución.

6.4.2. Distribución directa desde fábrica

Este modelo supone la entrega directa del producto desde el fabricante al consumidor. Típicamente se utiliza en empresas que fabrican sobre pedido, como ocurre con los llamados «artículos profesionales» y en general con todos aquellos cuyo diseño y/o fabricación se hace de encargo.

Desde el punto de vista logístico, es una situación ideal en tanto que se evita el mantener una infraestructura de almacenaje, así como las inversiones en stocks correspondientes; sin embargo, desde un punto de vista industrial se requiere un esfuerzo especial para flexibilizar al máximo la fabricación y conseguir unos tiempos cortos y fiables de respuesta al cliente.



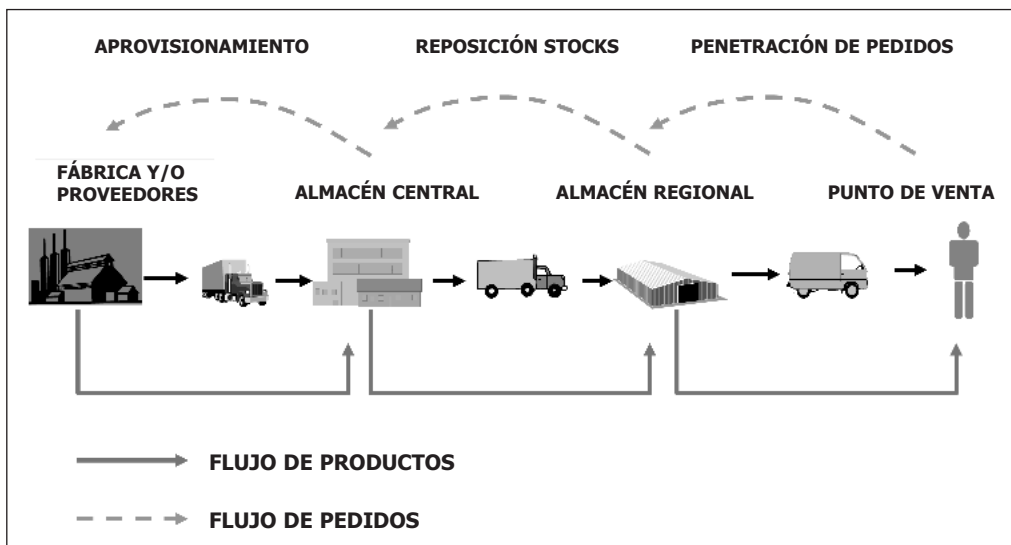
6.4.3. Distribución escalonada

Este modelo está basado en la existencia de uno o varios almacenes centrales (reguladores), que reciben la producción directamente desde las fábricas o proveedores, y que posteriormente entregan a unos almacenes regionales, desde donde se efectúa en su momento la distribución final al punto de venta.

El objetivo de estos modelos tradicionales no es otro que el aproximar el producto (stocks regionales) a los puntos de consumo, con objeto de facilitar una rápida entrega

de los mismos a los canales de ventas correspondientes. Como contrapartida, está obviamente la necesidad de mantener una infraestructura costosa de almacenes centrales y periféricos, con las consiguientes duplicidades del stock de seguridad y aumento del coste global de distribución.

DISTRIBUCIÓN ESCALONADA



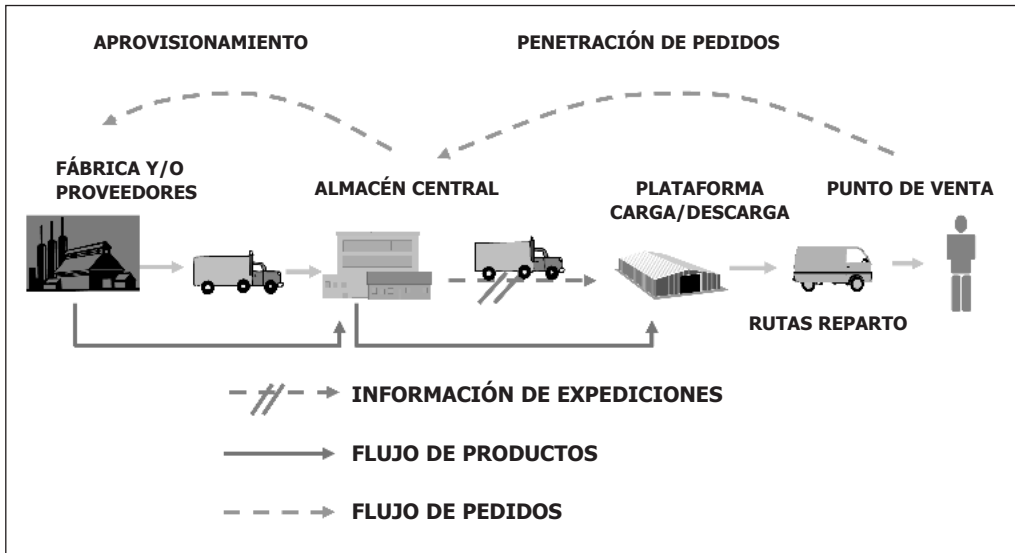
En este modelo, los pedidos de los clientes se reciben directamente en los almacenes regionales, desde donde se prepara la expedición de los mismos. A su vez, los almacenes regionales se aprovisionan del stock desde los almacenes centrales, a través de uno de los sistemas de reposición que oportunamente estudiaremos.

6.4.4. Distribución vía plataforma carga-descarga

Este modelo elimina el concepto de almacenes regionales y lo sustituye por unas plataformas de carga/descarga (*depots*), en las cuales no existe el concepto de stock almacenado, sino que son meras unidades de tránsito en donde las mercancías se reciben ya empaquetadas con destino al punto de venta.

Normalmente, en el *depot* se encarga únicamente de una agrupación final de productos para su entrega rápida al punto de destino; en otros casos hacen algunas operaciones previas tales como empaquetado final, etiquetaje, albaranes, etc., todo dependiendo de la organización del proceso distributivo; con frecuencia también se utilizan como punto de recogida de las devoluciones para facilitar un retorno conjunto y más económico al almacén central.

DISTRIBUCIÓN VÍA PLATAFORMA



En todo caso, el punto más importante de este concepto es que las mercancías permanecen en el *depot* un tiempo medido en términos de horas, por lo que no existe almacenamiento de productos en el sentido de inventarios anticipados, sino lo que se conoce con el término de *cross-docking*.

Normalmente, los pedidos se reciben en el almacén central, desde donde se preparan ya en forma primaria las expediciones con destino al punto de venta.

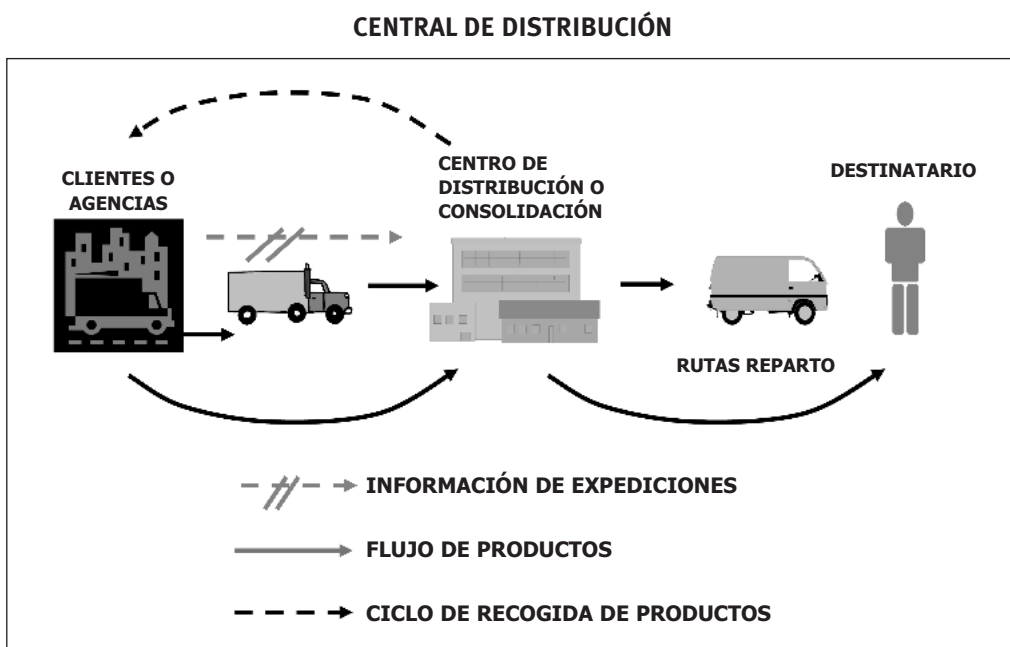
Los *depots* reciben a su vez información anticipada (vía teleproceso) de los pedidos que van a recibir y sus destinos, hojas de ruta, etc., con objeto de preparar de antemano su distribución final.

6.4.5. Distribución directa desde almacén central

Está basado en la posibilidad de distribuir directamente desde un almacén central a la red de distribuidores o concesionarios; este modelo representa un ahorro sustancial en la infraestructura de distribución al carecer de almacenes periféricos; sin embargo, sólo será posible cuando no vaya en detrimento del grado de servicio y el coste del transporte lo permita. Con frecuencia, este sistema va ligado a una subcontratación del transporte con agencias especializadas. Obviamente, son típicos de las empresas que tienen sólo un mercado local o regional, si bien también se dan las llamadas **centrales de distribución** de empresas multinacionales, que abastecen directamente desde un punto central a diferentes organizaciones nacionales situadas en países diferentes.

6.4.6. Planta de distribución

Este sistema está basado en la creación de un centro de distribución que recoge los pedidos desde una amplia red de suministradores o proveedores para a su vez distribuirlos directamente a los puntos de venta o entrega de la mercancía. Este modelo se está generalizando cada vez más, sobre todo en empresas cuyo objetivo fundamental es la distribución puntual de productos, tales como distribuidoras editoriales, servicios courier o de paquetería exprés, etc., siendo cada vez más utilizado por los llamados «operadores logísticos».



Una planta de distribución implica un servicio ágil de recogida de pedidos, preparación de expediciones y programación de la distribución, y supone a su vez un valor añadido importante para el cliente, como suministros inmediatos, respuestas rápidas, manipulaciones especiales del producto con fines de consolidación, embalajes, etiquetaje, etc.

6.5. Elección del modelo de distribución

El diseño de un modelo de distribución está íntimamente ligado a la optimización económica de unos recursos dentro de un contexto de servicio preestablecido. Sin embargo, vamos a eludir la palabra «optimización económica», ya que es un concepto

matemáticamente puro, para sustituirlo con más pragmatismo por el de procedimiento para diseñar una red de distribución lo más eficaz y económicamente previsible.

No cabe duda que un modelo de distribución conlleva múltiples variables de tipo comercial, así como condicionantes técnicos y financieros, lo cual nos obliga a establecer una serie de trade-offs básicos para diseñar lo que podríamos llamar «modelo idóneo» de la empresa.

Para comprender bien el problema, hemos de partir de los siguientes conceptos básicos a tener en cuenta:

- a) Objetivos de servicio a cubrir.
- b) Puntos de stocks requeridos.
- c) Localización física de los almacenes.
- d) Medios de transporte a emplear.

Vamos a tratar el contenido de cada uno de estos tópicos por separado de una forma general, eludiendo en lo posible el entrar en problemas excesivamente técnicos que considero fuera de los objetivos de esta publicación.

OBJETIVOS DE SERVICIO

Todo modelo de distribución debe estar basado en unos objetivos de servicio, claramente definidos y cuantificados a nivel de:

- Zona comercial/clientes.
- Familia de productos.

Entendiendo por servicio los tres aspectos más relevantes, o sea:

- Disponibilidad del producto.
- Rapidez de entregas.
- Fiabilidad de la fecha de entrega prometida.

Como punto de partida, debemos tener en cuenta que al menos debemos mejorar la situación actual, manteniendo en todo caso un servicio competitivo con relación a otros suministradores. También conviene recordar que el servicio cuesta siempre dinero, pero que es una inversión necesaria para mantener o incrementar nuestra participación en el mercado.

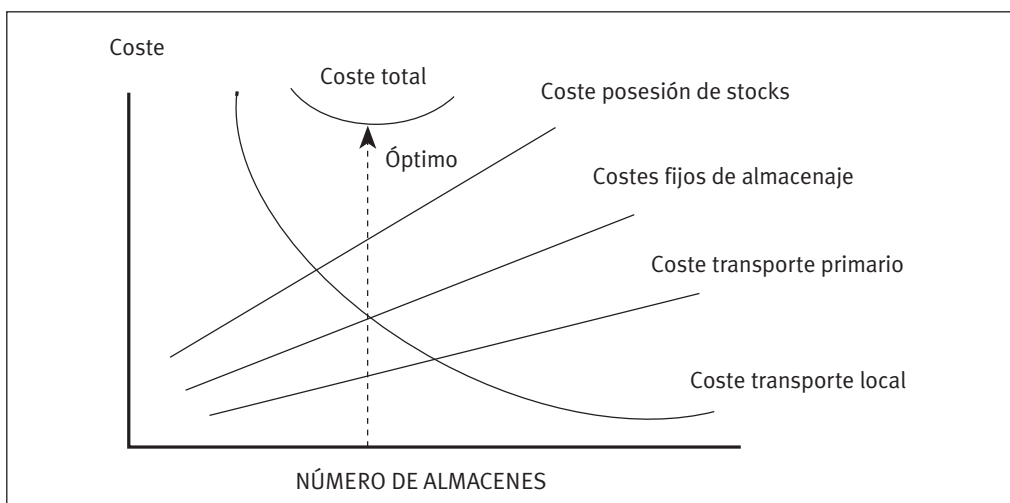
Desde un punto de vista económico, hay que tener en cuenta que toda política basada en una descentralización de almacenes implica necesariamente un incremento de los costes de almacenamiento y tenencia de stocks, como se ejemplariza en el punto

siguiente, así como un incremento de costes en el llamado transporte primario o de aproximación. Por el contrario, los costes del transporte local disminuyen debido a una mayor simplicidad de las rutas de transporte, así como a la posibilidad de utilizar vehículos ligeros (furgonetas) con una mejor utilización de los mismos.

Económicamente, el óptimo se obtendría calculando las costes totales de cada una de estas funciones para diferentes alternativas y eligiendo aquella cuyo coste total fuese menor. No obstante, conviene recordar que el óptimo económico no debe ser necesariamente la alternativa deseable, pues el problema hay que enjuiciarlo teniendo en cuenta el nivel de servicio proporcionado por cada una de las alternativas estudiadas.

En el gráfico siguiente (optimización de costes) se ilustra el contenido de este concepto.

OPTIMIZACIÓN DE COSTES



6.6. Puntos de stocks requeridos

Los puntos de stocks requeridos son una consecuencia de mantener el servicio deseado para el cliente con los costes mínimos posibles de transporte. Evidentemente, en una situación de «fabricación para stocks», el ideal sería el mantener un solo almacén lo más próximo posible a la fábrica; sin embargo, se comprende que esta situación no es siempre compatible con la necesidad de una disposición rápida del producto en el punto de venta, por lo cual se genera la necesidad de establecer almacenes periféricos que permitan un reparto rápido con una flota de transporte ligera y económica.

Hay que ser consciente de que todo almacén periférico implica inversiones específicas y normalmente incremento de costes operativos, además de la necesidad de crear unos stocks normativos adicionales (stock de infraestructura), que sólo deben estar jus-

tificados cuando las necesidades de servicio así lo requieren; por lo cual, el punto de partida debe ser la eliminación drástica de los mismos, procediendo posteriormente a un precálculo específico para demostrar su justificación en términos de coste y beneficios.

La determinación de almacenes periféricos implica necesariamente la necesidad de asignarle un determinado contingente de demanda y a su vez calcular el nivel de stock normativo con el cual tendrá que operar, siempre en función de unas fórmulas de reposición de stock determinadas (ver capítulo de gestión de inventarios).

Desde el punto de vista de inversiones en inventarios, hay que tener en cuenta que el stock global de seguridad que la empresa ha definido para un determinado grado de servicio, aumenta proporcionalmente a la raíz cuadrada del número de almacenes definidos. Esto, en términos aritméticos, se expresa fácilmente con los siguientes supuestos:

Primer caso. Supongamos que tenemos un solo almacén con un stock de seguridad definido (S) de 500 unidades, y que pretendemos sustituirlo por 4 almacenes, repartiendo la demanda en partes iguales en cada uno de ellos:

El stock de seguridad global S' será:

$S' = 500 \times \sqrt{4} = 1000$ unidades, o sea 250 unidades en cada almacén, lo que supone un incremento del stock de seguridad del 100%.

Segundo caso. Si la demanda total la fuésemos a repartir entre los cuatro almacenes de acuerdo con la siguiente proporción:

Almacén A (20%), almacén B (30%), almacén C (10%) y almacén D (40%), entonces el stock global sería:

$$500 \times \sqrt{0,2} + 500 \times \sqrt{0,3} + 500 \times \sqrt{0,1} + 500 \times \sqrt{0,4} = 973$$

$$\text{Incremento del stock} = ((973 - 500) / 500) \times 100 = 94,6\%$$

Tercer caso. Si tenemos 4 almacenes que atienden a la demanda en las proporciones anteriormente indicadas, y queremos sustituirlos por 2 almacenes que atienden cada uno al siguiente porcentaje de demanda: A (40%) y B (60%), la reducción del stock de seguridad sería la siguiente:

$$- 4 \text{ Almacenes: } \sqrt{0,2} + \sqrt{0,3} + \sqrt{0,1} + \sqrt{0,4} = 1,943$$

$$- 2 \text{ Almacenes: } \sqrt{0,4} + \sqrt{0,6} = 1,407$$

$$- \text{La reducción sería: } ((1,943 - 1,407) / 1,943) \times 100 = 27,6\%$$

Estos ejemplos nos permiten tener una idea aproximada de lo que supone la descentralización de almacenes desde el punto de vista de incremento y/o reducción del stock de seguridad.

6.7. Localización física de almacenes

Pocos conceptos han dado lugar tradicionalmente en logística a planteamientos más sofisticados para tratar de encontrar soluciones que optimicen la ubicación física de almacenes en función de los costes de transportes; desde los modelos puramente matemáticos basados en programación lineal, hasta los modelos de simulación más o menos heurísticos, para encontrar una solución razonable al problema. Todos ellos están basados fundamentalmente en planteamientos tendentes a encontrar una localización física de los almacenes que minimice los costes de transporte en su conjunto, teniendo en cuenta tanto los portes de entrada como de salida.

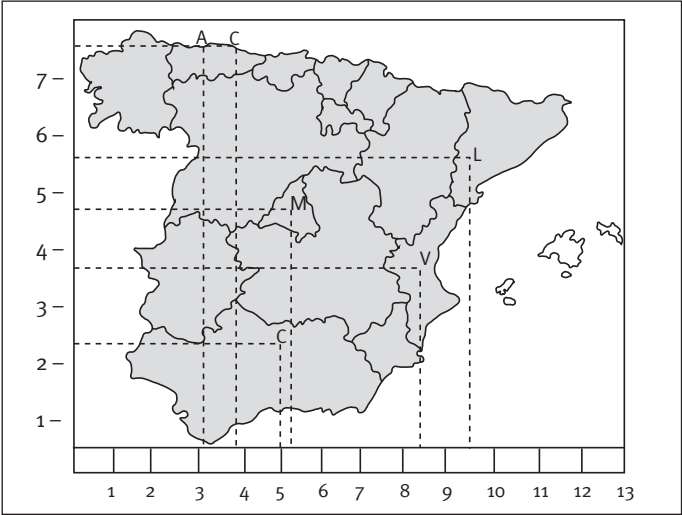
En general, los referidos modelos adolecen de un planteamiento realista, ya que tratan de simplificar la complejidad de la vida empresarial, contemplando el comportamiento de unos parámetros básicos tales como la distancia a los puntos de destino y el coste del transporte, al cual se le considera normalmente proporcional a la distancia recorrida, olvidando otros condicionamientos fácticos tales como razones de oportunidad, costes de construcción, riesgos, etc. Sin embargo, en mi opinión, estos planteamientos tienen un gran valor orientativo, que pueden servir como punto de partida para perfeccionar un estudio más detallado en el cual se consideren otras variables y/o restricciones impuestas por la realidad empresarial.

En general, los referidos modelos aumentan su utilidad en la medida en que contemplamos zonas geográficas más amplias; por ejemplo, todo el territorio nacional con puntos de origen y destino fijos de la mercancía.

Conviene destacar que, a la hora de fijar el lugar de localización, hay que tener en cuenta una serie de factores adicionales, como son: medios de comunicación existentes, facilidades de mano de obra, beneficios fiscales de la inversión y coste de las mismas, etc., así como razones de oportunidad de la inversión, como puede ser la disposición previa de solares edificables; por lo cual, en la práctica, los planteamientos son más complejos, todo ello sin olvidar que los costes y la política de transporte pueden hacer variar substancialmente un planteamiento inicialmente idóneo.

Entre los diferentes procedimientos de aproximación existentes, destacamos por su simplicidad el denominado «método del centro de gravedad», cuyo planteamiento es el siguiente:

Sobre un mapa, en el cual están definidos los diferentes puntos de destino de la mercancía (un punto de destino puede ser un cliente, una población o una zona comercial), se establece de manera convencional un sistema de coordenadas con una escala determinada, no importa la unidad de medida que se utilice. A cada punto del mapa lo vamos a denominar con una letra D1, D2, D3, etc. (D significa demanda). Así, por ejemplo:



Cada punto del mapa D_i queda definido, por tanto, con unas coordenadas (X_i, Y_i) , a las cuales se les asigna un factor de ponderación P_i , determinado por el valor de la demanda (€, Tm, M3, etc.), multiplicado por la frecuencia de pedidos F_i . De tal manera que confeccionaríamos un cuadro de la siguiente forma:

DEMAND.	POND.	COORD.	COORD.	$X_i.P_i$	$Y_i.P_i$
D1	F1	X1	Y1	$X_1.P_1$	$Y_1.P_1$
D2	F2	X2	Y2	$X_2.P_2$	$Y_2.P_2$
D3	F3	X3	Y3	$X_3.P_3$	$Y_3.P_3$
D4	F4	X4	Y4	$X_4.P_4$	$Y_4.P_4$
–	–	–	–	–	–
D5	F_i	X_i	Y_i	$X_i.P_i$	$Y_i.P_i$

El centro de gravedad estará definido por las coordenadas X_o, Y_o , cuyo cálculo se efectuará de la siguiente forma:

$$X_o = ((\sum X_i.P_i) / \sum P_i) \quad Y_o = ((\sum Y_i.P_i) / \sum P_i)$$

En algunos casos, en el factor de ponderación se puede incluir también algún parámetro relativo al coste de transporte.

Este método es especialmente útil cuando se trata de definir la posición de un almacén central, que recibe productos desde diferentes proveedores y que tiene que abastecer a su vez a una red de almacenes regionales.

A continuación ilustramos el problema con el siguiente caso:

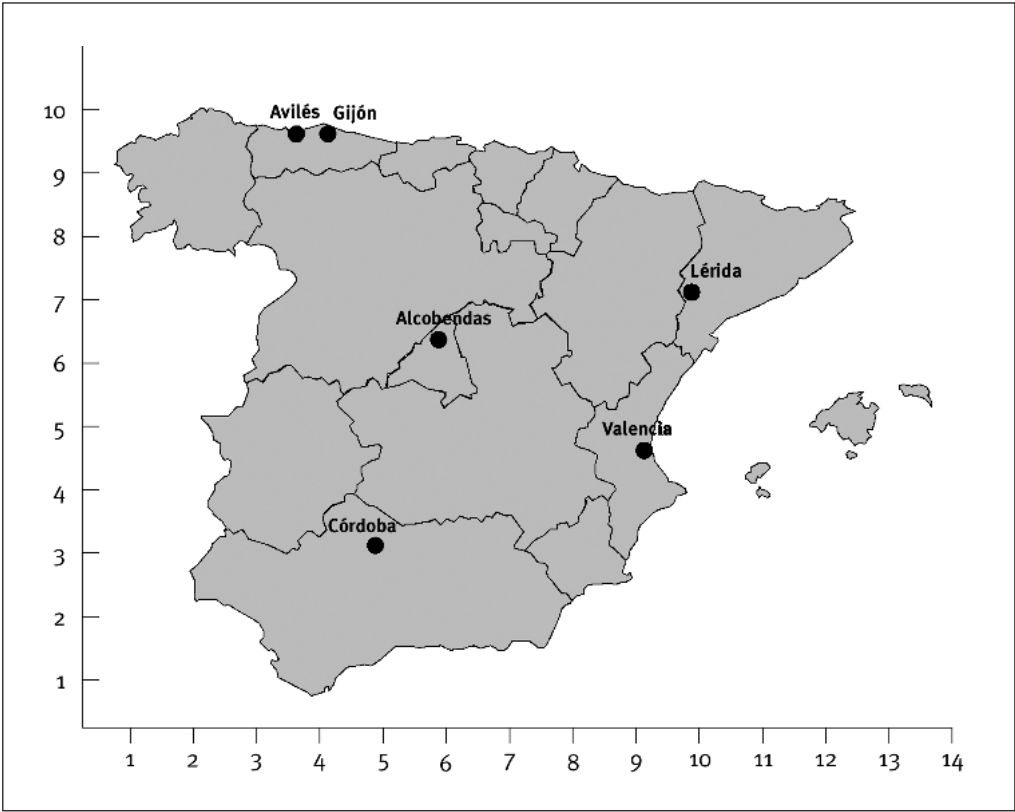
Se trata de situar la localización física de un almacén central que, recibiendo la totalidad de la producción desde la fábrica, efectúa su distribución de pedidos a través de 5 «plataformas de distribución», situadas en los siguientes puntos geográficos, con un tráfico de Tm. año estimado según se indica en el cuadro siguiente:

Depots	Tm/año	Frecuencia de envío*
Avilés (Asturias)	6.750	Diaria
Alcobendas (Madrid)	2.310	Diaria
Valencia	1.500	Diaria
Córdoba	1.440	Diaria
Lérida	3.000	Diaria
Total año	15.000	

* 240 envíos al año.

La fábrica, ubicada en Gijón, abastecería al almacén central semanalmente de acuerdo con su plan de producción.

MAPA DE COORDENADAS



Tómense las siguientes coordenadas:

Localidad	X	Y
Avilés	3,8	9,8
Gijón (Fábrica)	4,2	9,8
Alcobendas	6	6,3
Lérida	10	7,2
Valencia	9,1	4,5
Córdoba	4,9	3,1

Determinar la «ubicación idónea» del almacén, teniendo en cuenta el mapa de coordenadas adjunto.

NOTA: El coste de transporte se considera proporcional a la distancia, volumen y frecuencia de transporte.

Almacén	Coord. X	Coord. Y	Venta (miles)	Frecuencia pedidos	Pi (Vta. × frec.)	XiPi	YiPi
Avilés	3,8	9,8	6.750	240	1.620	6.156	15.876
Fábrica	4,2	9,8	15.000	52	780	3.276	7.644
Alcobendas	6	6,3	2.310	240	554,4	3.326,4	3.492,7
Lérida	10	7,2	3.000	240	720	7.200	5.184
Valencia	9,1	4,5	1.500	240	360	3.276	1.620
Córdoba	4,9	3,1	1.440	240	345,6	1.693,4	1.071,4
TOTALES					4.380	24.927,8	34.888,1

COORDENADAS ALMACÉN CENTRAL:

$$X = 24.927,8 / 4.380 = 5,7$$

$$Y = 34.888,1 / 4.380 = 7,8$$

Es decir, entre la provincia de Palencia y Burgos.

Naturalmente, el lugar preciso de la instalación del almacén dependerá de otros factores tales como situación de carreteras, accesos, zonas industriales, etc.



6.8. Recursos a emplear

Al definir un modelo de distribución, es inevitable hacer una evaluación previa de los medios de transporte a emplear. El problema es suficientemente complejo como para poder tratar específicamente en este punto. Sin embargo, vamos a hacer una pequeña reflexión sobre los aspectos más importantes a considerar a la hora de diseñar el modelo, refiriéndonos únicamente al modo de «transporte por carretera».

En principio, hemos de distinguir claramente entre el llamado «transporte de larga distancia» del denominado «transporte local».

El transporte de larga distancia, denominado también «transporte de aproximación», tiene como finalidad el situar grandes cantidades de productos desde la fábrica o un almacén central a los diferentes centros regionales de distribución o, en su caso, a *depots*. Por su naturaleza suelen ser camiones de gran tonelaje que hay que utilizar de la forma más eficaz y eficiente posible, con objeto de abaratar el coste unitario de las unidades transportadas.

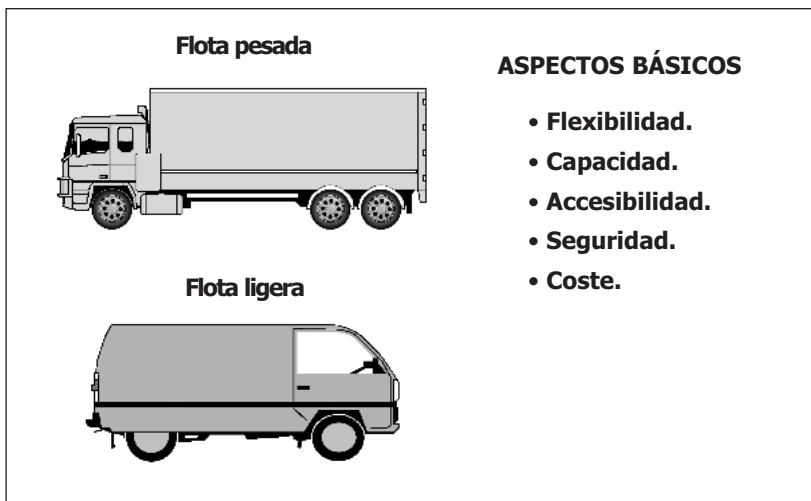
La decisión del tipo y características de los vehículos a emplear va a depender de una serie de condicionantes como son:

- Peso y volumen de carga transportada.
- Características del producto transportado, tales como medios de contención empleados, peligrosidad, requerimientos isotérmicos, etc.
- Condicionantes operativos, tales como ruta a seguir, carreteras utilizadas, limitaciones de velocidad, legislación de transporte, etc.
- Características de los clientes/puntos de destino, sobre todo en lo relativo a facilidades en muelles de descarga, servicios añadidos en el transporte e imagen comercial que la empresa quiera dar.

Por el contrario, el llamado «transporte local» se suele hacer con vehículos ligeros (furgonetas), capaces de moverse con rapidez y mayor flexibilidad a través del medio urbano.

En cualquier caso, **dimensionar correctamente** la flota de transporte a utilizar, cuando se trabaja con medios propios, es uno de los retos más importantes a conseguir en la logística de distribución.

RECURSOS A EMPLEAR



6.9. Planificación de rutas de reparto

En la distribución comercial, con frecuencia se plantea la necesidad de atender sistemáticamente y de una forma más o menos simultánea a una serie de puntos de entrega en diferentes poblaciones dentro de una determinada área geográfica. Por ejemplo, un almacén central que distribuye a una red de almacenes periféricos o bien a distribuidores comerciales, talleres, etc., teniendo en cuenta que el transporte se realiza con flota propia.

El problema de la planificación de rutas de reparto consiste en hallar la «ruta óptima» a seguir por los diferentes vehículos, de tal manera que se minimice el recorrido total empleado, o en su caso el tiempo invertido en el transporte, con lo cual se consigue una utilización eficiente de la flota, a la vez que mejoramos el tiempo de servicio ofrecido a nuestros clientes.

El problema en sí es complejo, habiéndose desarrollado diferentes fórmulas o procedimientos para una solución aceptable del mismo, teniendo en cuenta que un vehículo tiene una serie de limitaciones no solo en cuanto a capacidad se refiere, sino también en cuanto al tiempo empleado en la ruta de distribución o, lo que puede ser lo mismo, el número de kilómetros máximos a recorrer.

De este planteamiento excluimos lo que se denomina «reparto en plaza» con furgonetas ligeras, ya que una simple clasificación de los paquetes por distritos postales, junto con la experiencia del chófer que conoce normalmente la zona de reparto y, en su caso, con la ayuda de un sistema GPS, no cabe duda que soluciona el problema de la manera más eficiente posible.

El problema lo planteamos pues para la denominada larga distancia o transporte de aproximación, para cuya explicación detallada nos remitimos a las diferentes publicaciones editadas al respecto.*

6.10. Logística inversa

El término de **logística inversa** se aplica en general a todos aquellos procesos de flujos de materiales (productos reciclables) o mercancías que van en sentido inverso a la llamada distribución comercial; o sea, desde el mercado hacia la fuente de suministro (almacenes, fábricas, etc.), y que tienen como finalidad básicamente alguno de los siguientes aspectos:

- a) Ampliar el **ciclo de vida** de los productos, produciendo una redistribución a otros mercados secundarios, como es el caso de los productos dados de baja en catálogo, obsoletos, fuera de temporada, etc., y que pueden ser redistribuidos a otros países más necesitados o menos exigentes comercialmente.
- b) Recapturar valores marginales del producto, como ocurre en el caso de devoluciones de envases para su reutilización o bien aprovechamiento ecológico de residuos que ya no son utilizables (plástico, vidrio, etc.).

La logística se ocupa de los aspectos derivados del traslado de materiales desde el usuario o consumidor hacia el fabricante o hacia los puntos de recogida para su reutilización, reciclado o, eventualmente, su destrucción.

* Para una información más completa sobre este tema, recomendamos la lectura de nuestra publicación *El transporte de mercancías*, de la editorial ESIC.

La logística inversa incluye operaciones muy diversas, como la gestión de material sobrante de inventario (*surplus stocks*), la devolución de compras a proveedores, la recuperación de embalajes y envases, la devolución de productos de electrodomésticos, etc., o en ocasiones la gestión de residuos.

Las empresas que aseguran puntualmente procesos de retorno consiguen habitualmente unos ingresos adicionales muy sustanciales, además de evitar el pago en algunas circunstancias de multas o sanciones estatales que obligan a estos procesos de saneamiento de residuos contaminantes o tóxicos.

Según datos obtenidos a través de Internet, la industria electrónica en su conjunto se gasta más de 14 billones de \$ en procesos de retorno cada año.

Se puede decir que una vez que las organizaciones empresariales han determinado que merece la pena invertir en las posibilidades que ofrece la logística inversa, el siguiente aspecto sería decidir si estos procesos los debiera realizar internamente, aprovechando por ejemplo **retorno en vacío de camiones**, o si deben subcontratarlos a terceros especializados (outsourcing logístico).

Como ilustración típica de un proceso de LOGÍSTICA INVERSA cabe mencionar, como ejemplo, el caso de las empresas distribuidoras de revistas o magazines que se editan periódicamente con una frecuencia determinada; por ejemplo, cada 7 ó 10 días.

Estos productos editoriales se distribuyen puntualmente a los diferentes puntos de ventas (kioscos, librerías, drug-stores, etc.) en concepto de depósito para su venta, los cuales una vez transcurridos su periodo de vigencia comercial dan lugar a un proceso de retorno a los editores.

Esta distribución periódica a los puntos de venta (en España se calcula que hay más de 25.000 puntos de venta) se efectúa a través de unos procesos logísticos típicos de esta industria llamados de **distribución escalonada**; o sea:

- De los editores a la central de distribución (transporte primario).
- De la central de distribución a las almacenes regionales (transporte de aproximación).
- De los almacenes regionales a los puntos de venta (flota ligera).

Obviamente, la edición de un nuevo número de una revista transforma automáticamente en «producto caducado» la edición anterior, lo cual da lugar a un proceso de devolución al editor (logística inversa) y que se estiman que suelen estar entre un 5 y un 10% de la venta.

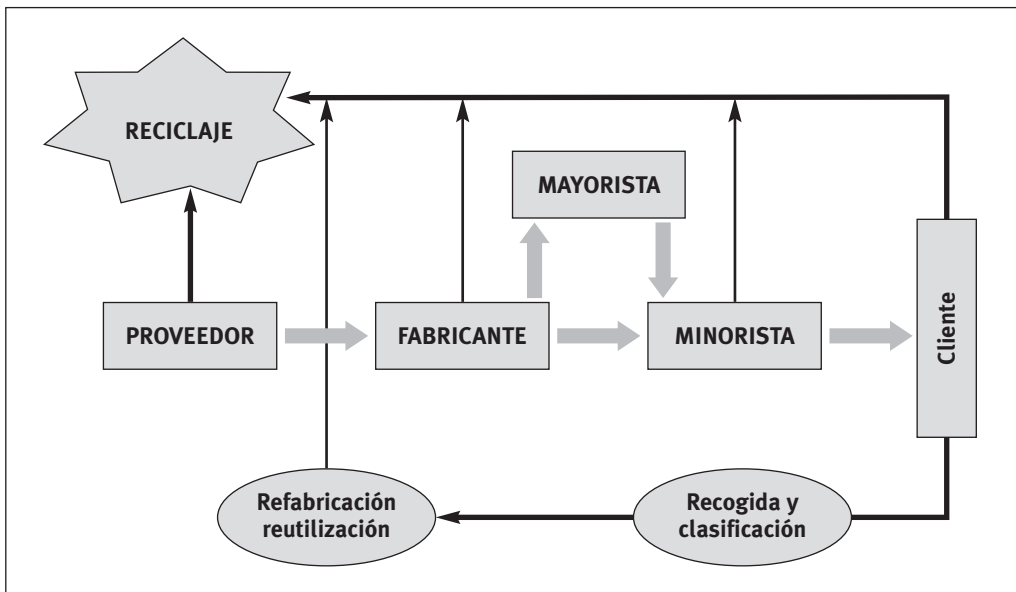
Las referidas devoluciones en un plazo razonable de tiempo (medido en días) pueden volver a comercializarse en otros países, normalmente hispanoparlantes. Dicho así, parece sencillo el planteamiento; sin embargo, en la práctica es algo bastante complejo, ya que este proceso de devolución se efectúa aprovechando la **sinergia** de la **dis-**

tribución primaria, evitando así el retorno de camiones en vacío, ya que de otra forma no sería económica la redistribución de nuevo de las devoluciones.

Este proceso de retorno en primer lugar pasa por una manipulación previa del producto (clasificación, retractilado, etiquetado, etc.) en la delegación regional que le corresponda, siguiendo siempre el principio FIFO, pasando posteriormente a una central de devoluciones, desde donde pasa directamente a un trámite de exportación o bien a un proceso de destrucción del producto caducado cuando éste no se puede comercializar de nuevo.

Naturalmente, toda esta **logística inversa** no se podría realizar de una forma rápida, ágil y segura si no fuese con el apoyo de un sistema informático que permita la identificación y clasificación del producto a través de un sistema apropiado de código de barras o QR.

PROCESO LOGÍSTICA INVERSA



Capítulo 7

La gestión de los stocks en el sector distribución

- 7.1. Aspectos generales de la gestión de inventarios.
- 7.2. Clasificación operativa y funcional de los stocks.
- 7.3. El concepto de rotación y cobertura de stocks.
- 7.4. El concepto de norma de stocks.
- 7.5. Cálculo de la norma de stocks.
- 7.6. ¿Cómo optimizar el stock?
- 7.7. Consideraciones sobre los modelos de decisión para medir los stocks.
- 7.8. Sistemas de reposición de stocks.

7.1. Aspectos generales de la gestión de inventarios

Ante todo conviene matizar el concepto de stocks, para diferenciarlo claramente de la idea de inventarios y existencias.

La palabra inventario es un concepto amplio que se aplica a toda acumulación de bienes o mercancías que se mantiene a lo largo de la cadena logística. Así, podemos referirnos al inventario de materiales en fábrica, productos semi-terminados en curso de fabricación o bien inventarios en almacén de productos terminados o de maquinaria en un determinado taller. Sin embargo, cuando hablamos de stocks nos referimos necesariamente a aquellas **mercancías** que de una forma consciente hemos elaborado y almacenado para poder atender a las necesidades del mercado en el momento en que se produzca una venta de los mismos. En otras palabras, el stock representa una **anticipación prevista de la demanda** para poder efectuar una entrega inmediata del producto.

El término existencias alude normalmente a una determinada cantidad disponible en almacén del referido stock.

Una correcta gestión de los stocks constituye uno de los pilares básicos en los cuales se apoyan las nuevas tendencias logísticas en la empresa. Desde luego, el concepto no es novedoso dentro de las teorías del *management*, si bien el desarrollo de los medios informáticos, junto con las nuevas técnicas de distribución comercial, han hecho recuperar plena vigencia y operatividad a viejas fórmulas ya desarrolladas más bien a nivel teórico por los diferentes estudiosos del tema durante varias décadas.

Por otro lado, el alto nivel competitivo con que se mueve actualmente el mercado obliga a las empresas a reducir necesariamente sus «costes operacionales», uno de cuyos componentes más importantes está ligado al llamado «capital cautivo», que las empresas se obligan necesariamente a mantener como consecuencia de cuantiosas inversiones en stocks necesarias para dar el servicio comercial que el mercado requiere.

La logística aporta una serie de principios y soluciones estructurales tendentes a reducir al mínimo dichas inversiones en stocks; sin embargo, éstas no serían operati-

vas sin una correcta administración de los inventarios, que de una u otra forma conllevan las referidas estructuras.

Varios son los objetivos que podemos conseguir con una correcta gestión de stocks, entre los cuales podemos referirnos a los siguientes como los más importantes:

- Posibilidad de atender el grado de servicio (disponibilidad) requerido por el mercado.
- Reducir las inversiones de capital circulante al mínimo posible, sin menoscabo del referido grado de servicio requerido por el mercado.
- Obtención de la rentabilidad deseada sobre las inversiones en stocks.

Dado el acento económico que conllevan básicamente estos objetivos, conviene recordar la fórmula de las inversiones o ROI (Return on Investment), de acuerdo con la cual se justifican gran parte de los referidos objetivos.

$$\text{ROI} = (\text{INGRESOS-COSTES})/\text{INVERSIÓN}$$

Mejorar la gestión de stocks implica necesariamente una mejora del ROI, debido a que:

- Disminuimos el coste de los inventarios permanentes.
- Al incrementar el grado de servicio incrementamos la «demanda atendida», con la consiguiente mayor absorción de gastos indirectos.
- En el sector industrial mejoramos la capacidad productiva debido a una disponibilidad correcta de los materiales y componentes necesarios en la producción.

Evidentemente, mejorar la gestión de los stocks frecuentemente requiere inversiones adicionales en personal y proceso de datos, por lo cual hay que seguir criterios de economicidad al decidir qué tipo de fórmulas debemos aplicar en cada caso, ya que no todos los artículos, o referencias comerciales, son igualmente rentables. Esto nos llevará necesariamente a un análisis previo de las características de los productos.

Por último, conviene recordar que en la presente publicación nos referiremos fundamentalmente a los denominados productos terminados o artículos comerciales, ya que la gestión de los inventarios industriales (materias primas y componentes) presenta unas características peculiares (demanda dependiente) que se gestionan normalmente a través de los conocidos sistemas de MRP o *just in time*, que tratamos en los capítulos referidos a la gestión industrial.

7.2. Clasificación operativa y funcional de los stocks

Desde un punto de vista operativo, vamos a clasificar los diferentes inventarios en los siguientes grupos:

A) Stock industrial:

- Materias primas y componentes.
- Stocks de trabajos en curso.
- Stocks de productos terminados en fábrica.

B) Stock comercial:

- Stock de productos terminados, situados en los almacenes comerciales y a disposición de la venta.

Desde el punto de vista funcional:

- Stocks base.
- Stocks de seguridad.
- Stocks de anticipación.
- Stocks especulativos.
- Stocks de transporte.

Dentro del presente capítulo, nos referiremos fundamentalmente a los diferentes aspectos funcionales de los llamados STOCKS COMERCIALES, por lo cual no creo conveniente en este punto extenderme en definiciones que serán posteriormente ampliadas en los diferentes capítulos.

7.3. El concepto de rotación y cobertura de stocks

La **rotación** y la **cobertura** son dos conceptos ampliamente utilizados tanto en los análisis económico-financieros de los stocks, como en la gestión comercial, por lo cual es ineludible en esta parte introductoria hacer mención al significado y contenido de los mismos.

Conceptualmente la **rotación** de stocks nos da una noción, en términos de promedio, del número de veces que un artículo se renueva en el almacén al cabo de un año. Así, por ejemplo, un artículo con una rotación de 12 significaría que, en promedio, el referido artículo se renovaría 12 veces al año, mientras que **cobertura** es una noción más bien comercial, que nos indica el número de días que con el referido stock podemos atender la venta prevista.

La rotación se calcula dividiendo la venta anual por el stock promedio, bien sea en unidades o en términos monetarios, siempre y cuando ambas magnitudes estén valoradas al mismo precio (coste o venta).

$$\text{O sea: } \text{ROTACIÓN} = \text{VENTA ANUAL} / \text{STOCK PROMEDIO}$$

Así, por ejemplo, si la venta anual es de 240.000 unidades y el stock promedio es de 12.000 unidades, el índice de rotación sería $240.000/12.000 = 20$, significando que este producto, en términos de promedio, se renovaría 20 veces al año.

Si quisiéramos calcular la cobertura, multiplicaríamos el inverso al índice de rotación por el factor tiempo (días, meses o semanas). Así, por ejemplo, la cobertura sería de:

$$\text{COBERTURA} = (1/\text{IND. ROT}) \times \text{FACTOR TIEMPO}; \text{ o sea: } \\ 365/20 = 18 \text{ días, o bien, } 0,6 \text{ meses o } 2,6 \text{ semanas}$$

Si tenemos en cuenta que el $\text{ROI} = \text{BENEFICIO} / \text{STOCK}$, multiplicando y dividiendo numerador y denominador por VENTAS, tendríamos:

$$\text{ROI} = (\text{VENTA} / \text{STOCK}) \times (\text{BENEFICIO} / \text{VENTAS}), \text{ o sea: } \\ \text{ROI} = \text{Ind. rotación} \times \text{Margen comercial}$$

Obsérvese que mientras las técnicas de control presupuestario inciden fundamentalmente sobre el margen comercial, reduciendo costes, la gestión de stocks actúa básicamente sobre el índice de rotación, tratando de aumentar el mismo mediante una mejor gestión logística. Así, podemos observar que, en la década de los 70, este índice normalmente estaba en las empresas medido con uno o dos dígitos, mientras que actualmente hay empresas punteras que consiguen índices de rotación de **tres dígitos**, lo que significa una renovación prácticamente diaria de las existencias.

7.4. El concepto de norma de stocks

7.4.1. ¿Por qué norma de stocks?

En logística, el ideal sería la eliminación drástica de los stocks; sin embargo, esto no deja de ser un aspecto un tanto utópico en tanto no se trate de un entorno de *just in time* con entrega directa desde las fábricas, lo que implica una integración total de los diversos eslabones de la cadena logística.

En la mayor parte de los casos se trabaja con una política de «fabricación para stocks» (anticipación de la demanda), que es lo más usual en las industrias de artículos de consumo, y en consecuencia se plantea ineludiblemente la necesidad de dimen-

sionar el nivel de stocks que la empresa requiere para atender las necesidades del mercado. Nadie quiere más stocks de los estrictamente necesarios.

Los stocks son caros; representan una inversión que lo más probable es que se devalúe con el tiempo, además de requerir un espacio para almacenamiento y otros servicios; y, por último, pero no menos importante, es la inseguridad del ciclo de vida del producto lo que implica un incremento del riesgo de obsolescencia de los mismos.

Generalmente, en bienes de consumo el stock es necesario para los siguientes propósitos:

- a) Entregas rápidas y fiables al cliente.
- b) Cubrir la contingencia de falta de stocks por variabilidad en demanda y suministros.

Los **stocks son un medio**, no una meta; el objetivo no es tener un stock cero, sino tener el suficiente para alcanzar la cota de nivel de servicio a clientes que haya sido fijada por la organización de ventas.

Si le preguntásemos a un industrial: «¿cuál es el nivel de stocks que habitualmente mantiene en sus almacenes?», probablemente nos contestaría algo similar a lo siguiente:

«Habitualmente tengo un stock para un par de semanas...».

«Normalmente tengo stocks para un mes de venta, etc.».

Ahora bien, si le inquirimos el porqué tiene un par de semanas o un mes de venta en stocks, posiblemente nos contestará: «porque es lo habitual en este sector», «porque tardo mucho en reponer la mercancía», o respuestas similares. Rara vez nos contestarían que el nivel de stocks corresponde a un cálculo efectuado para optimizar el servicio cliente.

Los niveles altos de stocks son o han sido, a menudo, el resultado de decisiones equivocadas, malas costumbres en planificación y falta de compenetración con el mecanismo de control del flujo de mercancías.

La experiencia nos demuestra que si no se tiene un control suficiente sobre el flujo de mercancías y la información correspondiente a éste, las existencias pueden almacenarse de forma inapropiada, en momentos inoportunos y con productos inadecuados.

El sistema logístico para el cálculo del stock normativo ofrece posibilidades para un mejor control, tratando de forma sistemática las diferentes variables, tales como previsión de la demanda, modelos estacionales de producción y venta, tamaños de lotes, *lead-times*, etc.

La norma de stock, como parte del sistema logístico, es una importante herramienta y un apoyo a la toma de decisiones para alcanzar los objetivos logísticos propuestos.

Elevado grado de servicio a clientes con los mínimos niveles de stock.

7.4.2. El concepto de stock normativo

Recordemos, pues, que la **norma de stocks** se puede definir como:

«El nivel de stocks que en términos de promedio tiene que mantener una empresa para dar un grado de servicio óptimo desde el punto de vista de costes totales.»

En este capítulo, sin embargo, conviene delimitar el concepto de stock normativo a los llamados **productos terminados**; esto es, productos fabricados, aprobados por calidad y debidamente embalados con destino a la red de distribución.

En definitiva, son los productos que van a satisfacer la llamada **demanda independiente** para así diferenciarlos de las materias primas, componentes o semielaborados, que tienen como destino el proceso de fabricación o ensamblaje. El cálculo, composición y gestión de estos productos forman parte de la llamada **demanda dependiente**, integrados dentro del entorno industrial y conceptualmente separados del tema objeto de este capítulo.

El stock de componentes o piezas de recambio, en tanto sean utilizados exclusivamente para el llamado servicio de posventa, quedan incluidos dentro de este capítulo, ya que, en definitiva, se trata de una «demanda independiente».

En este contexto, el **stock en tránsito** entre la fábrica y la organización de ventas se conoce como **stocks de pipeline**, que consiste en:

- Productos terminados en fábrica, que están en proceso de carga con destino a los almacenes comerciales.
- Las mercancías en tránsito con destino a los almacenes comerciales.
- Las mercancías recibidas en el almacén pendientes de control y ubicación física en el mismo.

El objetivo principal del stock normativo es el de ofrecer un alto servicio al cliente, lo cual implica disponibilidad de stocks, rapidez y fiabilidad de las entregas desde el almacén hasta los consumidores. Evidentemente, los artículos no disponibles en el almacén comercial no se incluyen en ese objetivo.

El stock en *pipeline* no está disponible para la entrega al cliente final, y por tanto no contribuye al servicio de éste.

En cuanto al stock físicamente disponible en los almacenes comerciales (el stock que contribuye al servicio), hay que tener en cuenta que sería necesario disponer de una gran cantidad de productos en el stock comercial para satisfacer la demanda prevista de todos los clientes, lo que normalmente se traduce en unos costes inaceptables para la empresa.

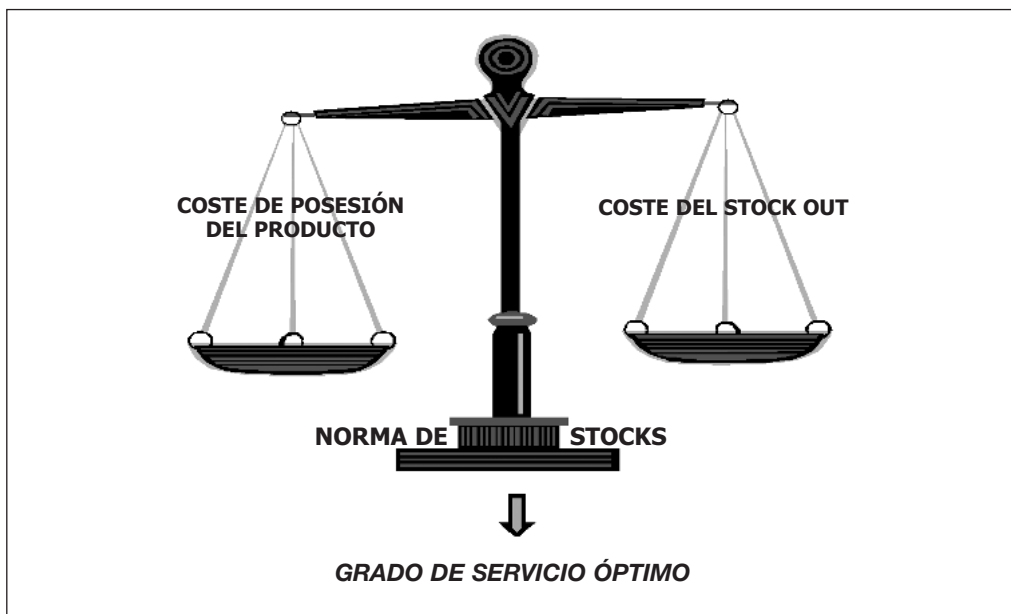
Para determinar un equilibrio óptimo entre el aprovisionamiento de productos y la demanda del cliente, se establece un criterio de grado de servicio (% de disponibilidad), por ejemplo del 95%, aceptándose un pequeño porcentaje de «stock-out», en este caso del 5%, que daría como resultado la cancelación de pedidos y/o pérdida de ventas. Este grado de servicio se denomina **GSI** (Grado de Servicio Interno al Cliente).

Por tanto, la definición del GSI se podría enunciar diciendo que es:

El porcentaje de unidades demandadas a nivel referencia comercial que pueden entregarse inmediatamente a partir del stock disponible, aceptando un pequeño porcentaje de demanda desatendida, lo cual repercutirá posiblemente en pérdidas de ventas.

El **grado de servicio óptimo** sería aquel que equilibra los costes de **tenencia de stocks** con los costes de **ventas perdidas** (el beneficio que potencialmente se deja de ganar). Oportunamente desarrollaremos este concepto con más detalle.

STOCK NORMATIVO



La norma de stocks, una vez calculada, se expresa normalmente como un ratio del nivel de stocks, calculado con relación a la demanda y expresado en días de calendario; ejemplo, 25 días de venta.

Su fórmula de cálculo sería la siguiente:

$$(\text{STOCK NORM./DEMANDA ANUAL}) \times 365 = \text{DÍAS DE VENTA}$$

Por el contrario, cuando hablamos de nivel de stocks en términos absolutos, por ejemplo 140.000 unidades, se le denomina **stock normativo**. El método de cálculo del referido nivel de stock se justificará posteriormente en el presente capítulo, una vez que hayamos definido unos conceptos previos necesarios.

7.4.3. Composición de los stocks

Sabiendo que los stocks son un medio para conseguir un servicio al cliente, es aconsejable subdividir el stock total en dos grupos principales:

- A) El stock que proporciona el GSI.
- B) El stock que no contribuye a conseguir el GSI.

El grupo A) conceptualmente está formado por tres tipos de inventarios:

- Stock base.
- Stock de seguridad.
- Stock de infraestructura.

El grupo (B) incluye:

- Stock en tránsito.
- Otros stocks no disponibles.

La suma de las normas de stocks, que están determinados para todos los componentes de los grupos (A) y (B), da lugar a la **norma de stock presupuestada**.

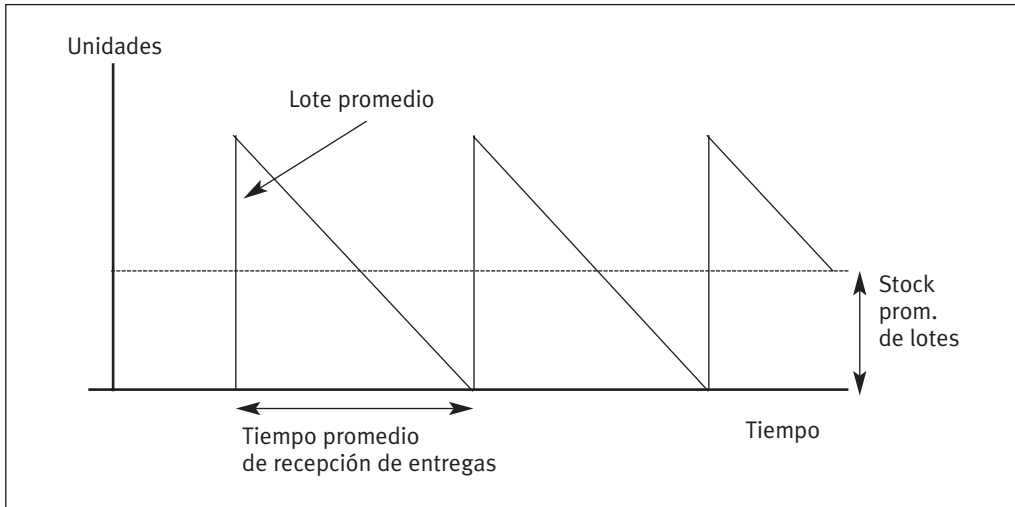
A continuación explicaremos con detalle el contenido de los diferentes tipos de stocks.

El stock base

Normalmente, durante el periodo que media entre dos entregas sucesivas de envíos de mercancías, disminuirán gradualmente los stocks como resultado de la demanda en curso.

En teoría, en el caso ideal de que la demanda fuese constante y proporcional al tiempo (siguiendo una línea recta), el stock se reduciría justo a cero en el momento en que llegase la nueva remesa de lotes. Esto está reflejado en la figura siguiente, donde la demanda está representada por una línea inclinada. En consecuencia, durante el periodo de reposición el stock promedio (línea de puntos) es igual a la mitad del promedio de la remesa de lotes ($1/2 Q$) y se le denomina stock promedio de lotes o stock base.

STOCK BASE



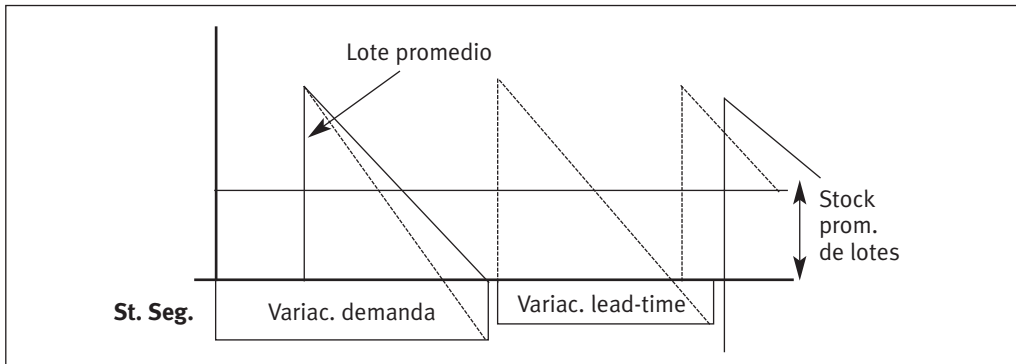
El stock de seguridad

Como no existe una situación idónea y la demanda nunca será constante y proporcional al tiempo (de hecho, lo que hacemos es tratar una demanda promedio esperada con ciertas variaciones), tenemos que crear un STOCK DE SEGURIDAD adicional, para cubrirnos de la contingencia de que la demanda real sea superior al promedio estadístico establecido en la previsión de ventas durante el periodo de reposición.

En esta otra figura vemos que cuando la demanda es más alta que el promedio establecido, durante el tiempo que transcurre entre las dos llegadas, se agota el stock. En ese momento se necesita el stock de seguridad para cubrir esta variación de la demanda y evitar una ruptura de stocks.

Podemos también observar que si el *lead-time* de aprovisionamiento es superior al tiempo establecido, se produciría también una ruptura de stock, por lo que deberíamos crear también un stock de seguridad adicional para cubrir dicha contingencia. En la práctica, debido a que la variabilidad de la demanda es normalmente superior a la variabilidad del *lead-time*, se suele prescindir de esta última para evitar un stock de seguridad excesivo.

STOCK DE SEGURIDAD



El stock de seguridad se define como:

El stock necesario calculado para cubrir las fluctuaciones entre la demanda esperada y la real durante el «lead time promedio del sistema».

Como este *lead time* también puede desviarse de su valor esperado, el stock de seguridad debe cubrir también este tipo de desviación.

Los *lead-times* promedio del sistema se componen básicamente de dos conceptos: el llamado **periodo de revisión**, o sea, la frecuencia con que se hacen las revisiones del inventario; por ejemplo, semanalmente, más el «**tiempo de respuesta**» del **proveedor o fabricante**, por ejemplo 10 días; en cuyo caso el *lead-time* promedio del sistema sería de 17 días.

El stock de infraestructura

Cuando calculamos la norma de stock correspondiente basada en un determinado grado de servicio (disponibilidad), se supone que la distribución se efectúa desde un punto central de almacenamiento. Sin embargo, en muchos casos la distribución hasta los clientes finales tiene lugar desde varios puntos distintos de almacenamiento (almacenes periféricos), mientras que los suministros a estos puntos de stock adicionales son servidos desde un almacén central.

En caso de que estos puntos de stocks (almacenes regionales) sean específicos, o sea, que un punto de stock no permita la entrega desde otra región ante la de carencia de stock de este último, la práctica ha demostrado que la norma de stock calculada debe ser incrementada para servir al objetivo de servicio elegido. Al stock extra, calculado como consecuencia de la referida descentralización, se le denomina **stock de infraestructura**.

El mencionado stock de infraestructura básicamente se refiere al stock de seguridad adicional necesario, cuyo cálculo se puede realizar teniendo en cuenta que el stock

de seguridad total aumenta en proporción a la raíz cuadrada del número de almacenes; o sea, que si pasamos, por ejemplo, de 1 a 4 almacenes, el stock de seguridad se multiplicaría por la raíz cuadrada de 4; es decir, que se duplicaría.

Stock en tránsito

El sistema logístico cubre el flujo de los productos terminados desde la fábrica a la organización de ventas.

El stock en tránsito, también denominado de *pipe-line*, se define como la suma de stocks de productos acabados en fábrica, mercancías en tránsito y recepción de mercancías aún no ubicadas en el almacén.

Dado que el stock del *pipe-line* no está disponible para la entrega a clientes, no contribuye directamente al objetivo de servicio establecido; por tanto, no está considerado como parte de las normas de stock, que deberían estar físicamente disponibles en las organizaciones de ventas para mantener un correcto servicio de disponibilidad de stock.

El stock estacional o de anticipación

En aquellas empresas en las cuales hay una integración entre el sector industrial y el comercial, con frecuencia se produce un fenómeno de estacionalidad que afecta a la gestión de los inventarios. El problema se plantea en los siguientes términos:

La venta en general, y sobre todo en los llamados «artículos de consumo», presenta unas variaciones mensuales que se calcula en términos porcentuales con relación a la venta media del año, dando lugar al llamado índice de estacionalidad, claramente ostensible a nivel de «familia de producto» para cada empresa en particular.

Desde un punto de vista de logística integral, lo ideal sería que la producción se ajustase a esta estacionalidad, produciendo más en los momentos de mayor venta y menos en los periodos de baja actividad comercial; sin embargo, salvo en excepciones muy concretas de un entorno *just in time*, lo normal es que la fábrica siga unos ritmos de producción propia diferentes al fenómeno comercial de la venta; así, por ejemplo, hay fábricas que conviene parar en agosto (debido a vacaciones), mientras que la venta puede estar en un momento de alza.

En general cabe decir que la fabricación sigue un perfil estacional de producción diferente a la venta, debido a que está constreñido a la utilización eficiente de unos recursos tecnológicos y humanos.

Bajo estas circunstancias se produce un fenómeno de creación de un «stock de anticipación» (llamado también estacional), como consecuencia de que en algunos meses el ritmo de producción es superior a la venta, creándose una especie de entregas anti-

cipadas que generan un inventario que se consumirá posteriormente cuando se produzca el fenómeno contrario: mucha actividad de venta y bajo nivel de producción.

Desde un punto de vista económico, esta inversión anticipada de stocks representa un coste adicional (tenencia de stocks), debido a una falta de flexibilidad de la fábrica que no puede ajustar su ritmo de producción al de venta. Un fenómeno similar, aunque por razones muy diferentes, sería aquel inventario que se acumula anticipadamente debido a operaciones especulativas de compra.

La dirección de logística tiene siempre un reto permanente para tratar de reducir al máximo estos stocks anticipados, efectuando el correspondiente *trade-off* entre el coste del exceso de inventario y el coste marginal de fábrica para adaptar su ritmo de producción lo máximo posible al ritmo de venta.

Para comprender mejor la forma de evaluar el referido stock estacional o anticipado, partimos del siguiente ejemplo:

Supongamos que una familia de productos tiene una previsión de ventas de 24.000 unidades al año.

A largo plazo el plan de producción se estima también en 24.000 unidades para satisfacer las ventas (supuesta una regularización previa del nivel de stocks).

Los perfiles de producción y venta se ajustan a los índices de estacionalidad que se indican en el cuadro siguiente:

MES	ÍNDICE	UNID.	ÍNDICE	UNID.	P - V	ACUM.	STOCK
01	111	2.220	89	1.780	+ 440	440	1.240
02	111	2.220	89	1.780	+ 440	880	1.680
03	111	2.220	89	1.780	+ 440	13.20	2.120
04	111	2.220	89	1.780	+ 440	1.760	2.560
05	111	2.220	89	1.780	+ 440	2.200	3.000
06	111	2.220	110	2.200	+ 20	2.220	3.020
07	90	1.800	110	2.200	- 400	1.820	2.620
08	44	880	175	3.500	- 2.620	- 800	0
09	111	2.220	80	1.600	+ 620	- 180	620
10	111	2.220	75	1.500	+ 720	540	1.340
11	111	2.220	80	1.600	+ 620	1.160	1.960
12	67	1.340	125	2.500	- 1.160	0	800
TOTAL	1.200	24.000	1.200	24.000	0	0	1.746

Notas aclaratorias:

Índice estacional = (Prom. Venta mensual / Venta anual) $\times$ 100.

El índice de venta estacional se utiliza para calcular la venta mensual en función del plan de ventas.

Venta mes i = (Ind. estacional $\times$ Venta media) / 100.

La columna acumulado nos evidencia el stock inducido como consecuencia de las diferentes estacionalidades de producción y venta.

Como obviamente el stock no puede ser negativo, a esta columna se le suma la máxima diferencia negativa existente (en el ejemplo, 800 unidades), con objeto de **positivar las cifras**, dándonos como resultado el «stock estacional por mes». Con lo cual habrá siempre un mes que sea cero (en este ejemplo el mes de agosto).

El total de la columna stock representa el promedio mensual de **stock estacional**.

Tal y como se evidencia en el ejemplo anterior, la empresa tendría que soportar un stock promedio mensual de 1.746 unidades como consecuencia de su estacionalidad.

Suponiendo que el precio medio de los artículos de que se compone la familia de productos fuese, por ejemplo, de 2.000 €, y que el coste de mantenimiento de stocks fuese del 30% anual, el referido inventario le costaría a la empresa:

$$1.746 \times 2.000 \text{ €} \times 0,30 = 1.074.600 \text{ € anuales}$$

En la práctica el stock estacional se expresa en términos de días de venta, así:

$$(1.746/24.000) \times 365 = 26,5 \text{ días}$$

No cabe duda que esta inversión sería excesivamente alta, por lo cual habría que reducirla consiguiendo una mejor adaptación del perfil de producción con respecto a la estacionalidad de la venta.

El stock estacional como stock de seguridad

En los meses en que la empresa tiene que mantener un stock anticipado por razones de estacionalidad, éste a su vez puede servir como un stock de protección ante variaciones de la demanda y del *lead-time*.

Para evitar una doble protección con stock de seguridad y stock estacional, se recomienda considerar el stock estacional como parte del stock de seguridad, por lo cual a efectos del cálculo del stock normativo mensual se procederá de la siguiente forma:

- Poner sólo el stock estacional cuando éste es mayor que el de seguridad.
- Poner el stock adicional necesario junto al stock estacional para conseguir el nivel de stock de seguridad deseado.

Otras clases de stocks

El cálculo de la norma de stock sólo se refiere a los denominados «tipos normales», o sea, aquellos que presentan una venta regular a lo largo del año; sin embargo, las normas deberían ampliarse para otros tipos de stocks, tales como:

- Stocks para atender «pedidos especiales».
- Stocks clasificados como administrativos (tales como stocks para reparar, consignaciones y obsolescencia de productos).

7.5. Cálculo de la norma de stocks

Hemos visto que la norma de stock logística, la que contribuye al grado de servicio, se compone básicamente de dos elementos:

- a) El stock base.
- b) El stock de seguridad.

Ahora vamos a ver el método de cálculo de cada uno de estos tipos de inventarios.

Anteriormente hemos visto que el stock base se genera como consecuencia de la política de compras (tamaño de los lotes), y que en términos de promedio equivale a la mitad del lote de compra; sin embargo, se comprende fácilmente que en la práctica ni los lotes de compra ni los periodos de aprovisionamiento son iguales a lo largo del año; por tanto, una forma de aproximarnos al problema sería partir del concepto de **lote promedio**, cuyo cálculo sería igual a dividir la previsión de compras anual por la frecuencia de aprovisionamiento del producto. Así, por ejemplo, si tenemos una previsión de compras anual de 12.000 unidades de un determinado producto, del cual nos aprovisionamos mensualmente, el lote promedio sería de $12.000/12$, o sea, 1.000 unidades y en consecuencia el stock base generado sería de $1.000/2$ o sea 500 unidades de promedio.

Cabe únicamente la salvedad de que el lote promedio calculado sea inferior a la unidad mínima de entrega (*pallets*, contenedores, camión completo, etc.), en cuyo caso se redondea éste al lote mínimo.

En definitiva, redundando una vez más en el concepto expuesto, el procedimiento de cálculo sería el siguiente:

El programa anual de producción o aprovisionamiento, a nivel de tipo o referencia comercial, se divide por la frecuencia de aprovisionamiento, con lo cual tenemos el concepto de «lote promedio de entregas», el cual una vez redondeado al lote mínimo de entrega, se divide por 2 para obtener el valor promedio de los lotes.

Por tanto, la fórmula de cálculo del stock base sería la siguiente:

$$\text{Stock base} = (\text{Plan anual aprovisionamiento} / \text{Frecuencia Aprox.}) / 2$$

Ejemplo:

Supongamos que la previsión anual de aprovisionamiento es de 14.000 unidades.

El régimen de aprovisionamiento es quincenal; o sea, 2 veces al mes, luego la frecuencia de aprovisionamiento será igual a 24.

$$\text{Stock base} = (14.000/24)/2 = 292 \text{ unidades}$$

La conclusión más importante a este respecto es que toda política tendente a reducir los *lead-times* de aprovisionamiento o, lo que es lo mismo, a aumentar la frecuencia de entregas, nos permite reducir el tamaño del lote y, en consecuencia, la inversión promedia que la empresa tiene que hacer en stock base.

El stock de seguridad, como sabemos, representa una inversión permanente adicional en stocks, para cubrir la contingencia de que la variabilidad de la demanda y del *lead-time* sean mayores que el promedio esperado, evitando así una posible rotura de stocks con un grado de probabilidad prefijado (grado de servicio)

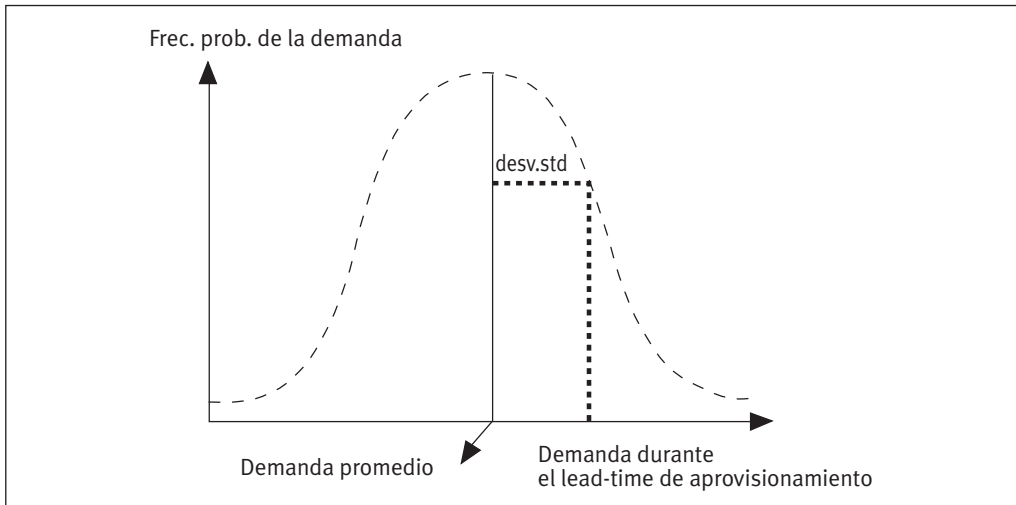
La probabilidad de rotura de stock como resultado de la demanda durante el *lead-time* promedio del sistema, en el caso de que ésta sea más alta que el promedio esperado, depende de la variabilidad de la demanda durante el referido *lead-time*.

Estadísticamente se demuestra que a nivel de ítem o referencia comercial y para horizontes de previsión cortos (*lead-time* de aprovisionamiento), la demanda de un producto se comporta de acuerdo con las leyes de la «distribución normal» (curva de Gauss), lo que significa que estará definido por una «media» y una dispersión en torno a la media (desviación típica o estándar), que denominaremos «sigma».

La **cobertura**, que debe estar por encima de la media, se establece aplicando una determinada cantidad de **sigmas**. El parámetro multiplicativo correspondiente, que en estadística se denomina **valor z**, representaría el nivel de stock de seguridad necesario para estar cubierto en términos de probabilidad (% de grado de servicio) de una «rotura de stock».

El valor Z lo tomaremos de las tablas estadísticas universalmente conocidas, en función del grado de servicio que pretendamos ofrecer; así, por ejemplo, para un servicio del 97% el valor Z sería de 2.

CURVA DE GAUSS



Todo este razonamiento anterior se expresa en forma matemática con la siguiente fórmula:

$$\text{STOCK DE SEGURIDAD} = \text{Factor } Z \times \sigma \times \sqrt{(L/F)}$$

- El factor Z se toma de las tablas estadísticas según el grado de protección (servicio) que deseemos dar.
- σ es la desviación típica o estándar de la demanda.
- $\sqrt{(L/F)}$ es un factor de corrección a aplicar cuando el *lead-time* (L) y el periodo del *forecast* de ventas (previsión) no están expresados en las mismas unidades de tiempo; por ejemplo, si el *lead-time* se expresa en decenas y el periodo del *forecast* es de un mes (30 días), el factor de corrección sería igual a $\sqrt{(10/30)}$.

Ejemplo

Supongamos que la desviación estándar de una demanda es igual a 140, y que deseamos dar un grado de servicio del 97% ($Z = 2$). Tanto la demanda como el *lead-time* están expresados en meses.

El stock de seguridad sería $= 2 \times 140 \times \sqrt{(1/1)} = 280$.

$$\text{STOCK NORMATIVO} = \text{STOCK BASE} + \text{STOCK DE SEGURIDAD}$$

Añadiéndole, en su caso, los stocks de infraestructura y/o administrativos que pudieran existir.

7.6. ¿Cómo optimizar el stock?

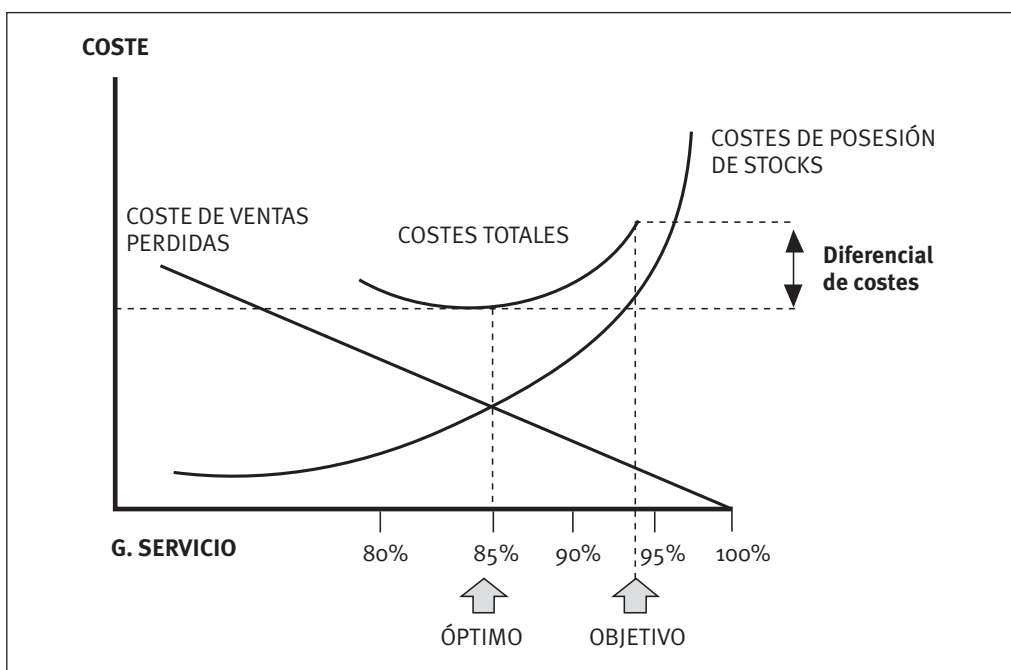
Hasta ahora hemos revisado los elementos constitutivos de la norma de stock y su forma de calcularlos; ahora vamos a plantear el procedimiento a seguir para optimizar la norma en función del grado de servicio, teniendo en cuenta las consecuencias económicas derivadas del referido grado de servicio o disponibilidad.

En este punto hay que tener claro que el mantenimiento de un cierto nivel de stocks siempre implica unos gastos para la empresa, como analizaremos oportunamente (costes de posesión). Por otro lado, la falta de disponibilidad del producto implica potencialmente una pérdida de venta, y en consecuencia unos menores beneficios que también se pueden evaluar, al margen de otros aspectos intangibles como son la posible pérdida de mercado. Comoquiera que el nivel de stocks es una consecuencia de la política de aprovisionamiento y el grado de servicio (disponibilidad) deseado, el problema se plantea en los términos siguientes:

Llamaremos **stock óptimo** a un nivel medio de existencias, en las cuales el coste de posesión de las mismas equivale al coste potencial de las ventas que podrían perderse por una eventual falta de existencias, de acuerdo con el grado de servicio ofrecido. A este grado de servicio obtenido le vamos también a llamar «grado de servicio óptimo», ya que es el que minimiza en conjunto la función de **costes totales**.

En el gráfico se recoge lo expuesto en el párrafo anterior.

GRADO DE SERVICIO ÓPTIMO



Denominaremos a este stock óptimo con el nombre de **stock normativo**, para diferenciarlo de otro nivel de stock que pudiera ser comercialmente recomendable aunque no fuese el óptimo y que vamos a denominar **stock objetivo**.

Del gráfico anterior, sacamos las siguientes conclusiones básicas:

- 1.º Que la curva de costes totales es bastante plana o, lo que es lo mismo, poco sensible a pequeñas variaciones al óptimo, por lo cual, en el ejemplo anterior diríamos que el «grado de servicio óptimo» está en torno a un 85%.
- 2.º Que cuando por razones comerciales se decide un grado de servicio superior al óptimo (por ejemplo, porque no queremos perder ventas en un momento de lanzamiento de nuevos productos), el stock objetivo correspondiente implica un coste diferencial para la empresa, que debiéramos evaluar y asumirlo como tal.

Las siglas TOE (*trade-off* económico) las vamos a interpretar como el cálculo requerido para hallar el grado de servicio interno al cliente «óptimo», en el sentido de que minimiza el coste total integral ocasionado por los niveles de stocks requerido más el coste de las ventas perdidas por falta de stocks.

La preparación de planes de marketing y ventas incluye la selección de determinadas alternativas; una de las elecciones sería convenir el nivel de stocks. El propósito de un cálculo TOE es comprobar las consecuencias económicas de las posibles alternativas previsibles.

Los cálculos TOE son un tipo especial de cálculo de decisión que están destinados a determinar una «solución integral óptima» que debería conducir a un ajuste de situaciones operacionales a corte plazo.

El propósito del cálculo TOE es determinar el estado óptimo de dos objetivos diferentes: por un lado, bajo nivel de stocks y, por otro lado, un alto nivel de servicio al cliente.

La situación ideal debería ser tener un stock equilibrado bajo, junto con un alto nivel de servicio interno al cliente que implique tener el flujo de mercancías bajo control.

Cuatro elementos forman parte de este cálculo TOE:

- A. Cálculo de los costes de stock.
- B. Cálculo del margen de contribución.
- C. Cálculo de los costes de ventas perdidas.
- D. Cálculo de la norma de stock óptima.

7.6.1. Cálculo de los costes de posesión

El coste de mantenimiento o posesión del stock se refiere, en general, al coste de tres factores: interés, almacenamiento y riesgo.

A. Cálculo de los costes de interés del capital vinculado a los stocks

Comoquiera que estamos ante un cálculo de decisión, hemos de tener en cuenta los llamados costes de oportunidad; o sea, el perjuicio ocasionado (lucro cesante) por tener el capital invertido en stock en lugar de tenerlo en otras actividades, lo que nos generaría un interés o nos evitaría pagar réditos.

El criterio para evaluar el capital vinculado a los stocks, a corto plazo, es normalmente «ahorros del interés relacionado con el capital prestado por las entidades financieras», y de ahí «ahorros de los intereses pagados a terceros».

Para hacer posible el cálculo de los dichos ahorros debe determinarse lo siguiente:

- Tasa de interés pagada.
- Nivel promedio del stock a lo largo del año.
- Nivel de precios de coste de los stocks.
- Duración del capital vinculado (días promedio de existencias).

Por razones prácticas deben ser aplicados los siguientes principios en cuanto al tipo de interés aplicable a los stocks:

1. La tasa más alta de interés pagado para los préstamos pendientes que la empresa tenga con entidades financieras (los cuales pueden ser objeto de cancelación), ya que se supone que si la empresa dispusiera de más dinero, como consecuencia de una desinversión en stocks, el exceso de liquidez lo aplicaría a la cancelación de los préstamos más caros.
2. La tasa de interés promedio en el mercado de capital.

En cualquier caso, para la selección de la tasa aplicable en cada situación se debería consultar con el departamento financiero.

Si una decisión exige stocks más altos, este incremento en los requisitos de capital debe comentarse con el departamento financiero, a fin de tener una confirmación de la tasa de interés aplicable, ya que pudiera ocurrir que para necesidades adicionales de capital cambiase la tasa de financiación aplicada, en cuyo caso hay que efectuar un nuevo cálculo TOE.

Obsérvese que la tasa de interés aplicable a estos tipos de cálculo de decisión puede diferir considerablemente de la aplicada en cálculo de costes normales.

– El nivel de stocks.

El nivel de stock utilizado en el cálculo se refiere exclusivamente a la parte de los stocks que contribuye al servicio.

Los otros componentes de stock (stock del *pipe-line*, stock obsoleto, etc.) se añaden al resultado del cálculo de norma de stock en términos de días de calendario, para que se pueda utilizar como norma presupuestaria.

B. Costes de almacenamiento

Estos costes incluyen los gastos fijos tanto directos como indirectos imputables al área de almacenamiento de los productos y deben ser proporcionales a la «capacidad» ocupada por los artículos objeto de cálculo. Los costos variables correspondientes a la manipulación de los productos (*picking*, empaquetado, etc.) se deben de excluir de este tipo de cálculo.

Los aspectos más significativos de estos costes estarán, por tanto, relacionados con el área y volumen ocupado en el almacén por estanterías, *pallets*, etc., así como las cuotas de los gastos generales (dirección, administración, conservación, etc., imputables a las referidas áreas de almacenaje).

En el caso de necesidad de ampliación de capacidad, los costes calculados deben incrementarse con los costes de capacidad adicional, al margen de que esta capacidad se emplee o no por completo.

Obviamente, el coste de almacenamiento de un producto dependerá de las características físicas del mismo: volumen, empaquetado, medio de contención empleado (*pallet*, contenedor, etc.), ya que, en definitiva, su coste dependerá del volumen de capacidad requerido para su ubicación.

C. Riesgos

Los costes de riesgos se relacionan con las pólizas de seguro que hay que pagar por las mercancías ubicadas para cubrir las contingencias de incendio, robo y deterioro en general de las mercancías.

Se supone que las primas de seguro para el edificio, etc., se incorporan dentro de la tasa de almacén.

También en este capítulo se incluye el riesgo de obsolescencia de los productos almacenados o caducidad de los mismos (sobre todo, en productos perecederos), lo cual se cubre en forma de un porcentaje precalculado sobre su precio de coste, teniendo en cuenta las características del producto y vida previsible del mismo.

Al final, todos los costes de mantenimiento o posesión del producto se transformarán en un porcentaje sobre su precio de coste, tal y como veremos en el ejemplo

siguiente. En la práctica este porcentaje oscila entre un 20 y 30% y lo vamos a denominar, a efectos de cálculo, **factor K**.

Ejemplo

Cálculo de los costes de mantenimiento de stock.

Supongamos que partimos de los siguientes datos de un determinado artículo:

- Volumen de ventas anual = 3.650 unidades.
- Stock calculado s/GS aplicado = 1.000 unidades.
- Días de stocks = $(1.000/3.650) \times 360 = 100$ días.
- Costes de interés, base anual = 13,3%.
- Precio de coste del producto = 800 €.

Cálculo del factor K

- Intereses del capital invertido
- 13,3% del valor neto del stock $800.000 = 106.000$
- Costes de almacenamiento, base anual $= 50.000$
- Coste de riesgo, base anual $= 26.000$
- TOTAL $= 182.000$

Factor K = $(182.000/800) \times 100 = 23\%$ (redondeado)

A efectos del cálculo del stock óptimo (ETO), como después veremos, nos interesa conocer el coste diario de posesión por unidad de producto, cuyo cálculo sería el siguiente:

$$(182.000/1.000 \times 365) = 0,50 \text{ €}$$

Esta cifra multiplicada por los días de stocks que nos generarían los diferentes grados de servicio representaría la curva de costes de posesión de stocks del gráfico anteriormente indicado

También se podría calcular aplicando la siguiente fórmula:

$$(\text{Días de stock} \times \text{Precio coste} \times \text{Factor K})/365$$

Así, para 100 días de stock, sería:

$$(100 \times 800 \times 0,23)/365 = 50 \text{ €}$$

7.6.2. Cálculo del coste de ventas perdidas

Perder una venta significa perder el «margen de contribución» del producto que no se ha vendido: o sea, el beneficio potencial que deja de ganar la empresa por no efectuarse la venta aludida.

Dicho beneficio, a efecto del cálculo de decisión, se puede estimar como la diferencia entre el precio de venta neto de un producto menos todos los gastos variables que se hubiesen generado como consecuencia de su fabricación, almacenaje y distribución. Los costes fijos no se incluyen, ya que éstos no se pueden variar a corto plazo como consecuencia de una falta de stocks.

Cálculo de la contribución al margen bruto

Cuando una empresa no tiene stocks disponibles en su almacén para satisfacer los requerimientos de un pedido, en principio la venta se perderá, ya que el cliente tratará de abastecerse de otro competidor nuestro; sin embargo, puede ocurrir que el mercado acepte una política de «pedidos pendientes», lo que significa que el producto se entregaría posteriormente cuando haya disponibilidad previa confirmación del cliente; esto implica a su vez un determinado porcentaje de cancelación de pedidos.

El porcentaje de los pedidos que se perderá probablemente frente a los competidores (debido a la carencia de stocks) puede ser muy alto (tiende al 100 por cien) en un «mercado de compradores»; sin embargo, hay que hacer una estimación de la probabilidad de pérdidas de venta en función de los datos estadísticos de que disponemos. (relación entre pedidos anulados y pedidos pendientes.)

En el cálculo -TOE, el porcentaje de probabilidad de pérdida de ventas juega un importante papel, por ello debe ponerse mucho cuidado en la elección de este porcentaje.

La fórmula que se utiliza en este cálculo es la siguiente:

Costes de ventas perdidas por unidad de cálculo:

$$((100 - \% \text{ GS})/100) \times (\% \text{ prob. ventas perdidas}/100) \times \text{Marg. contr.}$$

Esta expresión en el gráfico anterior está representada por una función lineal que varía proporcionalmente al grado de servicio.

Ejemplo

Supuesto: GS = 80%.

Margen de contribución = 432 €.

Probabilidad de ventas perdidas = 20%.

Costes de ventas perdidas por unidad =

$$((100 - 80)/100) \times (20/100) \times 432 = 17,28 \text{ €}$$

7.6.3. Cálculo de la norma óptima de stocks

El proceso de la norma de stock comienza con la determinación de los datos del stock base o de lote a nivel **referencia** (tipo o versión comercial) y continúa con el cálculo del stock de seguridad por referencia, para diferentes grados de servicio, utilizando el modelo de cálculo mencionado. Obviamente, en la práctica esto se realiza con ayuda informática.

El stock normativo a nivel «familia de productos» estará basado en la adición de los stocks normativos para las diferentes referencias que lo componen.

El cálculo TOE confronta los dos puntos de equilibrio: los costes de stock y los costes de ventas perdidas.

El resultado del modelo TOE es el grado de servicio óptimo, el cual se encuentra cuando la suma de los costes totales señalados (costes de stocks y ventas perdidas) es la más baja.

Ejemplo

En el ejemplo siguiente, se ha elaborado un supuesto simple en el que se demuestra el procedimiento de cálculo del TOE.

Dado:

- % de probabilidad de ventas perdidas: 20.
- Margen de contribución por unidad en \$: 432.
- Costes de stocks por día, por unidad de cálculo en = 0,50.
- G. servicio alternativos en porcentaje: 80,85,90,95,99.

Se pregunta cuál es el % óptimo de grado de servicio.

	G. serv. (1)	Norm. St. (2)	Cost. St. (3)	Cost. Vent. Perd. (4)	TOTAL (5)
	80	30	15,0	17,28	35,28
	85	35	17,5	12,96	30,46
**	90	41	20,5	8,64	29,14
	95	52	26,0	4,32	30,32
	99	73	36,5	0,86	37,36

(1): Grado de servicio. (2): Norma stock, promedio en días. (3): Coste de stocks por unidad y día para la norma establecida. (4): Coste de ventas perdidas. (5): Suma de los costes totales.

El grado de servicio óptimo queda fijado en 90%, ya que representa los menores costos totales.

7.7. Consideraciones sobre los modelos de decisión para medir los stocks

El lector habrá observado que con frecuencia se utiliza la palabra «óptimo» en la formulación de los referidos modelos; sin embargo, no es un óptimo en el sentido estricto de la palabra, sino un cálculo TOE (*trade-off* económico), que tiene como virtud el aproximarnos al ideal requerido por la empresa en función de una serie de condicionantes prácticos que hagan útil y operativa su aplicación. En este sentido conviene mencionar los siguientes aspectos:

- 1.º Los cálculos se orientan a nivel «familia de productos», o sea, una gama de artículos que tienen características técnico-comerciales similares, diferenciándose básicamente en color, potencia, tamaño, etc., y sobre los cuales se promedia un precio para el cálculo de los costes de posesión (factor K).
- 2.º Los parámetros necesarios para el cálculo del stock base, nivel de servicio, stock de seguridad, etc., también se aplican a nivel de la referida familia de productos seleccionada. Si por razones especiales a un determinado producto no se les pudieran aplicar estos parámetros, se segregaría de la familia original.
- 3.º Los cálculos básicos para generar la norma de stocks se efectúan a nivel de ítem o referencia comercial tomando un historial de un año, sobre los cuales se calcula su media y desviación típica, si bien después se agregarían sus resultados a nivel familia de producto.

El resultado final debe ser un **modelo de decisión** que nos permita conocer la implicación en coste total ante diferentes alternativas de servicio y/o modificación de alguno de los parámetros básicos, tales como probabilidad de ventas perdidas, reducciones de *lead-time*, etc.

7.8. Sistemas de reposición de stocks

7.8.1. Introducción

Como punto de partida, tenemos que tener definida la infraestructura logística correspondiente al modelo de distribución, o sea:

- Red de almacenes centrales y periféricos.
- Cálculo del stock normativo global.
- Política de ubicación de los stocks.
- Sistemas de almacenaje y distribución física.

El paso siguiente será el definir las fórmulas aplicables para una correcta reposición de los stocks dentro de la mencionada red de distribución, en el sentido de dar una respuesta correcta a **cuándo** debemos reponer un producto en un determinado punto de stocks y en qué cantidad. Ambas preguntas clave: **cuándo y cuánto** hay que reponer de un determinado producto, constituyen el tópico del presente epígrafe.

Conviene destacar que en el presente capítulo nos referiremos única y exclusivamente a la denominada **demanda independiente**; o sea, productos terminados con destino a la venta, excluyendo sistemas habituales de fábrica para la reposición de materias primas y componentes (**demanda dependiente**), ya que para estos conceptos se recomienda utilizar el sistema universalmente conocido como MRP.

En gestión de stocks, se distinguen básicamente dos sistemas:

- Sistemas pull (arrancar el producto).
- Sistemas push (empujar el producto).

Los sistemas PULL se caracterizan por que los almacenes o diferentes puntos de venta determinan individualmente las necesidades específicas de reposición de sus stocks, calculando la cantidad requerida, la cual piden directamente a su almacén suministrador; en cambio, en los sistemas PUSH es el almacén central (o la fábrica) la que adquiere todo el protagonismo, determinando la cantidad a enviar a cada almacén o punto de venta, basándose en un cálculo consolidado de las necesidades previstas (*forecast*), así como del conocimiento del stock disponible en cada almacén y unas reglas de reparto establecidas. Literalmente los stocks se empujan a los almacenes periféricos y puntos de venta.

Las ventajas de los sistemas PULL, en relación con los sistemas PUSH, se centran fundamentalmente en la posibilidad de operar de forma autónoma, con un mejor conocimiento de causa (decisión in situ), así como la posibilidad de utilizar instrumentos informáticos más rudimentarios, que implican menos gastos de comunicación y proceso de datos.

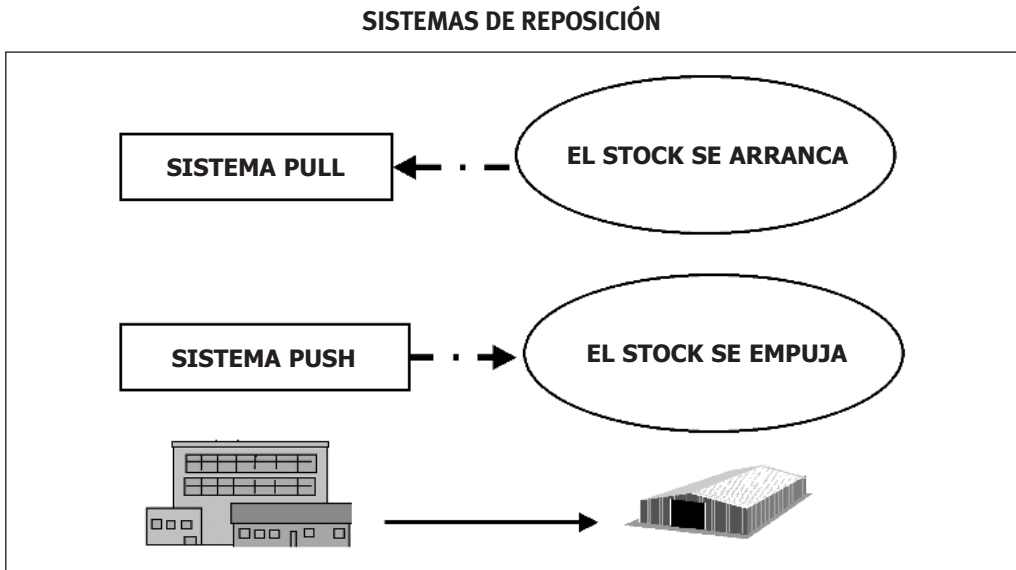
Las principales desventajas se centran fundamentalmente en:

- Descoordinación de las necesidades globales de la empresa, con la dificultad consiguiente para efectuar un plan de entregas.
- Las órdenes se cursan sin tener en cuenta el stock total disponible: programas de fabricación, etc.
- Se produce una «sub-optimización» en el sentido de que el almacén central atiende siguiendo el orden de «el primero que pide, el primero que se entrega».
- Incremento del stock de seguridad, como veremos oportunamente.

Entre los sistemas PULL, cabe mencionar:

- a) El punto estadístico de pedidos (OP, *order point*).
- b) Sistemas de revisión periódica.
- c) DOP (doble punto estadístico de pedidos).
- d) Reposición de ventas (sistema supermercado).

En los sistemas PUSH, el más importante es el llamado DRP, que veremos posteriormente:



7.8.2. Cálculo del punto estadístico de pedidos

El llamado punto estadístico de pedidos (OP) está basado en el principio de que el stock se debe reponer en el momento en que su nivel alcanza un valor equivalente a la «previsión de consumo» del mismo durante su *lead-time* de aprovisionamiento.

Debido a que ambas variables (*lead-time* y previsión de consumo) son por naturaleza erráticas, el referido nivel (OP) se verá a su vez incrementado con un stock de seguridad para cubrir la contingencia de la variabilidad de ambas magnitudes.

Si llamamos:

D = Consumo de la demanda durante el período de aprovisionamiento.

L = Tiempo de aprovisionamiento del producto (*lead-time*).

Qs = Stock de seguridad requerido.

Tendremos:

$$\text{O.P.} = D \times L + Q_s$$

El stock de seguridad (Q_s) se calculará aplicando la siguiente fórmula:

$$Q_s = S \times Z \times \sqrt{(L / T_f)}$$

En donde S(sigma) representa la **desviación estándar** de la demanda durante el *lead-time* de aprovisionamiento.

Z es el factor de seguridad aplicable para un determinado grado de servicio; por ejemplo, si el grado de servicio deseable fuera del 95%, el factor Z sería del 1,65 de acuerdo con las tablas estadísticas correspondientes a los valores Z.

F representa el periodo del *forecast* de venta, referido en las mismas unidades que el *lead-time* (L); así, por ejemplo, si el *lead-time* se expresara en semanas y el *forecast* se expresara en quincenas, el F sería igual a 2.

Ejemplo

Supongamos las siguientes cifras:

D = 25 unidades por semana (luego F = 1)

L = 1 semana

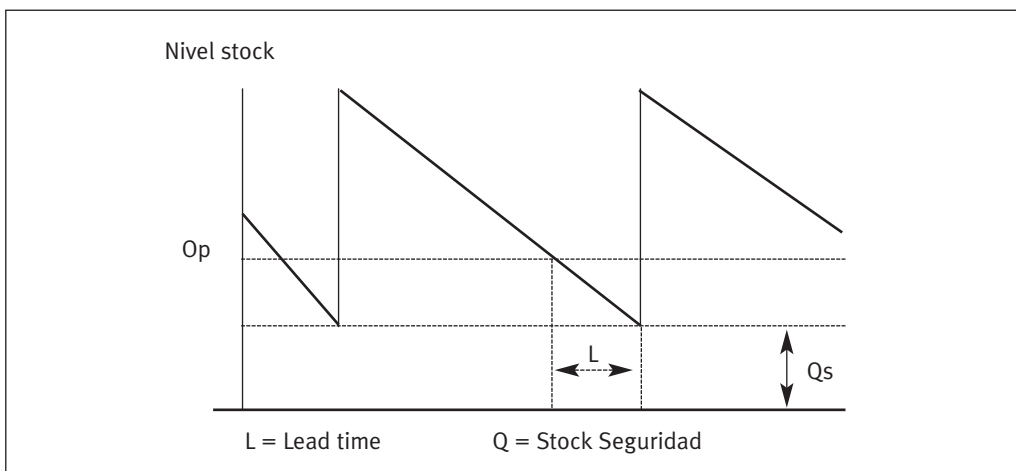
S = 2,33

Servicio = 95% con un Z = 1,65

$$\text{O.P.} = 25 \times 1 + 2,33 \times 1,65 \times \sqrt{(1/1)} = 28,84 \approx 29$$

Este modelo de cálculo gráficamente se podría expresar de la siguiente forma:

PUNTO ESTADÍSTICO DE PEDIDOS



Hasta aquí hemos solucionado la primera de las preguntas de CUÁNDO reponer un pedido; la segunda pregunta, que corresponde al CUÁNTO, se soluciona normalmente aplicando el procedimiento del **lote económico**.

El punto estadístico de pedidos constituye uno de los sistemas más sencillos de aplicar y universalmente más empleados; sin embargo, como todo modelo matemático, está sujeto a unos determinados condicionantes que hacen que en la práctica sea más o menos factible su utilización; entre otros, podemos mencionar fundamentalmente los siguientes:

- a) La demanda debe ser constante, conocida, regular y de fácil predicción.
- b) Los productos no deben ser perecederos, ni estar sometidos a grandes riesgos de caducidad u obsolescencia, ya que de lo contrario corremos el riesgo de que el producto quede fuera de servicio antes de alcanzar su punto estadístico de reposición.
- c) Obviamente, se requiere un sistema informático apropiado para conocer al menos diariamente la posición de los stocks. Este inconveniente se soluciona hoy en día fácilmente gracias a la informatización de los sistemas, así como la utilización generalizada de los códigos de barras en los productos, con los diferentes dispositivos técnicos existentes para su reconocimiento (lectura óptica, *scanners*, etc.), que se utilizan en forma primaria para el proceso de facturación y control de los productos vendidos.

Su principal inconveniente es que cuando diferentes productos proceden de una misma fuente de aprovisionamiento, se puede producir una proliferación de pedidos que se pueden generar diariamente a los mismos proveedores o fuentes de aprovisionamiento, con los consiguientes trastornos a efectos administrativos.

7.8.3. El doble punto estadístico de pedidos (DOP)

En un intento de mantener un mínimo de coordinación entre las necesidades comerciales y la planificación industrial, se concibe el sistema denominado DOBLE PUNTO DE PEDIDO, que consiste en mantener un punto de aviso previo (DOP) a la fábrica o suministrador para que inicie las labores previas de programación, lanzamiento y fabricación del producto con la antelación suficiente al momento de recibir el pedido en firme, que se generaría a través del procedimiento normal de OP.

En consecuencia, este punto no constituye una orden de compra, sino meramente **un aviso previo** a la fábrica.

El cálculo del DOP se efectúa de una forma similar al OP, con la diferencia de que en vez de multiplicar la demanda por el *lead-time* de aprovisionamiento, se multiplica por el *lead-time* total de aprovisionamiento + fabricación.

Si denominamos LF al *lead-time* de fabricación, la fórmula que nos genera el aviso sería:

$$\text{DOP} = \text{D} \times (\text{LF} + \text{L}) + \text{Qs}$$

Obviamente, este mecanismo funcionaría previamente al momento en que el stock alcanzase el nivel correspondiente al OP, en cuyo momento se lanzaría el pedido a la fábrica.

7.8.4. Sistema de doble estantería

El sistema de DOBLE ESTANTERÍA constituye una simplificación del método del punto estadístico de pedidos y está concebido para hacer una revisión visual del producto, eliminando así la necesidad de utilizar procedimientos informáticos.

El sistema se basa en algo tan simple como tener identificado físicamente en un producto la cantidad correspondiente al llamado OP. Esta identificación se puede realizar o bien poniendo en una estantería adjunta e independiente la referida cantidad del producto, o bien mediante un sistema de empaquetado especial (por ejemplo, con color diferente), en cuya caja se incluirá la cantidad correspondiente al referido punto estadístico de pedido.

Cuando se agota el stock normal del producto y hay que proceder a utilizar el contenido del referido paquete o estantería, entonces se solicita un nuevo pedido de reposición del mismo.

Un mecanismo tan simple como éste puede ser de suma utilidad sobre todo en productos de poco consumo y valor, como por ejemplo en la industria ferretera o farmacéutica.

A veces el sistema cohabita con otros procesos informatizados y se aplica fundamentalmente a estos tipos de productos, sobre todo cuando aún no se dispone de un código de barras apropiado.

También se suele utilizar en los llamados artículos C, en los cuales su bajo coste o consumo no justificaría la utilización de procesos más sofisticados.

7.8.5. Sistemas de reposición de ventas

Este sistema, llamado también de SUPERMERCADO, es el más simple de todos y consiste en mantener en los puntos de venta un stock equivalente a la venta prevista en un periodo determinado, por ejemplo una semana.

Diariamente se produce un reaprovisionamiento de productos equivalente a la venta efectuada en el día.

El periodo de referencia indicado tiene que ser lo suficientemente grande como para permitir el reaprovisionamiento del producto; naturalmente, en la práctica, se dan diferentes modalidades para la llamada «carga de lineales», en función de determinados condicionantes prácticos y económicos.

7.8.6. Sistemas de revisión periódicos

El sistema que a continuación indicamos tiene especial interés en los casos en los cuales se trata de superar algunos de los siguientes condicionantes:

- Dificultad para mantener un registro diario de los stocks (sistema informático poco desarrollado).
- Productos perecederos o de vida muy limitada, con los cuales no podemos correr el riesgo de que queden fuera de servicio antes de llegar al OP, por lo que conviene vigilarlos periódicamente.
- Conveniencia de hacer pedidos conjuntos, ya que la mayor parte de los productos proceden de los mismos proveedores.
- Economía demostrada en la utilización conjunta de los medios de transporte para reponer los productos.

El sistema se basa en los siguientes principios:

Supuesto que se establece un periodo de revisión R , equivalente por ejemplo a 10 días, se define un nivel de stock máximo (M) de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$M = D(R + L) + Q_s$$

El volumen de pedido a lanzar (Q), en los momentos de revisión, será igual a la diferencia entre el máximo definido y el llamado **stock virtual** (stock físico + pedidos pendientes de recibir).

$$Q = M - (I \times O) = D(R + L) + Q_s - (I \times O)$$

En donde O representa el volumen de pedidos en curso, e I el **inventario** del producto revisado.

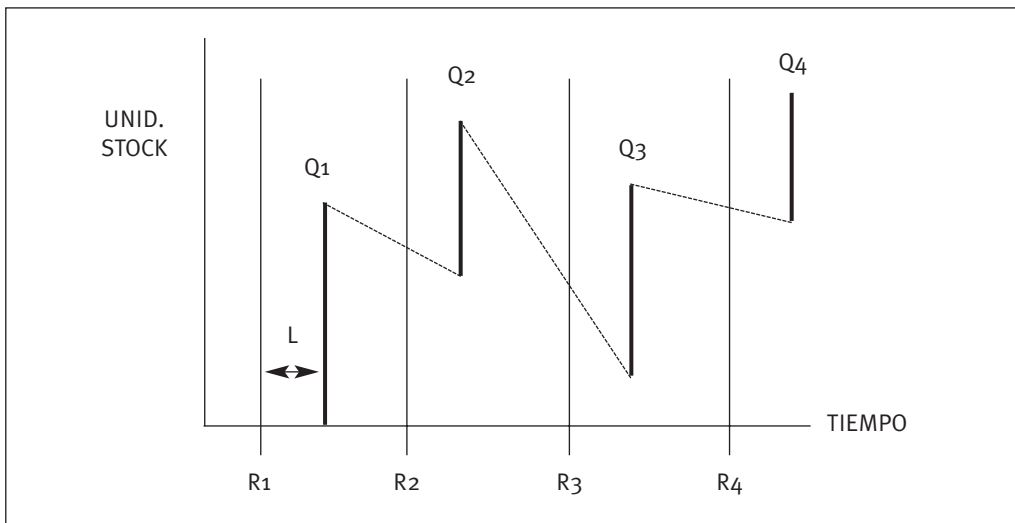
En este supuesto, hay que tener en cuenta que la fórmula de cálculo del stock de seguridad deberá ser modificada de acuerdo con la siguiente variante, ya que en este caso el *lead-time* se ve aumentado por el periodo de revisión.

$$Q_s = Z \times S \times \sqrt{((R + L) / F)}$$

Nótese que, con este procedimiento, el pedido lanzado no es el lote económico, como en el caso del sistema OP, sino una cantidad variable en función del inventario previsto y el máximo definido.

Gráficamente, este sistema se podría expresar de la siguiente forma:

SISTEMA DE REVISIÓN PERIÓDICO

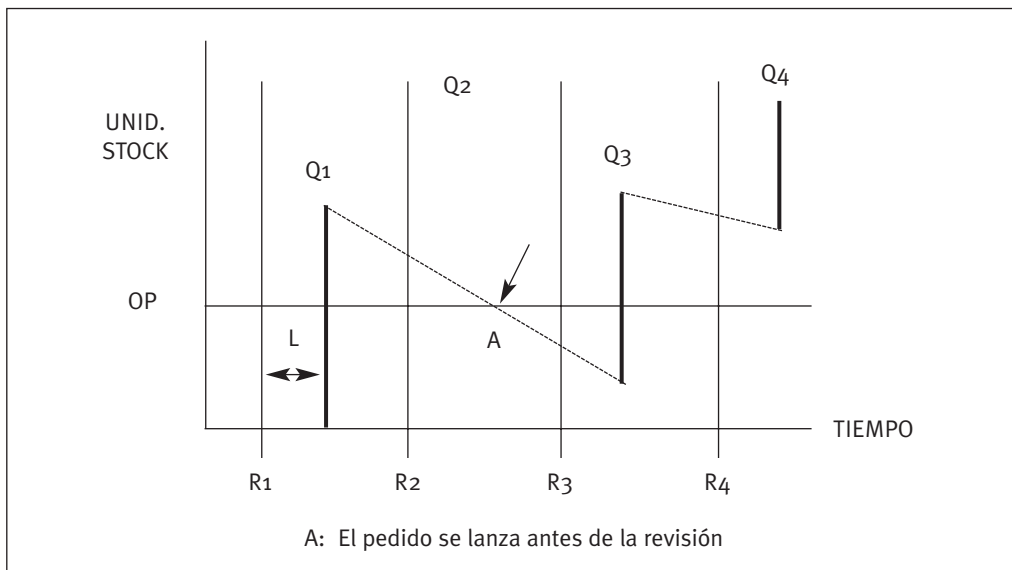


7.8.7. Sistemas híbridos de reposición

Existen casos en los cuales con determinados productos, por razones comerciales (campañas publicitarias, promociones, etc.), puede ocurrir que la demanda se acelere de una forma inusual, corriendo el riesgo de que se agote el producto antes de llegar al momento de su revisión. En este caso, se aconseja utilizar un sistema híbrido o combinación del OP con el sistema de revisión periódico.

El procedimiento consiste, como se puede observar en el esquema siguiente, en dotar a los artículos objeto de revisión periódica de un mecanismo de OP, que funcionaría en el caso de que la demanda del producto, por las razones que fuera, se acelerara de una forma inusual y llegase al punto estadístico de pedido antes de someterse a la revisión periódica correspondiente. En este caso, el pedido se lanza sin necesidad de llegar al momento de la revisión con objeto de evitar el riesgo de rotura de stocks.

SISTEMAS HÍBRIDOS



7.8.8. El sistema DRP

El sistema DRP (Distribution Requirement Planning) constituye típicamente un sistema de los denominados **push**, en el sentido de que el almacén central o centro de distribución toma la iniciativa del abastecimiento automático a la red de almacenes periféricos o puntos de venta, de acuerdo con un programa automáticamente desarrollado de las necesidades de cada uno de ellos y una determinada política de distribución.

El referido procedimiento está inspirado en la técnica del sistema denominado MRP de aplicaciones industriales, aunque, evidentemente, constituye una simplificación del mismo.

Hoy en día constituye uno de los procedimientos más vanguardistas dentro de las diferentes técnicas de gestión de los stocks, ya que permite, entre otras cosas, una conexión directa con el MPS (Plan Maestro de Producción), para poder gestionar de forma integrada las necesidades de materiales y componentes de las fábricas suministradoras. Para comprender el concepto de MPS nos remitimos al punto 7.6: «El proceso de planificación fabril».

Su lógica de cálculo se basa en los siguientes principios:

En un punto central (normalmente el centro de distribución) se mantiene un registro a nivel de «ítem» (referencia comercial) y almacén de todos y cada uno de los productos objeto de distribución, a través de un «paquete informático» especialmente adaptado a las necesidades de la empresa.

Los referidos registros contienen básicamente la siguiente información:

- Stock actualizado del producto.
- Necesidades de venta (*forecast*), previsto para las próximas semanas (horizonte del *forecast*).
- Volumen del pedido a lanzar.
- *Lead-time* de aprovisionamiento medido en semanas.

Teniendo en cuenta estos datos, el computador efectúa básicamente los siguientes cálculos:

A) Proyección del stock

$$\text{Stock disponible} - \text{Necesidades brutas} = \text{Stock proyectado}$$

B) Programación de pedidos

Cuando el stock proyectado es negativo, se planifica una **recepción** en el periodo correspondiente, que a su vez da lugar a un PEDIDO PLANIFICADO a lanzar en periodos anteriores, en función del *lead-time* de aprovisionamiento, tal como se desprende del ejemplo siguiente:

ALMACÉN A:

- Stock inicial = 204 (situado en la columna St. anter.)
- *Lead-time* = 2 semanas
- Volumen pedidos = 500

Semanas	St. anter.	1	2	3	4	5	6	7	8
Necesidades brutas		80	80	80	70	80	90	90	90
Recepciones programadas				500					
Stock proyectado	204	124	44	464	394	314	224	134	44
Pedido planificado		500							

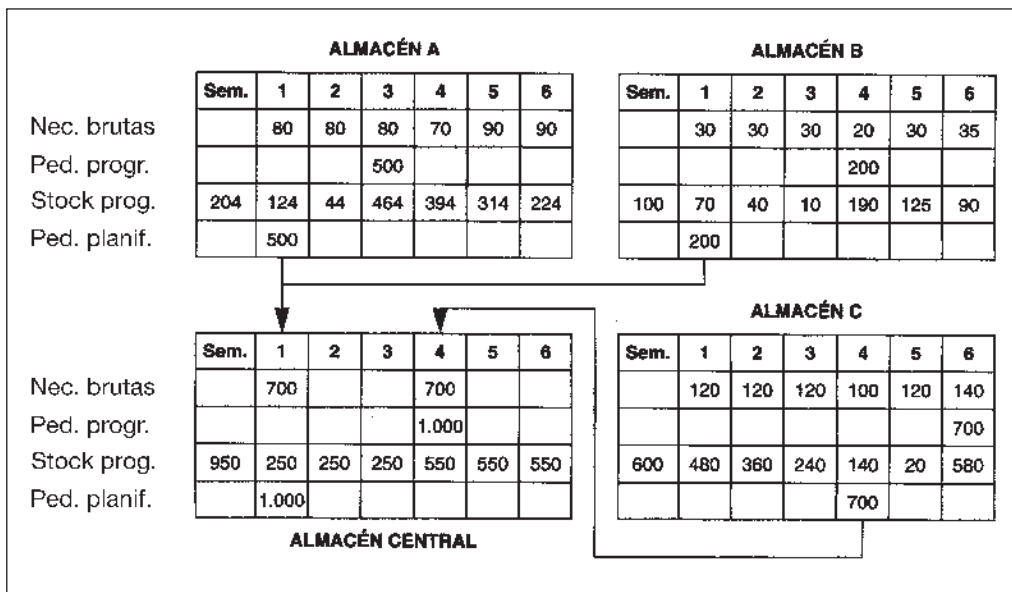
En una solución integral, el horizonte de planning debe ser como mínimo equivalente a un número de semanas igual al *lead-time* de aprovisionamiento y fabricación del producto.

Las NECESIDADES BRUTAS equivalen al *forecast* de ventas (previsión) y se suelen calcular de una forma simple y dinámica aplicando fórmulas sencillas, tales como «medias móviles» o fórmulas de «suavización exponencial».

El STOCK DE SEGURIDAD normalmente se elimina en esta técnica, al menos en los almacenes periféricos y, en caso de requerir una mayor protección, se puede *seguir el artificio* de ampliar el *lead-time* del producto.

Un ejemplo muy simplificado de funcionamiento del sistema DRP se puede visualizar en el gráfico siguiente:

SISTEMA D.R.P. ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO



Obsérvese que en el esquema anterior el almacén A tiene un volumen mínimo de pedidos de 500 unidades con un *lead-time* de 2 semanas; el B de 200 con *lead-time* de 3 semanas, el C 700 con *lead-time* de 2 semanas, y el central un volumen de pedidos de 1.000 unidades con un *lead-time* de 3 semanas.

7.8.9. Principales ventajas del DRP

El sistema resulta muy beneficioso cuando el coste de envíos aconseja enviar grandes cantidades a intervalos poco frecuentes, con lo cual se consiguen grandes economías con la utilización eficiente de la flota de transporte.

A su vez, el hecho de poder realizar un plan global de distribución va a permitir seguir una política de distribución de los stocks, estableciendo prioridades y contingenciación de productos cuando estos escasean, de acuerdo con las necesidades comerciales de cada zona.

El sistema DRP permite mantener la mayor parte de los stocks de seguridad en el almacén central, con lo cual se consigue una economía de escala en la utilización de los stocks.

El hecho de poder integrarse con el sistema MRP* permite optimizar la capacidad de producción, de acuerdo con los planes globales de venta.

Obviamente, este sistema implica la necesidad de tener un sistema informático potente integrado que trabaje en tiempo real, lo que constituye, evidentemente, un coste que hay que sopesar; no obstante, las ventajas son de tal naturaleza que normalmente compensa el mantenimiento de la referida infraestructura informática.

Con frecuencia se critica el sistema desde el punto de vista de la dificultad de realizar una previsión dinámica de ventas realista (*forecast*). En mi opinión, esto es más un temor que una realidad práctica si tenemos en cuenta que la utilización de fórmulas sencillas, tales como «promedios móviles» o «suavización exponencial», pueden solucionar el problema, ya que el sistema tiende a autocorregirse, por lo cual la fiabilidad del *forecast* tiene menos importancia de lo que aparentemente pueda pensarse.

Por último, conviene destacar que cualquiera de los modelos expuestos no constituyen alternativas únicas a emplear, sino que en la práctica, dependiendo de la naturaleza de los productos, su demanda y características comerciales, se pueden utilizar diferentes fórmulas de gestión de stocks, por lo que es frecuente ver la cohabitación de diferentes modelos dentro de una misma red de distribución.

* El concepto de MRP se establece en el punto 5.2 de esta publicación.

Capítulo 8

Almacenaje y distribución física

- 8.1. Introducción.
- 8.2. El almacén como centro de producción.
- 8.3. Misión y responsabilidad de un almacén.
- 8.4. Principios de organización.
- 8.5. Procesos operativos.
- 8.6. Tecnologías de almacenamiento y
manutención.
- 8.7. El concepto de planta de distribución.
- 8.8. La función del transporte.
- 8.9. Los operadores logísticos.
- 8.10. Principales indicadores de gestión logística en
distribución comercial.

8.1. Introducción

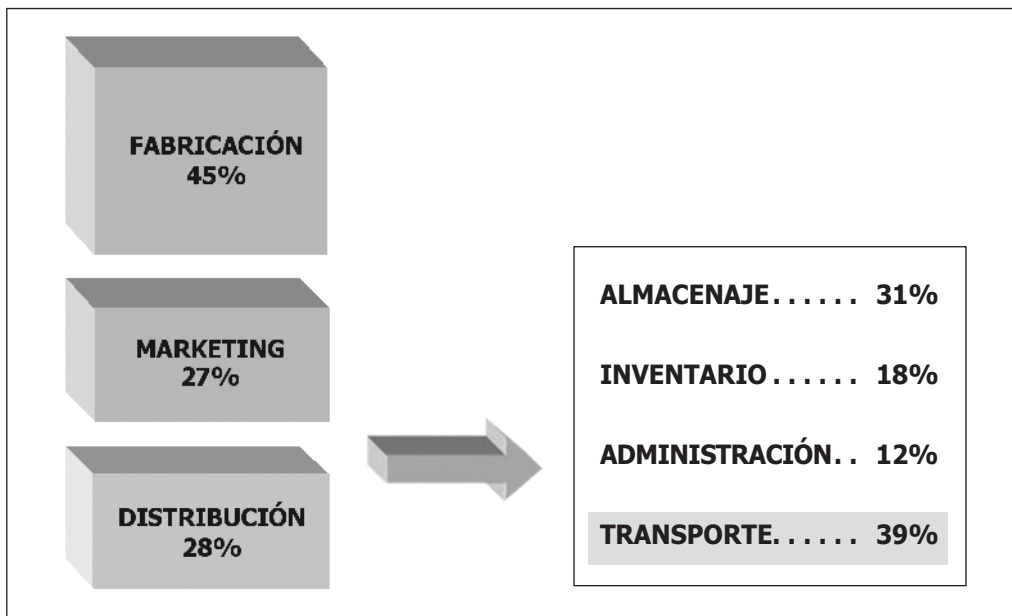
La función de almacenaje y distribución física constituyen, sin duda alguna, los dos grandes pilares en los que se basa la logística de distribución, de tal manera que, debido a la importancia y tecnicismo que conllevan ambas funciones, he preferido dedicarle dos publicaciones independientes que figuran reseñadas en la bibliografía de referencia indicada por el autor, y cuya lectura recomiendo a aquellas personas que deseen una mayor especialización en el tema. Mi interés al respecto en esta publicación se centra más en dar una idea de la problemática existente en este campo que en aportar soluciones técnicas para cada una de las posibles situaciones que se presentan en la vida real de una empresa.

En cuanto a la función de almacenaje propiamente dicha, hemos de tener en cuenta que, a pesar de todos los esfuerzos realizados en LOGÍSTICA para una reducción drástica de los stocks, no sólo no han desvirtuado la necesidad de tener una organización eficaz de los almacenes, sino que por el contrario se han potenciado al máximo, constituyendo hoy en día, sin duda alguna, uno de los puntos neurálgicos para una correcta política de distribución.

Los avances tecnológicos actuales en el campo de la manipulación física y almacenaje de productos («manutención»), así como la aplicación extensiva de la robótica y de la informática en los almacenes, han creado un campo de cultivo suficientemente sustancioso como para hacer que los almacenes constituyan una de las áreas más productivas dentro de la cadena logística de una empresa.

Si tenemos en cuenta que dentro de los gastos logísticos de una empresa el almacenaje y manipulación de los productos representa una cifra en torno a un 30% de los costes de distribución, tal y como se indica en el gráfico siguiente, es fácil comprender cómo la antigua figura del jefe de almacén, al cual se le consideraba básicamente el CUSTODIO de los productos, pasa a ser la de un *MANAGER* capaz de conseguir la máxima eficacia y productividad tanto de los recursos humanos como de los recursos tecnológicos que tiene a su disposición.

IMPORTANCIA DEL COSTE



Hoy en día, el jefe de un almacén ya no es sólo «una persona con capacidad de trabajo demostrada y fidelidad a la empresa, conocedora en profundidad de los productos y con cualidades especiales para el manejo de hombres», sino que básicamente debe ser un GESTOR, técnicamente preparado, con cualidades muy similares a las que hoy en día se exige a un director de fábrica.

8.2. El almacén como centro de producción

Un almacén se puede considerar como un centro de producción en el cual se efectúan una serie de procesos relacionados con:

- a) Recepción de productos (procesos de entrada), que comprende básicamente:
 - Descarga de camiones.
 - Control de la recepción en cantidad y calidad.
 - Adecuación de productos (etiquetado, paletización, etc.).
 - Ubicación de producto en el lugar adecuado.
- b) Almacenamiento de materiales y mercancías (procesos de almacenaje):
 - Custodia de productos en condiciones eficientes para su conservación, identificación, selección y control.

c) Expedición de productos (procesos de salida):

- Recogida de productos y preparación de la expedición de acuerdo con los requerimientos de los clientes en los pedidos.

Podemos agrupar los recursos empleados en este tipo de producción de la siguiente forma:

- a) RECURSOS HUMANOS: que comprenden el empleo de «mano de obra directa», que es aquella que físicamente «manipula el producto», así como de «mano de obra indirecta», que es la que interviene en la dirección, supervisión, mantenimiento y control de equipos y procesos productivos.
- b) RECURSOS DE CAPITAL: que corresponden a la utilización de la nave industrial, maquinarias y equipos de manutención en general, o sea, toda la infraestructura necesaria para realizar los procesos productivos y que se materializan en forma de gastos de alquiler y/o amortizaciones.
- c) CONSUMOS EN GENERAL: tales como electricidad, gas-oil, plásticos, flejes, *pallets*, etc.

Los procesos productivos de un almacén, a diferencia de lo que ocurre en las fábricas o talleres, normalmente **no añaden valor alguno al producto** desde el punto de vista del cliente, por lo cual hay que conseguir **minimizar** el coste de los mismos mediante una correcta racionalización de los recursos empleados.

La organización del trabajo responde al concepto de LÍNEAS DE FLUJO, en donde la producción sigue un proceso secuencial a través de las diferentes «áreas de trabajo» (equivalentes a departamentos fabriles), en donde se efectúan diferentes tareas hasta terminar el proceso; también podríamos mencionar el caso de algunos sectores industriales, tales como almacenistas de hierros, cerámica de construcción, maderas, etc., en donde se detecta en el almacén una actividad tipo «seudotaller», realizando unas pequeñas tareas de transformación del producto, por ejemplo cortes, antes de pasar a los procesos de expedición: estos procesos paralelos, que añaden un cierto valor al producto, tienen como contrapartida el coste del proceso y el coste de los desperdicios correspondientes.

En general, un almacén de los llamados convencionales y la distribución de gastos podríamos centrarlos aproximadamente en los siguientes términos:

- 48% de gasto de personal.
- 42% espacio ocupado.
- 10% equipo y consumibles.

Sin embargo, en la medida en que los almacenes evolucionan con técnicas más avanzadas (mecanización, robótica, etc.), la distribución de gastos se invierte adqui-

riendo más protagonismo los gastos de mantenimiento del equipo, con disminución drástica de los gastos de personal.

El problema logístico del almacén se plantea principalmente en conseguir los **objetivos de servicio establecidos**, con una gestión correcta de los **recursos empleados**, evitando retrasos y colas de espera, para minimizar así el tiempo total del proceso (rapidez en el servicio), a la vez que reducimos los costes operacionales globales.

OBJETIVO BÁSICO

PROPORCIONAR:

- **Grado de servicio deseado.**
- **A un nivel de costes aceptable.**



En los almacenes, el concepto de *LAY-OUT* o DISTRIBUCIÓN EN PLANTA, al igual que en una fábrica, alude a la disposición física de las diferentes áreas de trabajo dentro de almacén, así como a la de los diferentes recursos insertos en los mismos; constituye, sin duda alguna, la parte técnica más delicada en el diseño de un almacén, ya que el *lay-out* condiciona de forma permanente el funcionamiento del mismo.

En este punto, vamos a referirnos fundamentalmente a la definición de las diferentes áreas que componen un almacén, así como a su interrelación, eludiendo en lo posible entrar en excesivos detalles técnicos alusivos a su diseño, ya que dicho detalle, por su naturaleza, queda fuera del contexto de esta publicación.

En primer lugar, en todo almacén hemos de distinguir necesariamente las siguientes áreas de trabajo:

- Áreas de almacenaje.
- Áreas de manipulación del producto.
- Áreas de carga y descarga de vehículos.
- Áreas de servicios internos.
- Áreas de servicios externos.

Hemos de tener en cuenta que cada una de las referidas áreas tiene un carácter específico, estando a su vez condicionadas por una serie de limitaciones constructivas, tales como: vías de acceso, altura de la nave, vigas, etc., así como por condicionantes ambientales, tales como refrigeración, cámaras isotérmicas, o bien por normas de seguridad e higiene en el trabajo, regulación contra incendios, etc., todo ello dependiendo de la naturaleza de los productos a manipular y los medios de manutención empleados.

A continuación indicamos las características más relevantes de cada una de ellas.

ÁREA DE ALMACENAJE

Esta área representa el espacio físico ocupado por las mercancías almacenadas, así como por la infraestructura de estanterías o cualquier otro medio de almacenamiento empleado.

En general, los metros cuadrados y cúbicos ocupados por esta área dependerá fundamentalmente de los siguientes factores:

- Técnicas de almacenamiento empleadas; por ejemplo, estanterías fijas.
- Niveles de ubicación utilizados (alturas).
- Dimensiones de los pasillos y corredores requeridos en función de la técnica de almacenamiento empleada.

ÁREA DE MANIPULACIÓN

Esta área representa el espacio reservado para la clasificación y preparación de pedidos (una vez efectuada su recogida), empaquetado, etiquetado, plastificación en su caso, así como la necesidad de cualquiera de otros equipos adicionales tales como control de pesaje, retractilado de *pallets*, etc. Su diseño obviamente está en función del proceso establecido.

ÁREAS DE CARGA Y DESCARGA

Estas áreas están íntimamente ligadas al diseño de los muelles, que constituyen uno de los elementos más esenciales para un buen funcionamiento de la instalación. Téngase en cuenta que los muelles, con frecuencia, representan uno de los elementos limitativos de la capacidad operativa del almacén (*input/output* de productos), por lo cual conviene diseñarlos con la suficiente holgura y flexibilidad posible para evitar situaciones de estrangulamiento en los procesos (cuellos de botella y colas).

Las áreas de carga y descarga deberán ser lo suficientemente amplias para conseguir un trabajo fluido en los procesos de expedición, evitando la congestión de productos, que se traduciría inexorablemente en retrasos en el reparto.

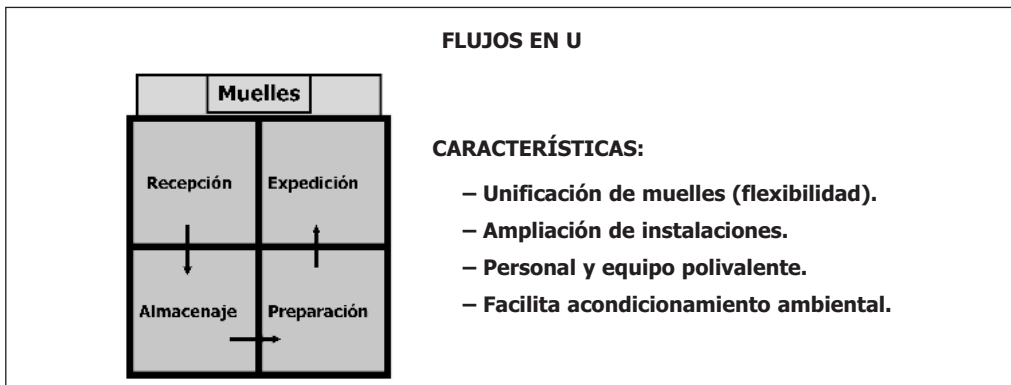
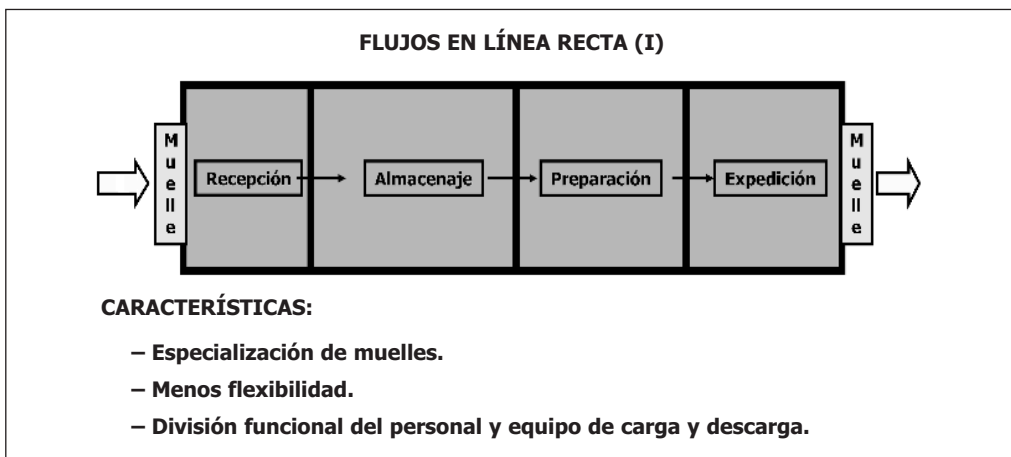
ÁREAS DE SERVICIO

Hemos de distinguir entre servicios internos, tales como oficinas del almacén, archivo, zona para cargas de baterías, lavabo, botiquín, etc., de los llamados servicios externos, tales como equipos de fuel-oil, parking de vehículos, puesto de vigilancia, etc.

De acuerdo con el *lay-out* establecido, el flujo de materiales seguirá un esquema que tradicionalmente se le conoce como **diseño en U, T o I**, tal y como esquematizamos en los dos gráficos siguientes.

Obsérvese que el *lay-out* en **T** es una variación del diseño en **U**, en donde existen dos muelles laterales.

DISTRIBUCIÓN EN PLANTA



Por último, conviene distinguir, desde este momento, la diferencia conceptual que existe entre un almacén propiamente dicho, como área destinada a la tenencia de unos stocks que anticipamos a una demanda, de los llamados centros de distribución, cuya finalidad no es el almacenaje de productos, sino el facilitar el tránsito de unos productos desde unos puntos de recogida a unos destinatarios finales del mismo.

DEFINICIÓN ALMACÉN

“Espacio planificado para la ubicación y manipulación eficientes de materiales y mercancías.”



- Maximizar la utilización del espacio en el almacén.
- Minimizar operaciones de manipulación.
- Eliminar costes innecesarios.

8.3. Misión y responsabilidad de un almacén

Se puede decir que un almacén es un espacio planificado en términos de m^2 y m^3 para conseguir la máxima ocupación de los productos que tiene que albergar con el mínimo espacio requerido.

Hay que tener en cuenta que el espacio ocupado es muy costoso, ya que al final todo el coste de la infraestructura física más el coste de los procesos de almacén revierten sobre el valor de los productos albergados; de aquí que el cálculo del espacio requerido para almacenar un determinado nivel de stocks a lo largo del año (dimensionamiento del almacén) constituya una de las labores de planificación estratégicas más importantes en la gestión de logística de almacenes.

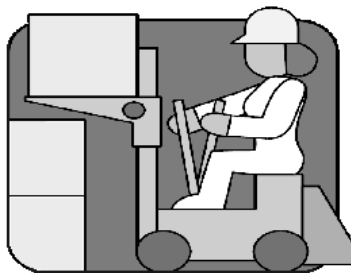
Como funciones básicas de un almacén cabe mencionar las siguientes:

1. Custodia y conservación de inventarios.
2. Manipulación física de productos tanto en entrada como en salida.
3. Preparación de pedidos, o sea el llamado proceso de *picking* (recogida de productos), preparación de expediciones y control.
4. Carga de camiones.

Lo que conlleva una serie de responsabilidades relacionadas con la eficiencia operativa y mantenimiento de los recursos empleados (adquisición, renovación e innovación de procesos o equipos, adiestramiento de operarios, etc.), todo ello sin olvidar las normas de seguridad e higiene en el trabajo.

RESPONSABILIDADES

- UTILIZACIÓN DE MEDIOS.
- EFICIENCIA OPERATIVA.
- MANTENIMIENTO DE RECURSOS.
- CUSTODIA DE LOS INVENTARIOS.
- SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO.



8.4. Principios de organización

Los fundamentos de una organización eficiente del almacén se basan fundamentalmente en dos principios:

1. Maximizar el espacio disponible en términos de metros cúbicos.
2. Minimizar las operaciones de manipulación y transporte interno.

Comoquiera que el incumplimiento de cualquiera de estos dos principios se traduce necesariamente en un coste adicional de almacenamiento del producto, sin ningún valor añadido para el cliente, tenemos necesariamente que hacer mención a tres conceptos fundamentales:

- Actividad de los productos.
- Zonificación.
- Sistemas de posicionamiento y localización de la mercancía.

Actividad de los productos

Este principio se basa en la idea de que normalmente una pequeña gama de productos representa la mayor parte del **volumen de manipulación** en un almacén, con independencia de su valor o importancia para la venta, mientras que el resto de los pro-

ductos (posiblemente entre un 60 u 80% de los mismos) apenas representa un 20% del total de manipulaciones.

A este estudio se le conoce con el nombre de ANÁLISIS DE POPULARIDAD, y se efectúa siguiendo una técnica parecida a la del análisis A,B,C.

De acuerdo con este enfoque, a los productos o referencias los podríamos clasificar en tres grupos:

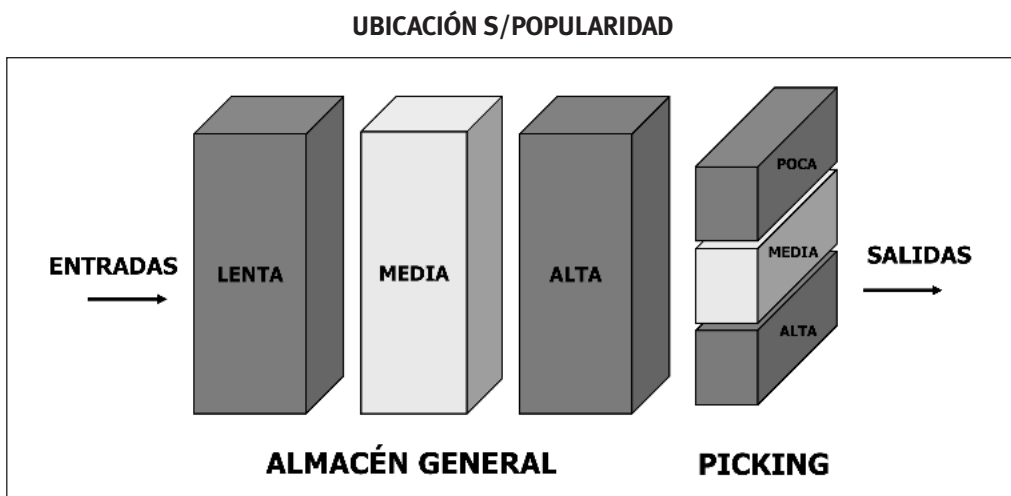
- Artículos con un índice de actividad alto (A).
- Artículos de actividad media (M).
- Artículos de lenta o baja actividad (B).

A su vez, a la zona de almacenaje del almacén la podríamos dividir idealmente en dos áreas:

- Área de almacén general, que alberga todos los productos.
- Áreas de *picking*, que contienen una cantidad fija de productos para atender a la necesidades de servicio de un periodo corto (por ejemplo, una semana).

Nota: En la jerga de almacén se llama *picking* al proceso de recoger un producto de acuerdo con una «orden de entrega» o albarán.

En este orden de ideas, la organización física del almacén (*lay-out*) se ajustaría al siguiente ideograma:



La idea que nos transmite este gráfico es que los productos de mayor actividad deben estar situados lo más próximo posible a las zonas de expedición, para conseguir una economía y rapidez en el transporte interno del almacén; también, y siempre que

sea factible, los artículos más populares los colocaremos de la forma más asequible para su localización (nivel bajo de ubicación), ya que de esta forma el *picking* (recogida de productos) se puede realizar de una forma directa sin necesidad de utilizar máquinas elevadoras para su localización en estanterías, lo cual representaría lentitud y coste adicional del proceso.

En el gráfico anterior, también se supone que se ha creado una zona especial de *picking*, en la cual hay una pequeña representación de los productos más vendidos en un periodo corto (por ejemplo una semana), de tal manera que los movimientos diarios se realizan dentro de un área de trabajo relativamente pequeña.

Obviamente, este procedimiento implica una reposición periódica del «almacén general» al «área de *picking*».

Téngase en cuenta que el llamado «*picking* de productos» normalmente absorbe 2/3 del personal directo del almacén, por lo cual cualquier mejora en la productividad de estos procesos siempre representa una gran economía y mejora del servicio al cliente.

Zonificación

La zonificación responde a un conjunto de criterios prácticos, técnicos e incluso legales o reglamentarios para una correcta ubicación y localización de productos dentro de un almacén.

Entre los diferentes criterios que inducen a situar los productos en zonas concretas dentro de un almacén destacan los siguientes:

- a) Por tipo de almacenaje y paletización
- b) Por la naturaleza de los productos.
- c) Por la división industrial o familia de productos.

Los productos en sí a veces sugieren zonas de almacenamiento independientes e incluso a veces de obligado cumplimiento por razones legales, tales como: farmacia y veterinaria, alimentación humana y alimentación animal, o bien por razones prácticas; por ejemplo, grandes aparatos domésticos y pequeños aparatos domésticos, etc.

- d) Por razones de complementariedad.

Los productos se consideran complementarios cuando habitualmente se piden juntos; por ejemplo, pinturas y accesorios para pintar.

A cada zona de almacenaje le corresponde una determinada cantidad de «ubicaciones», las cuales deben estar perfectamente identificadas con un **código de ubica-**

ción, de tal manera que actúan como si fuese virtualmente un plano de coordenadas donde a cada hueco o estante le corresponde un código de identificación.

Sistemas de posicionamiento y localización

Los productos se pueden posicionar o ubicar en el almacén dentro de la zona asignada de dos formas diferentes:

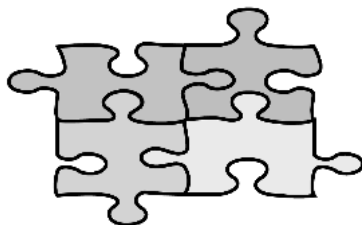
- Sistema de POSICIÓN FIJA.
- Sistema de POSICIÓN ALEATORIA.

En los sistemas de posición fija cada producto ocupa un lugar permanente dentro del área asignada en el almacén con su código de ubicación correspondiente, por lo cual existe una relación biunívoca entre hueco disponible y producto almacenado, de tal manera que cuando no hay stock el hueco queda vacío, pero reservado para el producto asignado; mientras que en los sistemas de posición aleatoria, como su nombre indica, los productos se ubican en cualquier hueco que esté vacío dentro del área asignada de almacén, pudiendo cambiar la posición del mismo en función del espacio disponible y criterios de productividad.

En la jerga de almacenes, a estos sistemas de posición aleatoria se les llama también «sistemas caóticos», si bien a mí, personalmente, no me gusta la expresión, ya que da un matiz peyorativo al sistema, y nada más lejos de la realidad, ya que son los sistemas más eficientes y racionales cuando los procesos de *picking* están debidamente informatizados para indicar el código de ubicación en donde se almacena el producto.

PRINCIPIOS DE ORGANIZACIÓN FÍSICA DEL ALMACÉN

- LAY-OUT APROPIADO
- ZONIFICACIÓN DE ÁREAS
- POPULARIDAD DE LOS ARTÍCULOS
- POSICIONAMIENTO DE LOS PRODUCTOS



8.5. Procesos operativos

Los procesos operativos de un almacén los podemos dividir en dos grandes grupos:

- a) Procesos relacionados con los FLUJOS DE ENTRADAS.
- b) Procesos relacionados con los FLUJOS DE SALIDAS.

FLUJOS DE ENTRADA

Corresponde a todas las actividades típicas en relación con los procesos de recepción de mercancías, sean procedentes de fábrica, proveedores o transferencias de stocks desde otro almacén. Asimismo, se incluyen las devoluciones de venta o procesos de retorno de materiales en general.

A estas operaciones, que por su naturaleza tienen un carácter periódico, a veces no se les presta el interés que requieren desde el punto de vista de control, supeditándose muchas veces la rapidez a la seguridad y exactitud del proceso; sin embargo, téngase en cuenta que cualquier error, omisión o retraso en los procesos de entradas repercuten de forma inexorable en los procesos de salida y en consecuencia en el nivel de servicio prestado por la empresa.

Todo FLUJO DE SALIDA debe venir debidamente documentado en los llamados albaranes de salida y con las firmas correspondientes que autorizan la operación.

A veces estos documentos se transmiten por teleproceso, junto con el resto de documentación para la expedición (etiquetas, hojas de ruta, etc.), en cuyo caso la documentación original quedará archivada en los departamentos emisores a efectos de control interno.

En los procesos de salida hemos de distinguir claramente tres fases:

- a) *Picking* de producto.
- b) Preparación del pedido.
- c) Expedición.

El ***picking* del producto** representa todo el proceso inherente a la localización física del artículo de acuerdo con el albarán de salida, selección de la cantidad requerida por el cliente hasta su traslado al área de preparación de pedidos.

La preparación del pedido comprende toda la operativa relacionada con las siguientes operaciones:

- Clasificación de artículos por pedido.
- Empaquetado de productos.

- Etiquetaje.
- Paletización en su caso.
- Control.

La expedición supone:

- Asignación de vehículos y contratación en su caso.
- Preparación de hojas de ruta.
- Carga de vehículos.
- Confirmación de la salida a proceso de datos.
- Control de distribución.

PROCESOS DE SALIDA



8.6. Tecnologías de almacenamiento y manutención

La interrelación existente entre los sistemas de almacenaje propiamente dichos y las técnicas de manipulación del producto para su transporte y apilamiento (manutención) nos induce a tratar en conjunto ambos conceptos.

8.6.1. Sistemas de embalaje y etiquetado de productos

En logística, la estandarización de la unidad de almacenaje y manipulación por producto, de acuerdo con las exigencias y limitaciones de la distribución física del producto, así como de la fuente de suministro (fábrica o proveedores) y los condicionantes legales y medioambientales existentes, constituye el primer reto con el cual se enfrenta la empresa, ya que de una correcta estandarización de dimensiones y canti-

dad de productos por paquete depende, en gran medida, una economía importante en todo el proceso de almacenaje y distribución física del producto, así como otros aspectos relacionados con la calidad e imagen de la empresa.

Hoy en día la creación de departamentos de normalización y estandarización de productos suele representar un coste entre un 4-5% de los costes totales de logística de la empresa.

Su objetivo no es otro que un diseño optimizado de **unidades de embalaje y medios de contención** para su manipulación y transporte, de tal forma que minimicemos en lo posible los costes de almacenaje, manipulación y transporte del producto.

Este «paquete o embalaje estándar» debe tener una definición clara de la cantidad de piezas que contiene, así como una etiqueta identificativa del mismo con código de barras y advertencias para su manipulación, tales como «muy frágil», «posicionar en vertical», «material peligroso», etc.

Con independencia del tipo de embalaje elegido se deben cumplir los siguientes requisitos básicos:

- No perjudicar la calidad del producto embalado.
- Evitar el uso de embalaje no ecológico o no retornable.
- Manejabilidad en carga/descarga del producto.
- Aprovechar al máximo la carga de contenedores, camiones, etc.

8.6.2. Medios de contención

Los medios de contención se refieren a las diferentes técnicas existentes para mover y albergar una determinada cantidad de paquetes (embalajes) de la forma más eficiente y económica posible.

Hace menos de cien años, la mayor parte de los productos se manipulaban básicamente a mano, si bien para el transporte a larga distancia era común utilizar algún tipo más o menos estándar de embalaje.

Gradualmente el concepto de UNIDAD DE CARGA fue apareciendo con objeto de conseguir un sistema de carga y manipulación más eficiente; sin embargo, hemos de esperar hasta el año 1920, cuando se inventó en los Estados Unidos la carretilla elevadora (forklift), para que se produzca una auténtica revolución en el campo de la manipulación de materiales, con la aparición de medios estándar de contención de productos (pallets o paletas) para un almacenaje y transporte eficientes.

Sin duda alguna, la concepción del pallet representa el medio de contención utilizado más ampliamente en la industria; su fabricación universalmente es de madera, aunque se

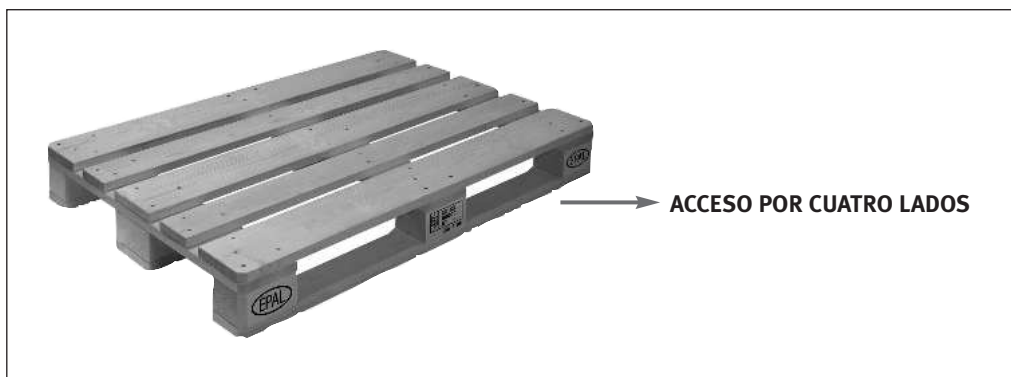
han desarrollado modelos metálicos o en plástico para aplicaciones muy específicas, ya que en general su coste es más elevado para conseguir el mismo rendimiento.

Durante años, la mayor parte de los países desarrollados han hecho diferentes intentos para conseguir unos tamaños estándar de los mismos, teniendo en cuenta sobre todo las limitaciones de espacio de los diferentes medios de transportes por carretera.

Hoy en día en Europa se ha generalizado el concepto de **europalet**, con unas medidas estándar de 800×1.200 cms. y 1.000×1.200 cms.

Inicialmente los pallets fueron desarrollados con un sistema de doble entrada, lo que representa una desventaja evidente, ya que a lo hora de levantarlos las pinzas de la máquina elevadora tienen que entrar siempre en la misma dirección (o la opuesta) a la que fueron apilados. Hoy día los sistemas de pallets estándar tienen acceso a través de sus cuatro lados, con lo cual se hace más versátil el proceso de manipulación.

PALLET ESTÁNDAR (CUATRO ACCESOS)



En España existe la norma UNE-49902-77-parte III, que tiene por misión establecer las características físicas de la paleta sencilla de cuatro entradas de 800×1.200 mm., llamada también «paleta europea».

Por otra parte, la AECOP (Asociación Española de Codificación Comercial) ha elaborado otras recomendaciones complementarias referentes al peso y altura de las mismas, en el sentido de limitar la carga a un máximo de 1.000 kg.

Esta recomendación establece como norma general una altura máxima del pallet de 1,45 m., aunque excepcionalmente se admitan alturas de 1,70 a 2,00 m. para productos líquidos y detergentes, y de 1,80 a 2,30 para productos de celulosa, siempre y cuando no presenten problemas de estabilidad.

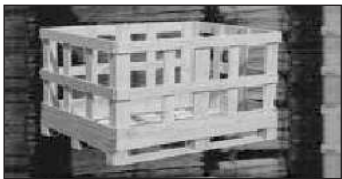
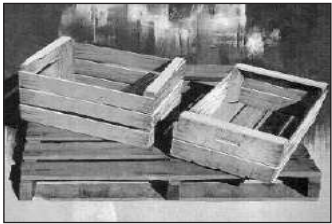
A continuación indicamos, en el siguiente cuadro, las paletas de uso más generalizado en España.

Tipo de pallet	Sector habitualmente empleado
800 × 1.200	Productos de gran consumo
1.000 × 1.200	Bebidas en general
1.120 × 1.420	Latas de conserva
1.200 × 1.200	Sacos y toneles
600 × 800	Minipaleta europea

En la práctica, no todos los sectores comerciales están estandarizados, por lo cual nos podemos encontrar con otras medidas no estándar, si bien sus límites suelen oscilar entre 800 y 1.000 cm.

Al margen de los referidos pallets, aparecen otros medios de contención para la manipulación y/o almacenaje de determinados productos, tales como áridos, fluidos, etc., entre los cuales cabe mencionar las cestas, jaulas, bidones, etc.

OTROS MEDIOS DE CONTENCIÓN



Actualmente tienen gran importancia los contenedores de transporte multimodal, denominados UTI.

Un contenedor UTI es un elemento auxiliar de transporte concebido para transportar mercancía sin ruptura de carga, por uno o varios medios de transporte, y dotado de dispositivos que hagan que su manejo sea sencillo.

Entre las principales ventajas para el transporte de la paletización estandarizada cabe destacar las siguientes:

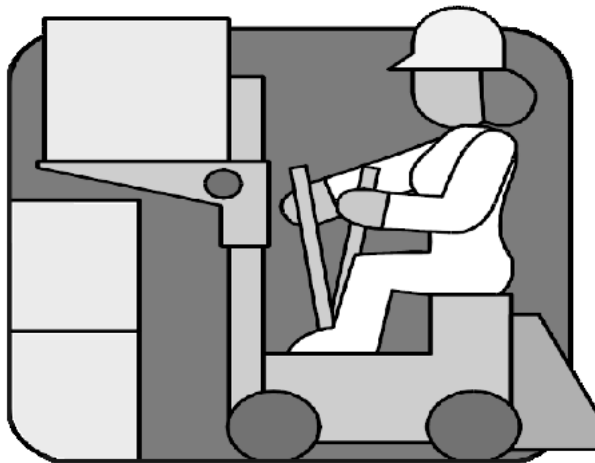
- Mayor eficiencia y menos coste de manipulación en todo el proceso logístico, desde el fabricante al distribuidor, siempre y cuando las medidas de los camiones se adapten a los requerimientos de los «pallets estándar», para conseguir un máximo de ocupación del vehículo.

- Los tiempos de carga y descarga de camiones disminuyen drásticamente, permitiendo incluso efectuar sistemas de carga automática de camiones en términos de minutos, lo que se traduce en la posibilidad de más viajes en la misma cantidad disponible de tiempo, lo cual repercute evidentemente en el servicio al cliente (tiempo de entrega), sobre todo en el transporte de distribución.

Como ejemplo de los mencionados ahorros podemos señalar los siguientes:

- Una descarga a mano de 2.000 paquetes supondría: $120 \text{ minutos} \times 3 \text{ personas} = 6 \text{ h}$.
- Una descarga paletizada con carretillas sería: $30 \text{ minutos} \times 2 \text{ personas} = 1 \text{ hora}$.
- Reducción de riesgos de daños en la manipulación de la mercancía.

EFICIENCIA MANIPULATIVA



Como desventaja se puede apuntar un mayor coste en el transporte, tanto de larga distancia como de distribución, para aquellas mercancías cuya densidad sea inferior a la que permite alcanzar la carga máxima del vehículo con mercancías no paletizadas, ya que una carga no paletizada no aprovecha por igual el volumen del vehículo que una carga a granel, y por lo tanto el coste del transporte se incrementa.

Un ejemplo típico de este caso lo tenemos en el transporte a larga distancia de neumáticos para vehículos, en donde el producto se suele apilar «a granel» en el camión sin deterioro del producto.

También se debe de apuntar como desventaja la inversión necesaria que tiene que hacer la empresa en paletas, así como los sistemas de recogida, almacenamiento y recuperación de los mismos, ya que si no existe un mínimo de organización y control de estos productos, se corre el riesgo de que exista un gran número de paletas perdidas en todo el proceso distributivo.

Hoy en día existen empresas auxiliares que efectúan este trabajo a un coste muy razonable, ocupándose de la recogida y ubicación de los pallets en los puntos requeridos por las empresas.

En cualquier caso, podemos concluir que, salvo casos muy especiales (áridos, líquidos, etc.), la paletización es el sistema más universalmente aceptado.

En el siguiente cuadro se sintetizan las principales ventajas de la paletización en general:

Productos paletizados	Efectos positivos
Eficiencia manipulativa	Menos coste proceso logístico
Menos tiempo carga y descarga	Mejor servicio cliente
Racionalización espacios	Menor coste almacenaje
Reducción de riesgos	Menos coste mercancía dañada

8.6.3. Sistemas de almacenaje

Los sistemas de almacenaje aluden a los diferentes recursos empleados para el almacenamiento, custodia y control de productos dentro de un almacén.

A los diferentes sistemas de almacenamiento, así como a las diversas tecnologías desarrolladas en torno a los mismos, los podríamos dividir básicamente en los siguientes grupos:

- Almacenamiento en bloque

Este sistema, denominado también almacén compacto, se puede utilizar tanto para productos paletizados como para productos no paletizados, e implica un apilamiento de los productos (o *pallets*), unos encima de otros, formando bloques compactos en el almacén, lo que representa evidentemente un mínimo coste, ya que no necesita infraestructura especial, pudiéndose manipular de forma manual (paquetería), o bien con equipos sencillos, como son las «carretillas elevadoras convencionales» cuando los productos están paletizados.

Frecuentemente, este sistema se utiliza mucho en almacenamientos transitorios, tales como productos pendientes de clasificar, control de calidad, etc.

- Estanterías fijas

Las estanterías fijas constituyen los elementos más convencionales y universalmente empleados en los almacenes para albergar productos tanto paletizados como no paletizados; su instalación requiere normalmente el apoyo de expertos, ya que en torno a la misma hay que hacer de algún modo un cálculo de estructuras para determinar la

resistencia de los materiales a emplear y, en consecuencia, el grosor y dimensiones de cada uno de los componentes de la estantería (largueros, bastidores, travesaños, etc.), en función de las alturas requeridas, distribución de la carga, peso y volumen previsto de los productos a almacenar. También conviene señalar que en el mercado hay diferentes sistemas de estanterías o similares en función de las características de los productos a albergar, tales como los llamados «sistemas *drive-in*», «*cantilevers*», etc., y que agrupamos bajo este mismo epígrafe.

Como características específicas del sistema de estanterías en general merecen destacarse las siguientes:

Su instalación requiere un *lay-out* específico y técnicamente diseñado normalmente con el asesoramiento del fabricante de las mismas (estanteros).

A su vez, hay que determinar los elementos de manutención a emplear (carretillas elevadoras, recoge-pedidos, etc.) en función de la altura y anchura de los pasillos diseñados, así como de los sistemas de *picking* previstos, ya que existe una relación directa entre los equipos de elevación requeridos y la anchura de los pasillos, o en otras palabras, **a mayor altura de acceso de las carretillas elevadoras, menor anchura de pasillos se requiere**, permitiendo en consecuencia una mayor compactación del almacén.

En definitiva, que existe una relación íntima entre los medios de manutención empleados (carretillas elevadoras), la anchura de los pasillos requeridos y la altura máxima a la cual se puede acceder con los referidos medios de manutención.

Todos los esfuerzos en la racionalización de almacenes se centra en conseguir la máxima compactación del mismo para reducir espacio y conseguir mayor productividad de los procesos operativos.

A continuación exponemos los diferentes sistemas de manutención existentes, cuya utilización se condiciona al tipo de almacenamiento elegido.

8.6.4. Medios de manutención

Vamos a dividir los medios de manutención en dos grandes grupos:

- Medios para el transporte en horizontal de las mercancías dentro del almacén.
- Medios para el transporte en vertical (elevadoras en general).

Transporte horizontal

Con el objetivo de reducir los tiempos internos de transporte, así como evitar el máximo posible de utilización de personal indirecto (operarios), se han desarrollado

una serie de técnicas que van desde las carretillas o transpaletas manuales útiles para una carga no superior a 200 kg., hasta los sistemas más sofisticados tipo máquinas AGV (autodirigidas sin conductor).

En este orden de ideas mencionaremos los siguientes:

- **Transpaletas eléctricas** dirigidas a pie con un mando timón o bien autopropulsadas.
- **Caminos de rodillos**, bien sea movidos por tracción manual, gravedad o motorizadas.
- **Cintas transportadoras** movidas por tracción mecánica.
- **Carretillas autodirigidas** (sin necesidad de conductor).

En cuanto al transporte en vertical, merecen mencionarse básicamente los siguientes equipos, cuyos detalles y características trasciende el objetivo de esta publicación:

- **Elevadoras convencionales** (llamadas vulgarmente toros).
- **Elevadoras retráctiles.**
- **Máquinas trilaterales.**
- **Trans-elevadores** (sistemas robotizados).
- **Puente-grúa.**
- **Polipastos.**

La decisión del nivel de medios a emplear depende, obviamente, tanto del servicio requerido (ciclo de respuesta de la máquina en operaciones de carga/descarga), como de la rentabilidad del sistema; siendo preceptivo, en todo caso, que la inversión adicional se vea compensada con una mejor utilización del volumen disponible (mayor número de huecos de almacenaje) o, lo que es lo mismo, que el coste de almacenamiento por *pallet* sea inferior al requerido por otros medios.

En el cuadro siguiente se da una ilustración del incremento de capacidad en función de los medios empleados.

ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD SEGÚN LOS MEDIOS EMPLEADOS

Medios empleados	Pasillos	% capacidad
Elevador convencional	2,81-3,97 m.	100
Elevador retráctil	2,25 m.	120-133
Trilaterales	< 1,68 m.	200

8.6.5. Almacenes robotizados

Los almacenes robotizados, llamados también tipo SILO, son instalaciones de alta compactación, con objeto de conseguir la máxima utilización del volumen disponible o autorizado según las ordenanzas vigentes de construcción.

Su altura suele oscilar entre 20 y 60 metros, con lo cual se consigue una máxima utilización del volumen disponible, teniendo en cuenta que los pasillos diseñados tienen una anchura del orden de 1,20 m.

Se caracterizan por que todos los movimientos físicos del almacén se realizan de una forma automática, sin intervención humana, a través de unos equipos llamados TRANSELEVADORES.

Un transelevador es un equipo de manutención caracterizado por que realiza simultáneamente movimientos de **translación y elevación** para situarse a la altura del alvéolo, desde el cual tiene que efectuar la operación de apilado o recuperación del *pallet* almacenado.

Los transelevadores operan de acuerdo con las órdenes recibidas a través de un procesador central, especialmente programado para optimizar todos los procesos de movimiento físico dentro del almacén, estando a su vez conectado con el *host* de la empresa desde donde se reciben las órdenes para procesar las diferentes transacciones del almacén.

El sistema trabaja con la filosofía de «posicionamiento aleatorio», optimizando la carga de acuerdo con un mapa de almacén, de tal manera que transmite las órdenes a los trans-elevadores mediante un sistema de coordenadas para indicarle la posición en la cual se tiene que situar; a su vez, el trans-elevador permite que la operación se controle mediante un sistema de reconocimiento a través de rayos infrarrojos o técnicas similares.

La justificación de este tipo de instalaciones se basa fundamentalmente en la posibilidad de conseguir una máxima utilización del cubicaje disponible, ya que el suelo es caro y, en consecuencia, para que la instalación sea rentable es necesario que el coste fijo de *pallet* almacenado sea inferior a cualquier otro sistema posible de almacenamiento. Téngase en cuenta que si bien la instalación física es muy costosa, debido a la alta tecnología empleada, por otro lado supone una drástica reducción de mano de obra, siendo frecuente encontrar almacenes que se manipulan en su totalidad por equipos de 3 ó 4 personas.

8.7. El concepto de planta de distribución

Una planta de distribución conceptualmente responde a un criterio organizativo básicamente opuesto al de un almacén comercial; digamos que mientras que un almacén comercial tiene como finalidad la **tenencia y custodia de productos** desde que se reciben de su fuente de aprovisionamiento hasta que se distribuyen a los clientes o

puntos de venta, una planta de distribución no tiene como finalidad el almacenar productos, sino su **reexpedición inmediata al punto de destino** tan pronto como haya sido recogido desde su lugar de origen.

El hecho de que los almacenes normalmente dispongan de un departamento de expediciones, ha creado varias veces la confusión de denominar a estos centros como «almacén de expediciones»; sin embargo, conviene resaltar que mientras que la problemática de un almacén consiste básicamente en poder albergar los productos de una forma eficiente y económica, permitiendo una correcta identificación y control de los mismos, así como un flujo razonablemente rápido en los procesos de entrada/salida, por el contrario, en una planta de distribución, el problema se centra en reexpedir los productos lo antes posible al punto de destino tan pronto como se dispone de ellos y de acuerdo con unos requerimientos básicos del servicio (entrega puntual en fecha prevista).

Los condicionantes organizativos de las referidas plantas de distribución van encaminados a conseguir una rapidez y productividad en los procesos de recogida y distribución, así como una economía en los medios de transporte empleados. Digamos que, en principio, desde el momento en que los productos llegan a la planta, deberían distribuirse inmediatamente a su punto de destino, reduciendo al máximo toda demora o espera, y únicamente en casos excepcionales, cuando la recogida se anticipe en fechas al momento de entrega previsto, nos encontraríamos con un proceso de características semejantes al del almacenamiento, que por su naturaleza debería ser minimizado. Un símil aceptable sería hablar de un concepto *just in time* en la gestión de la distribución.

La organización logística de una planta de distribución deberá estar basada en una serie de principios básicos cuyos tópicos vamos a comentar a continuación, de tal manera que ignorar estos principios haría que, tarde o temprano, transformásemos la planta de distribución en un almacén ineficiente.

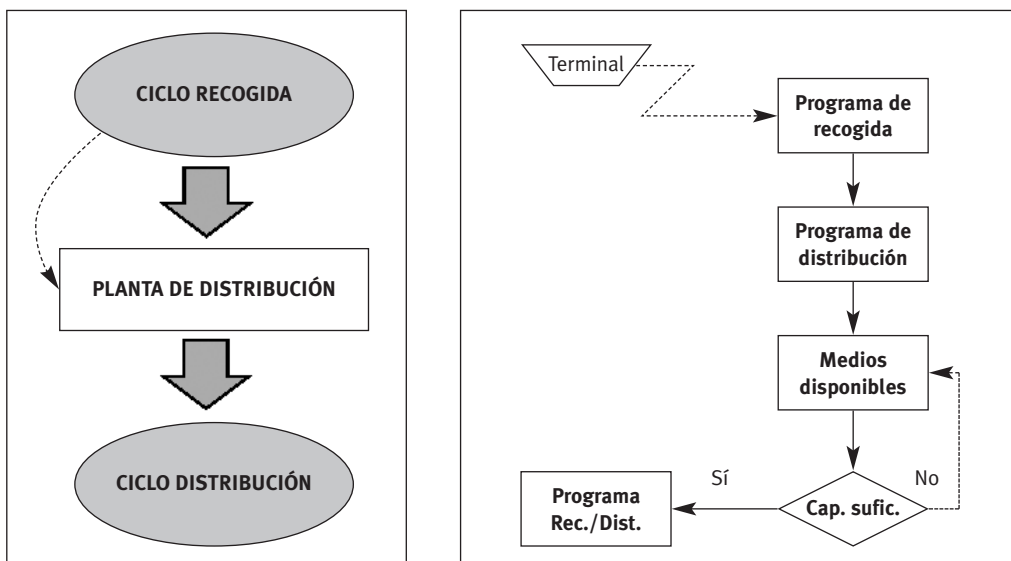
Típicamente encontramos dos tipos de organización, según la naturaleza del servicio que realiza la planta; así, las empresas de paquetería tipo courier o correo exprés se caracterizan por una multiplicidad de agencias o centros de recogida (ubicados geográficamente en lugares convenientes) en los cuales se recibe el paquete que se acondicionará e identificará de una forma estándar, adjuntándole una etiqueta adhesiva que contiene básicamente un número de identificación, con datos del remitente y destinatario, así como otros códigos necesarios para el tratamiento informático del paquete. Los datos básicos de la transacción (bultos, peso, etc.) son enviados por teleproceso en tiempo real al centro de distribución para organizar inicialmente su recogida y/o expedición.

Obviamente, estas etiquetas se generan en una relación directa con el cliente, previa entrega del paquete y pago de la operación y, por supuesto, con un proceso informático integrado.

La problemática de otro tipo de plantas de distribución que no se dedican específicamente a la paquetería, como son las distribuidoras editoriales, es diferente, ya que sus productos son recogidos (normalmente en contenedores o *pallets*), directamente

desde los talleres o fábricas, para una manipulación y/o distribución posterior a puntos de venta, de acuerdo con un programa establecido de entregas en fechas concretas.

En cualquier caso, no se concibe una distribución eficaz sin un **programa previo de recogida del producto, que a su vez genere un programa de distribución**, utilizando los medios necesarios para su entrega en las fechas previstas.



En una planta de distribución, los conceptos tradicionales de *picking* y *packing* pierden entidad y, por el contrario, adquieren gran relevancia los conceptos de clasificación de pedidos y preparación de expediciones. Hay que tener en cuenta que el tratamiento de los procesos se centra en la denominada «unidad de manipulación», que puede ser según las características de las actividades de la empresa, un *pallet* o un contenedor estándar, identificados con las referencias (ítems) que contienen, o bien paquetes individuales sin identificación del producto ni estandarización, pero sí perfectamente identificados en cuanto origen/destino.

Estas unidades de manipulación se someten normalmente a un proceso automático de clasificación asistido a través de lectura escáner de etiquetas y códigos de barra con ayuda de cintas transportadoras o caminos de rodillos, que conducen de una forma automática el producto hacia los muelles de distribución designados para la carga de camiones; en definitiva, sistemas de manutención robotizados basados en el principio de que «la mercancía viaja hacia el hombre».

Una planta de distribución se caracteriza, a diferencia de los almacenes tradicionales, en que tiene una gran superficie de poca altura, dotada de una amplia facilidad de muelles de carga/descarga, diseñados con una gran flexibilidad para que puedan utilizarse discrecionalmente de acuerdo con las necesidades de distribución (zonas de reparto, rutas, etc.).

Un punto esencial a destacar es que la planificación del transporte debe ser previa al proceso de recepción y basada en el programa de entregas, para que el proceso sea rápido y fluido, evitando que las mercancías tengan que esperar en los muelles a la recepción de los camiones.

PLANTA DE DISTRIBUCIÓN

PRINCIPIOS BÁSICOS:

- **Estandarizar «unidad de manipulación».**
- **Programación dinámica de la distribución.**
- **Mínima manipulación del producto.**
- **Sistemas automáticos de clasificación.**
- **Flexibilidad en procesos de entrega.**
- **Organización eficaz del transporte.**

8.8. La función del transporte

De una forma breve y simplista, diremos que la función de transporte se ocupa de todas las actividades relacionadas directa e indirectamente con la necesidad de situar las mercancías en los puntos de destino correspondientes, de acuerdo con unos condicionantes de seguridad, servicio y coste.

En un sentido amplio, definiremos el transporte como toda actividad encaminada a trasladar el producto desde su punto de origen (almacenamiento) hasta el lugar de destino; obviamente, es una función de extrema importancia dentro del mundo de la distribución, ya que en él están involucrados aspectos básicos de la «calidad del servicio», costes e inversiones de capital.

La palabra TRANSPORTE se relaciona inevitablemente con el concepto de movimiento físico del producto; sin embargo, conviene desde este momento hacer algunas puntualizaciones.

El llamado «tiempo de transporte» no se refiere sólo al transporte físico del producto (mercancía en tránsito), sino al periodo comprendido desde que la mercancía está dispuesta en los muelles para su carga a los diferentes vehículos, hasta que el producto físicamente es descargado en el lugar de destino, lo cual incluye necesariamente conceptos tales como tiempos de espera, carga/descargas, paros en ruta, transbordos, etc.

La **calidad del servicio** está en función de las exigencias del mercado, englobando una serie de conceptos relacionados, entre otros, con los siguientes aspectos:

- Rapidez y puntualidad en la entrega.
- Fiabilidad en las fechas prometidas.
- Seguridad e higiene en el transporte.
- Cumplimiento de los condicionantes impuestos por el cliente (horarios de entrega, etc.).
- Información y control del transporte.

De tal manera que la calidad en el servicio, en los términos indicados, así como la flexibilidad y coste, constituyen los tópicos básicos de la referida gestión del transporte.

ASPECTOS BÁSICOS DEL TRANSPORTE



La complejidad en el mundo de la distribución física, las diferentes tecnologías aplicables, las exigencias del servicio y una legislación en constante evolución homologable a nivel internacional hacen que esta función consuma en torno a un **40% de los gastos de distribución.**

Esta cifra constituye, evidentemente, un reto para las empresas, que deberían centrar su responsabilidad como gestores de este servicio en los siguientes aspectos fundamentales:

- Utilización eficiente y económica de los vehículos.
- Conseguir la máxima rapidez y fiabilidad en las entregas con un funcionamiento eficiente de la flota de transporte.
- Mantener la máxima seguridad tanto en el tráfico como en los productos que se transportan.
- Trabajar de acuerdo con la legislación vigente.

Para la consecución de estos objetivos hay que tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Características de los diferentes modos de transporte.
- Aspectos generales y peculiaridades de cada tipo de transporte.
- Aspectos económicos y técnicos de cada modalidad.

8.8.1. Diferentes modos de transporte

Entendemos por «modos de transporte» los diferentes medios empleados para el traslado físico de mercancías desde el punto de origen al punto de destino. En definitiva, sólo existen las siguientes posibilidades:

- Transporte por carretera.
- Transporte por ferrocarril.
- Transporte marítimo.
- Transporte aéreo.
- Transporte fluvial y oleoductos.
- Transporte inter-modal.

En España, y para la mayor parte tanto del comercio nacional como internacional, el transporte por carretera constituye el sistema hegemónico por excelencia, representando un porcentaje en torno al 90% de la totalidad del tráfico registrado. Por el contrario, los transportes fluviales o por canales en España prácticamente son inexistentes, si bien tienen un peso importante en países como Alemania, Holanda o Canadá, ya que en ciertos casos constituye, sin duda alguna, para algunos productos el medio más económico de transporte; así, por ejemplo, en algunos países se utiliza fundamentalmente para el traslado de maderas de un punto geográfico a otro, simplemente dejando que fluyan los troncos por el cauce del río o bien en grandes gabarras, donde también se suelen transportar carbón o productos similares de gran volumen y poco valor.

También cabe mencionar los transportes por oleoductos, aunque su utilización está limitada a casos muy concretos.

Obviamente, la elección de un modo de transporte depende fundamentalmente de factores relacionados fundamentalmente con la velocidad, fiabilidad y coste, así como de otros factores operacionales o estructurales que nos permitan o impidan la utilización de un determinado recurso.

Transporte por carretera

En cuanto al transporte por carretera, la principal ventaja se deriva de la utilización de una infraestructura vial universal, donde prácticamente se puede acceder a cualquier punto desde el origen de la carga sin necesidad de efectuar transbordos, lo que hace que para la distribución nacional sea el sistema más generalizado; por otra parte, su utilización permite una gran versatilidad, pudiendo utilizar como medio desde un simple ciclomotor hasta camiones de gran tonelaje.

Sin embargo, cuando la distancia es muy grande, por ejemplo, más de 1.000 kilómetros, o cuando la carga excede de 44 Tm. permitidas como máximo en el transporte

normal por carretera (exceptuando transportes especiales), este medio puede no ser el más adecuado.

Transporte por ferrocarril

En principio, el transporte por ferrocarril nos ofrece un sistema relativamente rápido de transporte (unos 80 kms/h.), con una fiabilidad buena a un coste medio/bajo; sin embargo, ofrece una serie de limitaciones, debido a la necesidad de hacer transbordos de la mercancía, sobre todo en España, que hace que su utilización aún no haya sido muy generalizada.

En general, se puede decir que cuando existen conexiones buenas y regulares y la distancia es superior a 600 km., la utilización del ferrocarril puede ser una opción económica.

Transporte marítimo

El transporte marítimo ha disminuido mucho en general, quedando prácticamente relegado para el transporte internacional o interinsular, ya que, aunque los costes por Tm/km. son muy bajos, el sistema se puede decir que, en general, es muy lento y poco fiable debido a las múltiples contingencias del tráfico marítimo; sin embargo, continúa siendo el modo ideal para transporte de mercancías de gran volumen y poco valor como por ejemplo el carbón.

Actualmente se puede decir que es uno de los medios de transporte que se prevé con más desarrollo en un futuro inmediato.

Transporte aéreo

La rapidez en el envío, junto con la fiabilidad del sistema, hace que este modo de transporte sea ideal en aquellos casos en los cuales la urgencia tiene un valor importante; imaginémonos, por ejemplo, el caso de la entrega de una pieza de recambio sin la cual no puede funcionar un determinado motor, etc.

Aunque el sistema es, desde el punto de vista de coste por Tm., el más caro, no cabe duda que su utilización se hace cada vez más extensiva, debido a los ahorros potenciales derivados de las consecuencias de una reposición rápida del producto.

La elección de un modo de transporte depende fundamentalmente de factores relacionados con velocidad, fiabilidad y coste, así como de otros aspectos operacionales o estructurales que nos permiten o impiden la utilización de un determinado recurso.

En el cuadro siguiente se esquematiza la importancia de los diferentes modos de transporte en España, según fuente de información del Ministerio de Fomento del año 1999, cuyas tendencias básicamente se mantienen, aunque en un futuro se prevé un mayor peso para el transporte de ferrocarril y marítimo, como consecuencia de los proyectos en curso de transportes combinados y «autopistas del mar».

IMPORTANCIA DEL TRANSPORTE EN ESPAÑA

Modo de transporte	% tráfico mercancías
Carretera	81,84
Marítimo	11,52
Ferrocarril	4,21
Tubería	2,4
Aéreo	0,03

Fuente: Ministerio de Fomento (1999).

El hecho de que España esté estratégicamente dentro de los principales ejes de comunicación europeas ha permitido desarrollar una potente industria de transporte, situando a nuestro país como la principal plataforma logística del sur de Europa con acceso a los mercados de Latinoamérica y norte de África.

8.8.2. Tipificación del transporte

Desde un punto de vista operativo, la utilización de uno u otro modo de transporte depende de una serie de factores, como hemos indicado en el párrafo anterior, lo que ha motivado una tipificación semántica a la hora de referirnos a un servicio de transporte en concreto. Así hablamos de:

- **Transporte uni-modal**, cuando para la ejecución del servicio utilizamos únicamente un solo medio de transporte (carretera, avión, etc.), en el cual sólo intervienen contractualmente el cargador y el transportista.
- **Transporte inter-modal**, cuando interviene más de un modo de transporte (normalmente dos); sin embargo, hay sólo uno principal, que es, digamos, el protagonista del servicio, teniendo los otros únicamente el carácter de accesorios para atender a necesidades puntuales o estratégicas del transporte principal; por ejemplo, un transporte a larga distancia por ferrocarril desde una fábrica con maquinaria agrícola, que se ve obligado a contratar entregas puntuales a pie de muelles de carga y descarga para situar los productos en los puntos de destino.
- **Transporte multi-modal**, cuando utiliza varios modos de transporte y se coordina a través de un operador de transporte (**transitario**), que es el que busca la

combinación de transporte más eficiente en términos de tiempo y economía para ejecutar el servicio contratado.

En otro orden de ideas, se habla de **transporte combinado** cuando se realiza de varios modos, pero se mantiene la «unidad de transporte», o sea, el contenedor.

Por el contrario, se habla de **transporte segmentado**, que es aquel que realizándose en varios modos; sin embargo, cada uno «manda» en su operativa. Normalmente se da en procesos de transporte en los que no existe una planificación previa.

Desde un punto de vista funcional, atendiendo más bien a la logística de distribución, el transporte se suele clasificar en:

- **Transporte primario**, que es el que habitualmente se realiza entre los proveedores y fabricantes para el abastecimiento de materiales o semi-elaborados a pie de fábrica o cadena de producción (entregas *just in time*), o el que se efectúa entre la fábrica y los almacenes centrales o reguladores de la empresa.
- **Transporte de aproximación**, que es el que tiene como misión abastecer de mercancías desde almacenes fabriles, centrales o reguladores, a almacenes regionales o periféricos mediante procesos periódicos de reposición de los stocks.
- **Transporte de distribución**, que es el que atiende día a día a los pedidos de los clientes y que suele realizarse normalmente con flota ligera (furgonetas de reparto).

Por último, en el siguiente cuadro se muestran las características básicas de los diferentes modos de transporte.

CARACTERÍSTICAS MODOS DE TRANSPORTE

Conceptos	Carretera	Ferrocarril	Aéreo	Marítimo
Coste (*)	Medio	Bajo-medio	Alto	Bajo
Velocidad km/h.	0-96	0-80	0-900	0-32
Frecuencia	Muy buena	Regular	Buena	Limitada
Accesibilidad	Extensa	Limitada	Limitada	Restringida
Fiabilidad	Muy buena	Buena	Muy buena	Limitada

(*) Coste por Tm/km = Coste/Tm × kilometraje.

8.8.3. Medios de contención empleados

Aparte de los pallets mencionados en el apartado 8.6.2, en el transporte multimodal el **contenedor** adquiere una relevancia especial, ya que actúa como un «facilitador» de la intermodalidad con la carretera.

Por hacer un parangón, si en la década de los años 20 el invento del pallet como unidad de carga y su standarización supuso un gran avance, tanto en el desarrollo de los sistemas de manutención en los almacenes como su aplicación en el mundo del transporte por carretera, consiguiéndose así una sinergia productiva de gran importancia para la logística, de igual manera, en la década de los 50, el desarrollo, normalización y aplicación de los contenedores permitió el concepto de transporte combinado y multimodal.

Los contenedores son apilables en almacenamiento y transporte marítimo, estando normalmente preparados para soportar siete alturas.

En el caso de transporte combinado exclusivo entre ferrocarril y carretera existe la posibilidad de que la unidad de carga sea el remolque o semi-remolque del camión.

Para el tráfico aéreo también existen contenedores especiales que se adaptan al fusilaje del avión, aunque representan un escaso volumen en comparación con los llamados contenedores convencionales.



A continuación exponemos un cuadro con las características físicas de los principales contenedores:

Contenedor	MEDIDAS EXTERNAS			MEDIDAS INTERNAS		
	Largo	Ancho	Alto	Largo	Ancho	Alto
20 pies, 1 TEU	6,05	2,44 ó 2,50	2,44 ó 2,60	5,90	2,30 a 2,48	2,30 a 2,47
30 pies, 1,5 TEU	9,12	2,44 ó 2,50	2,44 ó 2,60	8,92	2,30 a 2,48	2,30 a 2,47
40 pies, 2 TEU	12,19	2,44 ó 2,50	2,44 ó 2,60	12,05	2,30 a 2,48	2,30 a 2,47
45 P. frigo	14,15	2,60	2,67	13,25	2,44	3,37

TEU = (twenty feed equivalent unit), una medida que homogeniza el tamaño de los contenedores a 20 y 40 pies.

En el siguiente cuadro se indican los pesos correspondientes a los referidos contenedores.

Contenedor	Carga	Tara	Bruto
20 pies, 1 TEU	18 a 22 Tm.	2 a 3 Tm.	20 a 24 Tm.
30 pies, 1,5 TEU	22 a 23 Tm.	3 a 4 Tm.	24,5 Tm.
40 pies, 2 TEU	25 a 28 Tm.	4 a 5 Tm.	30 a 32 Tm.
45 P. frigo	25 a 26 Tm.	5 a 6 Tm.	30 a 32 Tm.

A su vez, los contenedores pueden ser tipo «maxicadre», con un ancho de 2,50 orientado a carga frontal, o tipo «openside», de acceso lateral.

8.9. Los operadores logísticos

La creciente sofisticación de las técnicas logísticas empleadas y consecuentemente su alto grado de especialización, requerido para su aplicación, así como el nivel considerable de inversiones necesarias (almacenes, flota de transporte, medios de manutención, etc.) para poder dar el servicio que requiere el mercado, hace que muchas empresas opten por la subcontratación del servicio, bien sea de forma total o parcial (operadores logísticos), de tal manera que les permita dedicarse plenamente a lo que es su auténtica finalidad, producción y/o venta, dejando en manos de expertos el problema de la logística, sobre todo cuando la organización del operador y su potencial de penetración le permite dar el servicio requerido a un nivel de precios competitivos con los de la propia empresa.

El objetivo básico para la empresa concesionaria sería el aprovecharse de la infraestructura y economía de escala del operador logístico para conseguir unas mejores prestaciones de servicio a un precio aceptable, transformando a su vez los costes fijos en gastos variables, con lo cual consigue a su vez una mayor flexibilidad operativa.

OBJETIVO BÁSICO

- 1. Dejar el problema logístico en manos de expertos.**
- 2. Conseguir mejores servicios y precios por economía de escala.**
- 3. Transformar costes fijos de infraestructura en gastos variables.**

Con este objetivo, existen en el mercado una serie de empresas (O. Logísticos), cuya especialización la podríamos agrupar en las siguientes categorías:

a) Paquetería exprés/mensajería

Cuyo objetivo es única y exclusivamente la recogida en origen y entrega en destino de paquetes, tanto a nivel nacional como internacional, en unos términos de servicio previamente definidos por la empresa operadora.

b) Empresas de almacenaje puro

Que, en definitiva, subcontratan **capacidad de almacenaje** sobre la base de una cantidad fija por *pallet* y mes de permanencia, sin realizar ninguna actividad o servicio especial, excepto la de descarga y carga de vehículos en sus muelles, concepto por el cual suelen cobrar una tarifa adicional.

c) Empresas de almacenaje y manipulación

Estas empresas, además del almacenaje propiamente dicho, realizan actividades de «manipulación física de productos», que añaden valor al producto desde el punto de vista del cliente, tales como, por ejemplo, un montaje de kits.

Su tarifa varía, obviamente, en función del servicio que realizan y que es específico para la empresa contratante.

MANIPULACIÓN DE PRODUCTOS

- **Reacondicionamiento de pallets.**
- **Montaje de kits.**
- **Etiquetado de precios.**
- **Retractilado.**
- **Envasado a granel.**
- **Reacondicionamiento de devoluciones.**
- **Empaquetado, etc.**

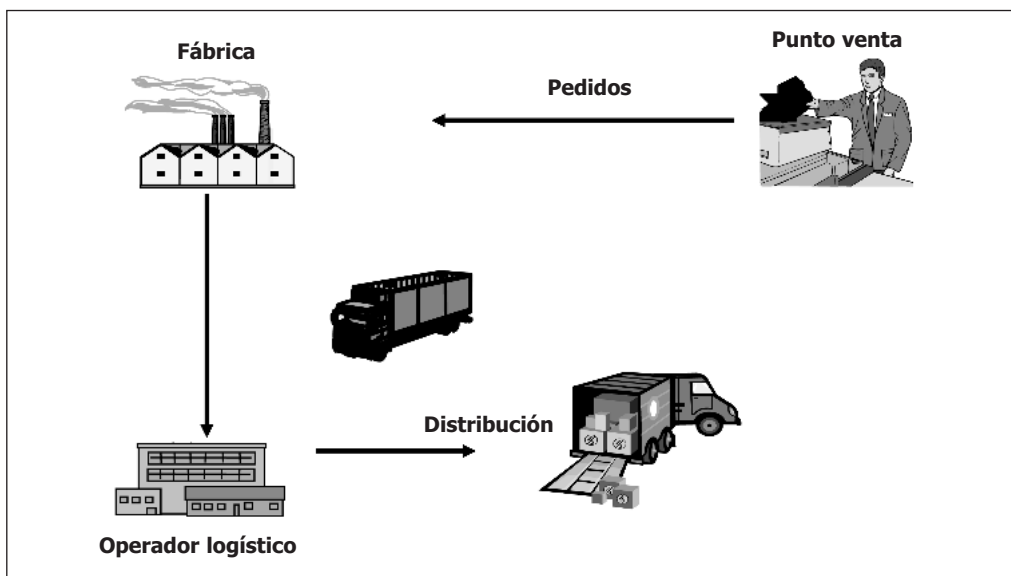


d) Servicio integral

Estas empresas realizan ya un servicio completo de almacenaje, preparación de pedidos (*picking*, empaquetado, preparación de expedición, etc.), así como la gestión completa del transporte, desde la recogida del producto hasta su entrega al punto de venta, e incluso entregas *just in time* a cadenas de producción.

Normalmente, estas empresas también hacen funciones adicionales de gestión de stocks, control de existencias, información sobre pedidos, etc., de tal forma que desde el punto de vista de logística de distribución, el fabricante únicamente se encargaría de las funciones de planificación de producción, gestión de pedidos y aprovisionamiento, tal y como se esquematiza en el cuadro siguiente.

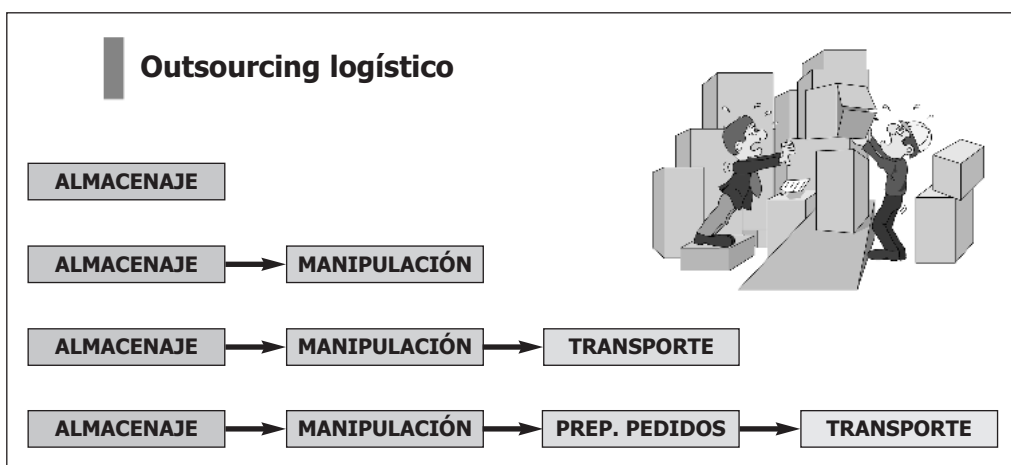
RELACIÓN CON OPERADORES LOGÍSTICOS



Naturalmente, estas empresas tienen una vinculación muy fuerte con sus concesionarias, sobre todo a nivel de integración informática, con utilización plena del sistema EDI, códigos de barras, sistemas en tiempo real, etc.

Actualmente, las empresas se encuentran aún muy remisas a dejar todo o parte de su logística de distribución en manos de terceros; sin embargo, se espera un fuerte desarrollo en el futuro debido a la internacionalización del mercado, potenciación de infraestructuras logísticas (puertos secos, transportes multimodales, etc.), obligando a conexiones internacionales inter-operadores, lo que supondrá grandes economías de escala de difícil competencia.

ACTIVIDADES BÁSICAS



Por otro lado, parece que una evolución lógica de este mercado sea el de **especialización sectorial**, tanto a nivel producto como mercado, sobre todo si tenemos en cuenta que los factores que más valoran los fabricantes y distribuidores a la hora de decidir estas prestaciones son fundamentalmente los relacionados con la calidad del servicio, economía y flexibilidad en los costes.

8.10. Principales indicadores de gestión logística en distribución comercial

A continuación, y a título de ejemplo, vamos a dar una relación de los principales INDICADORES que se pueden utilizar para el control de la gestión logística en el sector de DISTRIBUCIÓN.

La referida relación no tiene carácter exhaustivo ni exclusivo, sirviendo únicamente como referencia para que cada empresa lo adapte a sus necesidades específicas.

1. Grado de servicio (GS)

Índice de disponibilidad de stocks medido a nivel de ITEM o referencia comercial.

$$GS = (UNIDADES SERVIDAS/UNID. SOLICITADAS) \times 100$$

A efecto de publicación, este dato conviene promediarlo a nivel «familia de productos».

2. Leadtime de pedidos pendientes (LPP)

Tiempo medio de suministro de los PEDIDOS PENDIENTES de entrega por falta de stocks.

3. Tiempo de ciclo de suministros (TCS)

Tiempo promedio que media desde que un cliente solicita un pedido hasta que lo recibe en sus almacenes o puntos de destino.

Este dato se suele dar como promedio ponderado a nivel de zonas o segmentos de mercado.

Conviene distinguir entre tiempo de recepción, tramitación del pedido, despacho de la mercancía en almacén y transporte.

4. Indicador del nivel de stocks (INS)

Stock promedio mensual (o posición del stock al final del mes), como % del STOCK NORMATIVO.

Este dato se suele facilitar a nivel de «familia de producto».

5. Fiabilidad de entregas (FE)

Fiabilidad, es decir, el porcentaje de casos en que un pedido no se entrega en la fecha prevista:

- Índice de fallos = % de pedidos no entregados en la fecha prevista.
- Índice de fiabilidad = $(1 - \text{Índice de fallos})$.

CONSEJO IMPORTANTE

- **Atención a las mejoras ocasionales... que no se mantienen en el futuro.**
- **¡¡No dormirse!!**



Capítulo 9

La cadena de suministros

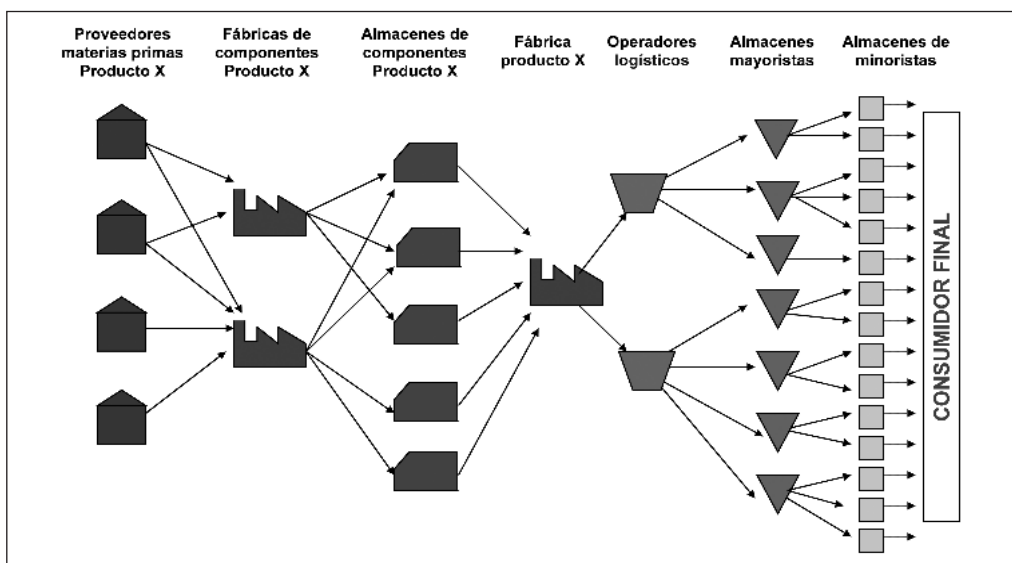
- 9.1. Definiciones previas.
- 9.2. Evolución histórica.
- 9.3. La gestión de la cadena de suministro.
- 9.4. Principios básicos de organización de la cadena.
- 9.5. Principales ventajas del SCM.
- 9.6. La cadena de suministro y el efecto *bullwhip*.

9.1. Definiciones previas

Cuando hemos hablado de la filosofía de gestión de la logística integral nos hemos referido a la llamada **cadena logística interna** como aquella infraestructura empresarial que actúa de una forma coordinada para situar el producto en el punto de venta, y tiene como característica principal el que todos los elementos que intervienen en la misma (fábricas, almacenes centrales, almacenes regionales y/o plataformas de distribución) tienen una sola unidad central de gestión y coordinación. En definitiva, se trata de una o varias empresas que pertenecen al mismo holding empresarial.

Por el contrario, cuando nos hemos referido a la «cadena logística externa», aludimos a la interrelación existente entre diferentes agentes (fabricantes, proveedores, almacenes, operadores logísticos, almacenistas, distribuidores, etc.), que tienen relaciones comerciales e intereses comunes para poder situar los productos en el mercado sin que necesariamente estén vinculados e integrados dentro de un mismo holding de empresas.

CADENA DE SUMINISTRO EXTERNA



En definitiva, se trata de vincular el flujo de productos entre los diferentes agentes que intervienen (proveedores, fabricantes, almacenes, operadores logísticos, etc.) de tal manera que se integre desde las materias primas o componentes de un producto hasta su transformación en producto terminado y entrega al consumidor final.

La definición más generalizada entre los diferentes profesionales hace referencia a la gestión de cadena de suministro (SCM - *Supply Chain Management*) como todo el conjunto de actividades de coordinación y colaboración con los diferentes canales de suministro, tanto internos como externos, así como con los proveedores y clientes relacionados con la planificación, gestión del abastecimiento, compra y distribución física de productos.

En esencia, la gestión de la cadena de suministro integra todas las actividades de suministros y gestión de la demanda a lo largo del denominado **eje del producto** entre diferentes empresas relacionadas, de tal manera que se puede hablar de una «red auto-organizada de negocio» que coopera para proporcionar productos y servicios.

Hoy en día, la COMPETENCIA REAL ya no es tanto entre compañía y compañía, o entre producto y producto, sino entre cadena de suministro contra cadena de suministro.

En general se puede decir que todas estas nuevas estructuras se pueden definir como grupos de organizaciones semi-independientes, cada una con sus propias capacidades, que colaboran en una constelación en constante cambio y que atienden a uno o más mercados con el fin de conseguir los objetivos empresariales específicos de la colaboración (Akermans, 2001).

9.2. Evolución histórica

Se pueden identificar cuatro etapas en la evolución de la cadena de suministro:

1. Era de la creación.
2. Era de la integración.
3. Era de la globalización.
4. Era de la especialización.

1. La era de la creación

El término «gestión de la cadena de suministro» se acuñó por primera vez en los EE.UU. al principio de la década de los 80; sin embargo, el concepto de cadena de

suministro en la gestión empresarial tuvo gran importancia muchos años antes, al comienzo del siglo XX, especialmente con la creación de las cadenas de ensamblaje.

Las características de esta «era de gestión de la cadena de suministro» incluye la necesidad de cambios a gran escala, reingeniería de sistemas de producción, reducción de lotes de fabricación y una amplia atención a las prácticas japonesas de gestión, como el JIT.

2. La era de la integración

Esta era de la gestión de la cadena de suministro se potenció con el desarrollo de los sistemas EDI en los años 70 y posteriores, desarrollados a través de la década de los 90 por la introducción de los sistemas ERP (*Enterprise Resources Planning*). Esta etapa ha continuado su desarrollo dentro del siglo XXI con la expansión de los sistemas basados en Internet.

Esta época se caracteriza por el incremento del valor añadido y reducción de costes a través de la integración.

3. Era de la globalización

El tercer movimiento de desarrollo de la cadena de suministro se caracteriza por la atención que se presta a los sistemas globales de relación entre proveedores y la expansión de la cadena que trasciende no sólo los límites nacionales, sino intercontinentales. Aunque la utilización de fuentes globales de suministros se podrían localizar varias décadas anteriores dentro de la industria petrolera, sin embargo, no fue hasta finales de los años 80 cuando un número considerable de organizaciones empezaron a integrar las fuentes globales de suministro dentro del corazón de su propio negocio con objeto de incrementar las ventajas competitivas y reducción de costes.

4. Era de la especialización

La industria en general, en los años 90, empieza a centrar su atención en lo que podríamos llamar «la esencia de su competitividad», adoptando un modelo de especialización, de tal manera que las empresas abandonan el sistema de integración vertical subcontratando a otras empresas todas aquellas actividades empresariales que no forman la parte sustantiva de su negocio ni de su especialización. Este cambio implica extender la cadena de suministro buscando relaciones de colaboración con cadenas especializadas en el suministro (operadores logísticos).

Los modelos de especialización dan lugar a redes de fabricación y distribución compuestas por múltiples cadenas de suministros específicos para producto, provee-

dores y clientes que trabajan juntos con el diseño, fabricación, venta y posventa de productos.

Este conjunto de socios (*partners*) puede cambiar de acuerdo con un determinado mercado, región o canal, dando así lugar a una proliferación de *trade partners*, cada uno con sus propias características y demanda.

La especialización de la cadena de suministro permite a las empresas mejorar su competencia global de la misma forma que lo hacen los fabricantes y distribuidores subcontratados, permitiendo así centrar su atención en la esencia competitiva de su negocio.

El proceso de integración de las cadenas de suministros implica un trabajo de colaboración entre compradores y suministradores, desarrollo conjunto de productos, así como desarrollos de sistemas de información compartidos.

Hay que tener en cuenta que una cadena de suministro no se genera de forma espontánea como consecuencia de una «idea empresarial», sino que es el resultado de una serie de absorciones, fusiones y estrategias empresariales en las cuales hay siempre las llamadas **empresas dominantes y empresas dominadas**, como es el caso de la llamada industria auxiliar en general. De tal manera que estas empresas dominantes, líderes en el mercado, son las que van imponiendo una cierta configuración formal de lo que denominados cadena de suministro.

Entre los principales problemas a resolver, dentro de la cadena logística externa, cabe señalar fundamentalmente los siguientes:

- **Configuración de la cadena de distribución**

- Cantidad, ubicación y misión de la red de proveedores, centros de producción, centros de distribución, almacenes, *cross-docks* y clientes.

- **Estrategia de distribución**

- Cuestiones de control operativo (centralización, descentralización o compartido).
- Esquemas de distribución, tales como envíos directos, *cross-docking*, etc.
- Modos de transporte: carretera, ferrocarril, avión, transporte intermodal, etc.

- **Trade-off básicos de la actividad logística**

Las actividades anteriores hay que coordinarlas con el fin de conseguir el «mínimo coste total», ya que sin un *trade-off* apropiado se podría incrementar el coste total si se optimiza solamente una de las actividades; así, por ejemplo, una tarifa de transporte a camión completo es más barata que una tarifa basada en coste por *pallet* de envío, que produce una utilización parcial del camión; sin embargo, retener los productos para efectuar cargas completas de camión incrementa los costes de posesión de productos y reduce el servicio al cliente.

- **Información compartida**

Integración de procesos de información entre los diferentes agentes que intervienen a través de la cadena de suministros para compartir aquella información importante que incluya datos de demanda, previsiones de venta, inventarios, transporte, colaboraciones potenciales, etc.

- **Gestión de inventarios**

Composición, localización y cantidad de inventarios, incluyendo materiales, productos en curso de fabricación y productos terminados.

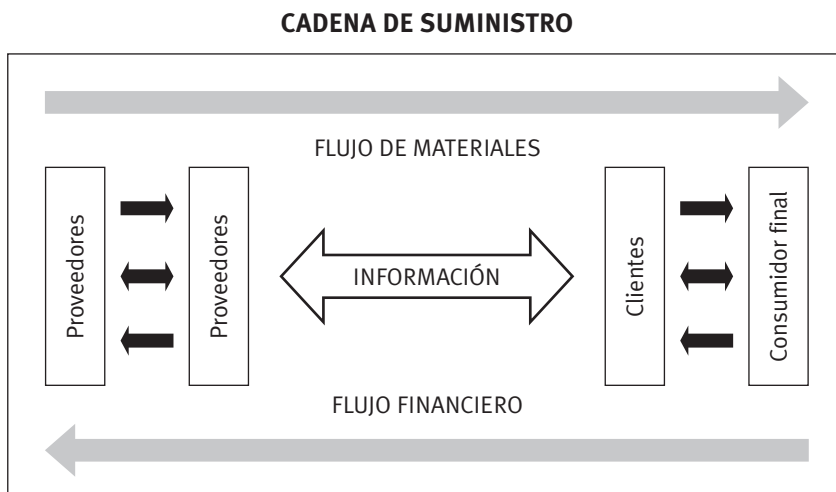
- **Cash-flow**

Establecimiento de la forma de pago y procedimientos de cobro.

Este concepto lo incluyen algunos tratadistas del tema por ser un aspecto importante de la gestión global, pero yo personalmente lo excluyo del concepto de gestión de la cadena de suministro, ya que lo enfoco únicamente desde el punto de vista logístico.

9.3. La gestión de la cadena de suministro

Tradicionalmente las empresas, dentro de la llamada cadena logística interna, se concentran en el input y output de sus procesos, prestando poca atención a los trabajos de gestión interna de los otros agentes que intervienen. Sin embargo, en la gestión de la cadena logística externa (SCM), se dice **que la cadena comienza con los proveedores de tus proveedores y termina con los clientes de tus clientes.**



La gestión de cadena de suministro trata, en último término, de formar alianzas y relaciones estables entre todos los agentes que intervienen, desde los proveedores de nuestros suministradores hasta los clientes de nuestros clientes (consumidores finales).

En consecuencia, una **cadena de suministro** es:

- Una red de instalaciones y medios de distribución que tiene por misión la obtención de materiales, transformación de dichos materiales en productos intermedios y productos terminados y distribución de estos productos terminados a los consumidores.

En definitiva, una cadena de suministro consta de tres partes:

- Ciclo de aprovisionamiento (suministros).
- Ciclo de fabricación.
- Ciclo de distribución.

La parte del *suministro* se concentra en **cómo, dónde y cuándo** se consiguen y suministran las materias primas para fabricación.

La *fabricación* convierte estas materias primas en productos terminados.

La *distribución* se asegura de que dichos productos finales llegan al consumidor a través de una red de distribuidores, almacenes y comercios minoristas.

Sin embargo, para lograr una cadena de suministro sincronizada no basta con acometer acciones aisladas en este sentido; es preciso ir más allá y desarrollar una estrategia conjunta que aporte ventajas a todos los miembros de la cadena, contemplando los siguientes aspectos:

- **Planificación de mercado:** O sea, la previsión de la demanda para abastecer al consumidor final.
- **El abastecimiento:** Planes y alianzas con proveedores para conseguir costes mínimos de entrega.
- **La producción:** Máxima flexibilidad industrial y bajos costes para abastecer al mercado.
- **El suministro:** O sea, la manipulación eficiente de productos en almacén y distribución física.

Los agentes que intervienen en la cadena de suministro son como actores que tradicionalmente tienen un comportamiento específico, como proveedor o cliente, en función del papel que les toque representar en cada ocasión.

Por ejemplo, tradicionalmente un proveedor trata de conseguir pedidos grandes de sus clientes, incentivando el volumen de compra con descuentos extra o promociones similares.

El cliente, por el contrario, trata de obtener lotes de compra pequeños y frecuentes con el fin de reducir sus stocks, obtener rotaciones altas y rentabilizar al máximo su capital invertido.

Este tipo de comportamiento, conocido como relación «win-lose» (para que yo gane tú tienes que perder), se considera hoy día obsoleto, debido al nivel competitivo existente entre agentes y a las exigencias continuas del consumidor. La tendencia lleva a las empresas a una relación de estrecha colaboración entre los diferentes agentes de la cadena logística (relación simbiótica), de tal manera que el objetivo final de todos ellos será dar al cliente el **máximo servicio posible con los mínimos costes totales**.

En definitiva, se trata de cambiar la actitud «win-lose» por otra de «win-win», basada en una estrategia conjunta entre diferentes «partners» para reducir los costes en todas aquellas actividades que no tienen un valor añadido para el consumidor final.

Esta filosofía introduce «nuevos conceptos», tales como las teorías de flujos tensos, lean production, just in time, cofabricantes, etc., de uso frecuente en la jerga logística.

Como veremos oportunamente, la actitud que la empresa tiene con relación a sus proveedores y clientes constituye uno de los elementos fundamentales en la llamada excelencia logística, produciéndose, en muchas ocasiones, un fenómeno que yo denomino de «empresa dominante y empresa dominada».

Las empresas líderes en el mercado tienen en general un efecto dominante por su potencial económico y comercial, lo que les permite imponer las reglas del juego a sus proveedores.

Es conocida la crítica de que en una situación *just in time* los fabricantes consiguen llevar los stocks de materiales y semi-terminados «aguas arriba», debido en parte a una indefensión de sus proveedores, pero también a una colaboración mal entendida, ya que si el fabricante les comunicase sus previsiones de compra a medio o largo plazo, con una vinculación permanente con ellos este fenómeno se paliaría.

Desde un punto de vista de **planificación**, las actividades de la cadena de suministros se pueden agrupar en:

A) Actividades estratégicas

O sea, decisiones relativas a **dónde fabricar** (localización industrial) o decisiones del tipo «make or buy» (industria auxiliar).

En este aspecto podríamos incluir las políticas de «deslocalización industrial», buscando países de mano de obra barata, de aquellas fábricas intensivas en mano de obra, o por el contrario buscar zonas de alta tecnología industrial con mano de obra muy especializada, así como decisiones de «outsourcing industrial» de determinados componentes.

Optimización de la red, incluyendo cantidad de almacenes y centros de distribución, localización y capacidad de los mismos, así como los medios de manutención y transporte requeridos.

Estrategias de cooperación con proveedores, distribuidores y clientes en general, creando canales de comunicación para información crítica y mejoras operativas tales como cross-docking, envíos directos y conexión con operadores logísticos.

Desarrollo de productos y comunicación

Aquí tanto clientes como proveedores deben integrarse en un proceso de desarrollo con el fin de reducir el «time to market», teniendo en cuenta aspectos tales como:

- Identificar tendencias, necesidades y preferencias de los clientes.
- Selección de materiales requeridos en conjunto con las fuentes de aprovisionamiento.
- Desarrollo de tecnologías de producción en el proceso de fabricación para integrarse en la cadena de suministro de la forma más conveniente.

Infraestructura de información apropiada para soportar la cadena operativa.

B) Actividades tácticas

Planificación de la demanda, coordinando la integración del forecast de la demanda de todos los clientes y compartiéndola con todos los proveedores.

Decisiones de producción, incluyendo contratación, programación y proceso de planificación.

Decisiones de inventario, incluyendo cantidad, localización y calidad de los mismos.

Estrategia de transporte, incluyendo rutas, frecuencias de distribución y tipos de contratos.

Benchmarking de todas las operaciones con relación a los competidores e implementación de las mejores prácticas en la empresa.

C) Actividades operacionales

En este apartado podríamos incluir básicamente las siguientes actividades:

- Programación de la producción para cada una de las líneas de producción en la cadena de suministro.
- Planificación del abastecimiento, teniendo en cuenta el inventario actual y la previsión de ventas en colaboración con todos los proveedores.

9.4. Principios básicos de organización de la cadena

Andersen Consulting ha propuesto una lista de siete principios para la gestión de la cadena de suministros, basándose en la experiencia de las iniciativas de mejora de la cadena de suministros en más de 100 empresas industriales, distribuidoras y detallistas y que, por su importancia, nos permitimos transcribir los conceptos básicos obtenidos vía Internet.

Principio n.º 1. Segmentación del mercado

Segmentación de sus clientes basándose en las **necesidades de servicio** de los diferentes grupos de clientes y adaptando la cadena de suministros a las necesidades de los mismos.

Tradicionalmente se ha segmentado a los clientes por tipo de industria, producto o canal de ventas, otorgándoles el mismo nivel de servicio a cada uno de los clientes dentro de un segmento.

Una cadena de suministros eficiente agrupa a los clientes por sus necesidades de servicio, independientemente de a qué industria pertenezcan, y entonces adecua los servicios a cada uno de esos segmentos.

Principio n.º 2. Adecuación de la red

Hay que adaptar la red de logística a los requerimientos de servicio, teniendo en cuenta la rentabilidad de los segmentos de clientes seleccionados.

Principio n.º 3. Planificación integral de la cadena de suministro

La planificación de ventas y operaciones debe cubrir toda la cadena logística, buscando el diagnóstico oportuno de los cambios en la demanda.

Por planificación sincronizada o colaborativa nos referimos a diseño y ejecución de planes para la introducción de un producto en el mercado, sus previsiones y reposición. El escenario ideal es que todos los miembros que forman parte de la cadena tomen parte de las decisiones estratégicas sobre el producto.

Este enfoque intensivo en la demanda nos lleva a pronósticos más consistentes y la asignación óptima de los recursos.

Principio n.º 4. Diferenciación del producto

Busque diferenciar el producto lo más cerca posible del cliente.

Hay que evitar acumulación de inventario para compensar los errores en los pronósticos de ventas. Lo importante es posponer la diferenciación entre los productos en el proceso de manufactura lo más cerca posible del cliente final.

Principio n.º 5. Manejo estratégico de las fuente de suministro

Al trabajar más de cerca con los proveedores principales para reducir el *costo* de materiales y servicios, podemos a su vez mejorar los márgenes, tanto para nosotros como para nuestros proveedores.

Principio n.º 6. Tecnología de información empleada

Una de los puntos fundamentales para una gestión exitosa de la cadena de suministros es la de **homologar** la tecnología de información que deben soportar los diferentes niveles de toma de decisiones dentro de la cadena, así como proveer una clara conectabilidad y visibilidad del flujo de productos, servicios e información logística.

Principio n.º 7. Indicadores de gestión homologados

Los **indicadores de gestión logística** empleados en las cadenas de suministro deben estar homologados en cuanto a su fórmula de cálculo y significación de los mismos, de tal manera que permita de forma inequívoca su interpretación y comparación cuando se apliquen a cada uno de los eslabones de la cadena.

Compartir la información es un elemento clave para una adecuada gestión de la cadena de suministro. Hay que estar dispuestos a compartir toda la información que sea importante para la toma de decisiones, por ejemplo datos de demandas de clientes, el estado del inventario de almacenes, tiempos y plazos de producción, planes de promoción, etc.

9.5. Principales ventajas del SCM

Las ventajas que pueden obtener las empresas gracias a una gestión integrada de la cadena de suministro son realmente importantes. A continuación se recogen algunas de las principales mejoras que puede conllevar esta gestión:

- Reducción del inventario: 25-55%.
- Mejora de la productividad: 25-75%.
- Mejora del tiempo de respuesta al cliente: 25-60%.

Observando los datos anteriores parece lógico suponer que muchas empresas formarán parte de cadenas de suministro integradas para beneficiarse de todas las mejoras descritas. Sin embargo, la realidad no es ésta. Los proyectos de gestión de cadenas de suministro son complejos, exigen niveles elevados de confianza y colaboración entre los miembros y no siempre producen los resultados previstos.

9.6. La cadena de suministro y el efecto *bullwhip*

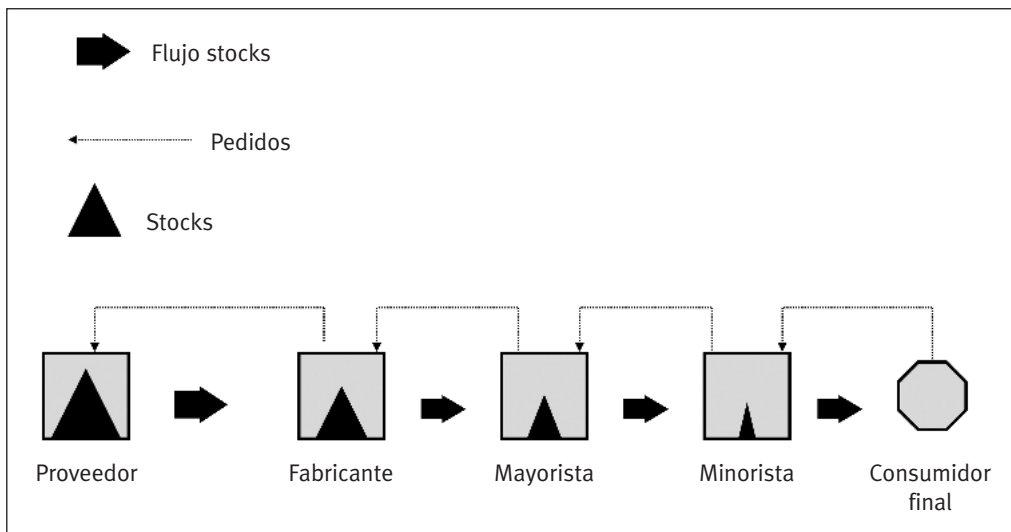
Al hablar de actividades tácticas de la cadena de suministro hemos mencionado el *forecast* y la **planificación de la demanda** en concreto como uno de los elementos más importantes a compartir entre los diferentes agentes que configuran la mencionada cadena de suministro, cuyo objetivo final no es otro que el de conseguir un flujo de materiales lo más optimizado posible, lo que supone, evidentemente, mejoras en la eficiencia operativa, reducción de inventarios, ahorro de costes de transporte y, en general, de costes de distribución, con una disminución drástica del *lead-time* acumulado y mejora del servicio.

Sin embargo, para alcanzar un funcionamiento eficiente de la misma hay que superar algunos problemas latentes aún, no resueltos de una forma satisfactoria, y que trataremos de destacar en el presente epígrafe.

Tal y como quedó demostrado en el «conocido» juego de los barriles (*beer game*), que data del año 1989, la información se deteriora a medida que se trasmite a los diferentes eslabones de la cadena de suministro, lo cual crea un efecto inducido en la gestión de los inventarios, como se evidencia en el referido juego cuando se observa la acumulación y/o rotura de los stocks en almacén. Ya en 1989, Forrester, analizando una cadena de suministro en sus distintos niveles, observó que un pequeño cambio en el patrón de la demanda a nivel del consumidor final se magnificaba «aguas arriba» cada vez más en los procesos de distribución, producción y aprovisionamiento de la cadena de suministro.

Este fenómeno, conocido como el **efecto Forrester**, se debe, según el autor, a problemas derivados de la existencia de tiempos de suministro (*not zero lead-times*) y a la

EFEECTO FORRESTER



falta de exactitud de las previsiones realizadas entre los diferentes agentes que intervienen en la cadena; con palabras más vulgares y menos técnicas, es como si dijéramos:

«Comoquiera que la demanda ha aumentado, por ejemplo, un 5% más de lo previsto, voy a aprovisionarme con un 6 ó 7% más de lo habitual para atender a mi demanda y no quedarme sin stocks en almacén».

Más tarde, H.L. Lee, en 1997 identificó que la distorsión de la demanda con respecto a la venta debido al efecto Forrester se amplificaba aún más debido a otros efectos que pueden darse de forma simultánea en la cadena de suministro, tales como lotificación de pedidos, fluctuaciones de precios, así como fenómenos de racionamiento o escasez de productos terminados.

En consecuencia, se denomina **efecto bullwhip** a la amplificación de la variabilidad de la demanda de aquellos productos que, debido al efecto Forrester, producen a su vez la combinación de alguno de los cuatro factores antes mencionados.

Para combatir este problema, los estudiosos del tema han desarrollado diferentes modelos basados en el concepto de dinámica de sistemas, aunque, como todo modelo más o menos sofisticado, implican una serie de restricciones y limitaciones que hacen difícil su aplicación.

En algunos casos la utilidad de estos modelos se centra, fundamentalmente, en ofrecer diferentes escenarios ante diferentes hipótesis de cambio de parámetros que lo configuran.

Capítulo 10

La gestión electrónica de datos

- 10.1. Redes de comunicación.
- 10.2. Redes intranet y extranet.
- 10.3. Logística y comercio electrónico.
- 10.4. Compras por Internet.

10.1. Redes de comunicación

Históricamente el actual Internet hay que situarlo en una red denominada ARPANET, que se puso en marcha en el año 1969 por el departamento de Defensa de los EE.UU. de una manera experimental.

Inicialmente la intención fue crear un sistema de comunicación capaz de funcionar en caso de catástrofes, fundamentado en la independencia de equipos y permitiendo de este modo compartir recursos de hardware y software.

Actualmente **Internet** es como una «telaraña» de redes de comunicación de ámbito mundial interconectadas y pertenecientes a diferentes entidades públicas y privadas.

En España se inicia a partir de mediados de los noventa con un desarrollo exponencial en cuanto al número de usuarios. Basta con tener en cuenta que a finales del año 2000 (según datos de NUA Internet Surveys) en el mundo había ya más de 407 millones de usuarios. Digamos que Internet es una estructura dinámica a la cual se le van incorporando continuamente programas, informaciones, servicios, etc.

Aunque habría mucho que hablar del tema, yo personalmente, como no soy especialista en esta materia, me voy a limitar a exponer algunos aspectos que considero importante conocer desde el punto de vista de la logística.

10.2. Redes intranet y extranet

Intranet es una red de ordenadores conectados entre sí en el interior de una empresa o parte de ella, a través de unos protocolos estándar de comunicación de internet.

Esta red interna está aislada y protegida de las redes públicas de Internet a través de unos «cortafuegos» (firewall) que impiden el acceso no autorizado a las mismas, de tal manera que solo una determinada comunidad de usuarios perfectamente identificados pueden tener acceso a la referida red. Como características fundamentales podemos destacar las siguientes:

- a) Están construidas sobre la base de un diseño informacional específico.
- b) Se centran en tareas y no en documentos.

La intranet también puede agrupar a empleados ubicados físicamente en lugares alejados pero que trabajan con problemas específicos que requieren una determinada información, con lo cual se evitan gastos de viajes, fomentando la productividad y conocimiento común del trabajo.

Extranet, por el contrario, es una red privada que utiliza los protocolos de Internet para compartir de forma segura parte de la información del negocio con suministradores, proveedores, clientes y en general cualquier otra empresa establecida.

La extranet requiere seguridad y confidencialidad de los datos transmitidos mediante la utilización de tecnologías de información apropiadas.

Uno de los desarrollos que sin duda alguna en su día potenció más el concepto de **integración** fue el llamado sistema EDI (Electronic Data Interchange), que permite la transferencia de datos por medios electrónicos entre empresas, a través de un formato estándar de comunicación, eliminando así la necesidad de crear documentos tales como pedidos, albaranes, etc.

El sistema toma cartas de naturaleza en el año 1977 como consecuencia de la creación de la sociedad EAN INTERNATIONAL.

Las ventajas del sistema EDI eran múltiples, ya que permite una respuesta inmediata entre los diferentes sistemas de información de las empresas que lo utilizan, con la consiguiente reducción de *lead-times* y eliminación de errores. Sus principales beneficios los podríamos expresar de la siguiente forma:

- Reducción de costes burocráticos y aumento de productividad.
- Disminución del coste de errores.
- Se estrecha la relación entre proveedores y compradores.
- Mejora del grado de servicio en general.

Los requisitos para que una empresa pueda implantar el sistema EDI son realmente mínimos, ya que solo necesita disponer de un equipo informático sencillo, así como un software de conexión con el servicio AECOM, también llamado estación de usuario, que se encarga de gestionar las comunicaciones, y traducir los documentos, permitiendo una utilización manual o automática.

Conviene distinguir entre EDI y el llamado **correo electrónico**, ya que el EDI no es un correo electrónico de formato libre, sino que contiene los datos perfectamente estructurados que pueden ser procesados por los ordenadores de una forma eficaz e inequívoca.

Actualmente Internet abre nuevas vías de comunicación con innumerables ventajas para la transmisión de datos que, obviamente, afectan al campo de la logística.

10.3. Logística y comercio electrónico

El **comercio electrónico**, también conocido como *e-commerce*, consiste en la compra y venta de productos o de servicios a través de medios electrónicos, tales como Internet y otras redes informáticas.

Originalmente el término se aplicaba a la realización de transacciones mediante medios electrónicos tales como el **intercambio electrónico de datos** (EDI); sin embargo, con el advenimiento de Internet y la World Wide Web (WWW) a mediados de los años 90 comenzó a aplicarse principalmente a la venta de bienes y servicios a través de Internet, usando como forma de pago medios electrónicos, tales como las tarjetas de crédito.

El comercio electrónico realizado entre empresas es llamado en inglés *business-to-business* (B2B) y cuando se realiza entre empresas y consumidores se le llama *Business to consumers* (B2C).

El e-commerce ha logrado una gran evolución en los últimos años y cada vez más personas apuestan por este modelo de negocio; sin embargo, hay una cierta desconfianza motivada por una serie de mitos de los cuales destacamos fundamentalmente los siguientes:

- ¿Está solo indicado para grandes empresas?

Todo lo contrario. El e-commerce es una gran oportunidad para que pequeñas empresas puedan crear un negocio de ventas. No es necesario ser un ingeniero de sistemas para empezar un negocio online.

- ¿Es costoso?

En realidad, crear una tienda online es más económico que invertir en un local físico.

- ¿La distancia genera desconfianza?

Existen muchos métodos de protección al comprador que puedes implementar en tu tienda para generar confianza en tus clientes.

Ventajas del comercio electrónico

Como principales ventajas, destacamos las siguientes:

Ubicuidad: La tecnología de internet/web está disponible en todas partes, en el trabajo, en el hogar y en cualquier otro lado a través de los dispositivos móviles, en cualquier momento. El mercado se extiende más allá de los límites tradicionales; se crea el «market-space», *pudiéndose* realizar compras en cualquier parte.

Se mejora la conveniencia para el cliente a la vez que se reducen los costes de compra.

Beneficios operacionales: El uso empresarial de la web reduce errores, tiempo y sobrecostos en el tratamiento de la información. Los proveedores disminuyen sus costes al acceder de manera interactiva a las bases de datos de **oportunidades de ofertas**, enviar éstas por el mismo medio, y por último revisar de igual forma las concesiones; además se facilita la creación de mercados nuevos, especialmente en los geográficamente remotos, y alcanzarlos con mayor rapidez.

Costos operativos: La tecnología reduce los costes de la información y eleva la calidad. Los costes de comunicación, procesamiento y almacenamiento de la información se reducen de forma dramática, mientras que la prevalencia, precisión y actualidad se incrementan de manera considerable.

La información es abundante, económica y precisa.

10.4. Compras por Internet

Según un sondeo realizado por Dynatrace, tanto en Europa como en EE.UU. el 42% de los consumidores aseguran que realizan la mayor parte de sus compras online. Sin embargo, hay que destacar que son los dispositivos móviles y no el PC tradicional los que están ganando mayor protagonismo a la hora de comprar.

Así, por ejemplo, la práctica conocida como «showrooming», es decir, acudir al comercio físico para ver y tocar el producto deseado, pero a su vez utilizar el teléfono móvil para comparar precios en el propio establecimiento y así conseguir la mejor oferta de compra de producto, es algo que cada vez se está empleando más.

La clave para triunfar como comercio online está en la rapidez de entrega, siendo la **entrega al día siguiente** lo más habitual en este tipo de comercio.

En España el comercio electrónico representa un gran potencial de crecimiento gracias, entre otras cosas, a la alta penetración de los smartphones.

Desde un punto de vista legal se resaltan los siguientes aspectos:

- Identificación del vendedor.

Las empresas de comercio electrónico que operan en España tienen la obligación legal de publicar su denominación social, NIF, dirección postal y contactos.

- Forma de pago.

El medio elegido no debe tener un coste extra y suele ser a través de crédito, débito o transferencia.

- Plazos de entrega y devolución.

El plazo máximo para recibir la compra es de 30 días, a menos que se especifique otra cosa. Para devolver el producto la ley dispone de 14 días tras la recepción de éste. Si no se explica cómo hacerlo, el plazo crece a un año sin recargos.

Desde el punto de vista logístico, que es el que nos interesa en esta publicación, merece destacar dos aspectos fundamentales:

- a) Acortamiento o reducción de la cadena de suministro, eliminando en su caso puntos de stocks innecesarios (detallistas) o al menos reduciendo el nivel de existencias requerido. Esto se traduce en un acortamiento del *lead-time* acumulado, reduciendo a su vez los costos de inversión, así como el llamado **ciclo de respuesta al cliente**.
- b) Ahorro de costes de transacción al evitar al máximo la intervención humana.

Todo esto puede dar lugar a una mayor competitividad y reducción de precios.

Capítulo 11

Del diagnóstico a la excelencia logística

- 11.1. ¿Por qué un diagnóstico logístico?
- 11.2. ¿Qué es un diagnóstico logístico?
- 11.3. Ventajas del diagnóstico.
- 11.4. La excelencia logística.

11.1. ¿Por qué un diagnóstico logístico?

Actualmente podemos asegurar que, aunque los avances tecnológicos han sido extraordinarios en el campo de la logística, el resultado de la aplicación de las múltiples técnicas existentes en el mercado no se ha visto lo suficientemente valorado por la falta de un desarrollo paralelo de la cultura asociada a la **filosofía de gestión logística** en la empresa.

Esto se evidencia a través de unos síntomas, entre los cuales podemos destacar como los más frecuentes los siguientes:

- Elevados niveles de stock tanto de materiales como de productos terminados.
- Retorno muy lento de la inversión en productos comercializados.
- Baja productividad del personal.
- Tiempos de respuesta al cliente demasiado largos.
- Costes logísticos elevados.
- En general la cultura de calidad no ha llegado a calar totalmente en la empresa.

Estos problemas se derivan básicamente o bien de carencias o fallos fundamentales en los sistemas de gestión utilizados, o bien de problemas de estructura u organización empresarial, como por ejemplo:

- **Planificación** de necesidades de recursos a medio/largo plazo tomando como base previsiones incorrectas de ventas.
- No evaluar el **servicio** realmente prestado al cliente ni medir su grado de satisfacción.
- Fundamentar el aprovisionamiento y gestión de inventarios en **fórmulas inadecuadas** de cálculo de necesidades de stocks.
- Redimensionar los almacenes sin analizar las posibilidades que ofrecen actualmente las diferentes técnicas modernas de **almacenamiento y manutención**.
- No orientar los **sistemas informáticos** hacia información en tiempo real, etc.

11.2. ¿Qué es un diagnóstico logístico?

En primer lugar hemos de hacer una diferenciación muy clara entre lo que es un diagnóstico y una auditoría logística.

La auditoría logística tiene por misión comprobar si los procesos logísticos internos se efectúan de acuerdo con las normas establecidas por la empresa, mientras que el diagnóstico trata de detectar aquellas **causas endógenas** (imputables a la organización o estructura de la empresa) que generan situaciones no deseables desde el punto de vista económico o comercial.

Obviamente pueden existir otras **causas exógenas** (ajenas a la empresa), tales como crisis económica, en las cuales el empresario no puede hacer nada a corto-medio plazo.

El diagnóstico logístico es por lo tanto comparable a un chequeo médico que permite comprobar qué partes de nuestro organismo están dañadas o pueden funcionar mal, recomendándonos la terapia a seguir para evitar las **disfunciones** no deseadas.

Siguiendo con el símil de medicina, pongamos un ejemplo:

Con frecuencia se presenta un paciente en una clínica manifestando, por ejemplo, que tiene molestias digestivas (síntoma). La primera hipótesis por parte del médico podría ser, obviamente, que el enfermo tiene alguna dolencia de estómago; sin embargo, después de efectuar los análisis oportunos descubre que su problema no es el estómago, sino que los dolores son consecuencia de, por ejemplo, un proceso hepático. Un análisis más detallado le llevará a concluir cuál es la causa exacta de esas disfunciones, que muchas veces no coincide con la hipótesis inicial.

El mismo razonamiento se aplicaría a la gestión logística; la empresa presenta un determinado síntoma; por ejemplo, un índice de devoluciones de clientes muy elevado por errores en la entrega de los productos.

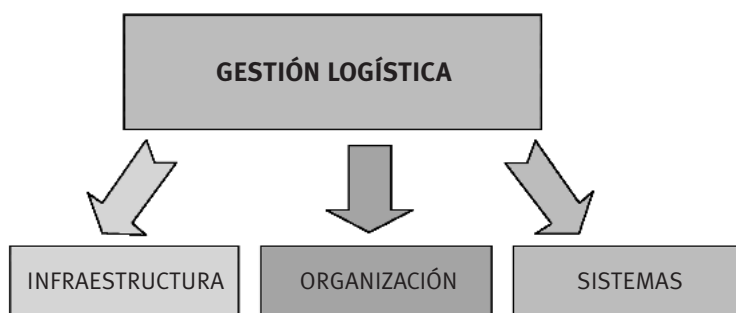
La primera impresión puede ser que el almacén funciona mal, falta de control, etc., pero cuando se hace un análisis más detallado de la situación actual se podría llegar a la conclusión de que el problema radica en el departamento de recepción de pedidos, que comete errores en la transcripción de los códigos de productos que después aparecen en los albaranes de entrega y en base a los cuales se efectúa la recogida de productos en el almacén.

Posiblemente la solución al problema (terapia) estará en añadir un dígito de control en el sistema de codificación de artículos que permita una revisión automática del mismo por el computador, cuando se teclea el pedido, con rechazo en caso de error y antes de elaborar el albarán de entrega.

En definitiva, el diagnóstico logístico se orienta a detectar los factores **endógenos** que distorsionan el proceso logístico, sugiriendo en consecuencia los aspectos que deben ser objeto de revisión o modificación.

En otras palabras, **el diagnóstico logístico** tiene como misión detectar aquellos **factores críticos** que generan situaciones no deseables y que están repercutiendo de forma severa en el llamado margen bruto de la empresa. Téngase en cuenta que los gastos de almacenaje y distribución representan un promedio de un 14 a un 15% de la venta y que el coste de inventarios se cifra en torno al 20 o 25% del coste del producto.

Hay que tener en cuenta que la gestión logística se sustenta sobre tres elementos fundamentales de cuya dinámica y correcta ponderación depende el resultado de la misma.



1.º Una infraestructura logística apropiada

La palabra «apropiada» significa que tiene que haber un equilibrio en términos de «capacidad operativa» dentro de la llamada CADENA LOGÍSTICA, evitando embotellamientos, retrasos y/o subocupación de recursos.

2.º Sistemas operativos de gestión empleados

Bien sea debido a los procesos informatizados o bien a las prácticas o sistemas empleados en general para la ejecución de las transacciones.

3.º Estructura organizativa apropiada

Que permita una dinámica ágil de decisión tanto a nivel de planificación como de gestión operativa.

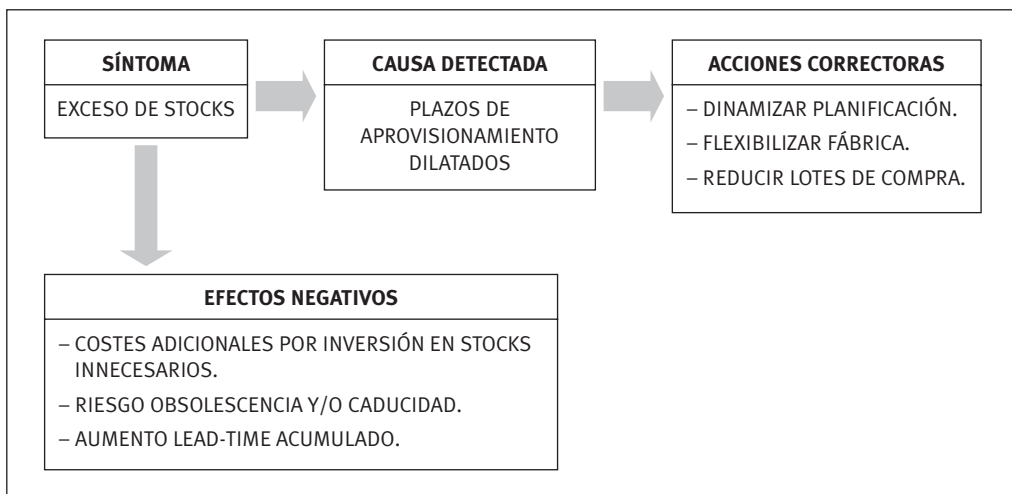
Por lo tanto, el diagnóstico debe ir dirigido a **detectar la causa** que motiva el problema para tomar las acciones correctoras correspondientes.

No cabe duda que este trabajo de diagnóstico implica, además de un conocimiento de las técnicas y procedimientos de análisis logístico, una **experiencia sólida** en este campo, ya que de los resultados obtenidos normalmente se derivan proyectos de inversiones importantes para la empresa.

Hay que tener en cuenta que en la complejidad de la empresa no existe siempre una relación causal clara entre el síntoma y el fenómeno que lo desencadena, pudiendo darse el caso de que diferentes causas originen el mismo síntoma y, por el contrario, diferentes síntomas correspondan a una misma causa. Además, la causa que motiva un determinado síntoma puede estar inducida por otras causas anteriores.

Por otro lado, la corrección de un síntoma se puede realizar mediante distintas acciones. El papel del analista será evaluar los posibles efectos de cada una de las alternativas para elegir las más oportunas.

EJEMPLO DE ANÁLISIS DE SÍNTOMAS



En definitiva, el objetivo del diagnóstico logístico es informar a la empresa de las mejoras potenciales en relación con los procesos logísticos en que está inmersa y sus efectos positivos, tanto desde un punto de vista económico como comercial, así como las prioridades a seguir para su implantación.

¿QUÉ ES UN DIAGNÓSTICO LOGÍSTICO?

PROCEDIMIENTO para detectar en base a unos síntomas y/o datos analizados:

- Las diferentes **DISFUNCIONES** logísticas.
- Las **CAUSAS** que lo generan.

El diagnóstico, y en consecuencia el análisis previo, no siempre se refiere a la totalidad de la compañía, sino que puede limitarse a áreas o aspectos concretos de la misma.

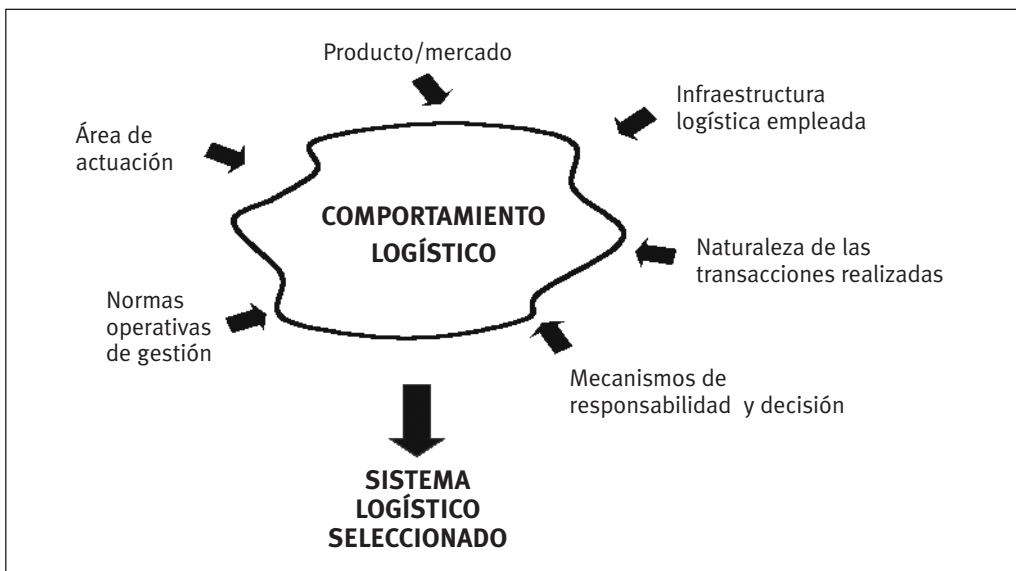
Nos vemos pues obligados a efectuar una **segmentación** del problema tanto en términos de **producto/mercado** como en términos de **áreas o sectores afectados** dentro de la empresa, así como su ámbito de aplicación.

Por último, debemos definir claramente los límites geográficos dentro de los cuales fijaremos o analizaremos el fenómeno.

En resumen, se trata de identificar de forma precisa e inequívoca:

- Las áreas de actuación para el análisis: actividad, producto y mercado.
- Identificar los sistemas, subsistemas y procesos operativos objeto de análisis (normas operativas de gestión).
- Infraestructura logística utilizada (recursos).
- Mecanismos de responsabilidad y decisión afectados.

La complejidad del problema la podríamos visualizar gráficamente como se indica a continuación:



Ejemplo

- En un sistema de aprovisionamiento de almacenes habría que detallar:
 - Almacenes afectados.
 - Familia de productos que contiene.
 - Mecanismos de decisión, etc.

La interrelación de los diferentes sistemas logísticos nos permite tener un enfoque global del mismo.

Por último, quisiera subrayar que normalmente todo informe de mejora en una empresa va acompañado casi siempre de un cálculo de costes-beneficio así como de una evaluación del tiempo requerido para su ejecución; sin embargo, en un diagnóstico logístico, ambas cosas no son posibles de evaluar en este momento sin un análisis detallado del sistema propuesto, lo cual suele crear una cierta frustración al empresario, que no ve claro el «coste y esfuerzo» requerido por el proyecto.

Para evitar malentendidos o expresiones del tipo: «Bueno... ¡pero no me indican lo más importante...!», sería conveniente aclarar previamente esta omisión para poder «vender» con la mayor aceptación posible el referido informe de diagnóstico.

En consecuencia, el diagnóstico se debe centrar básicamente en:

- Indicar las anomalías funcionales observadas en los diferentes procesos analizados (síntomas).
- Analizar las **posibles causas** que crean las disfunciones o situaciones anómalas detectadas.
- Evaluar, en lo posible, las **repercusiones económicas** o de pérdida de servicio que tiene para la empresa la situación actual.

11.3. Ventajas del diagnóstico

Un diagnóstico logístico le permite a la empresa fundamentalmente lo siguiente:

1. Efectuar un **plan estratégico** para la adaptación de sus **estructuras** a medio/corto plazo, dando respuesta a cuestiones tales como:
 - Centralización/descentralización de almacenes.
 - Puntos de stocks requeridos.
 - Dimensionamiento flota de transporte.
 - Oportunidades de outsourcing.
 - Flexibilización industrial, etc.
2. Conocer los procesos logísticos que conviene implantar y/o modificar.
3. Establecer un **plan de prioridades** en la política de mejoras e innovación de sistemas.
4. Establecer un **plan de inversiones** de acuerdo con el plan estratégico y prioridades establecidas.

5. Definir una política correcta en los planes de reclutamiento, selección y formación del personal involucrado.

En definitiva, el DIAGNÓSTICO nos va a llevar a un proyecto de mejora y/o de reestructuración del flujo de materiales y que a su vez obtendremos como resultado una mejora en la «excelencia logística».

Para una mayor información a este respecto, nos remitimos a nuestra publicación *El diagnóstico logístico*, de la Editorial ESIC, año 2014.

11.4. La excelencia logística

11.4.1. Conceptos generales

La EXCELENCIA LOGÍSTICA es como una meta que pretendemos alcanzar dentro de un proceso continuo de mejora, con independencia de que haya o no previamente un DIAGNÓSTICO LOGÍSTICO, y a la cual me voy a referir a continuación.

Para el análisis del grado de excelencia logística es fundamental el estudio de dos grandes bloques:

- Los llamados **agentes facilitadores**; o sea, los diferentes elementos y recursos que la empresa utiliza para la consecución de sus objetivos empresariales.
- Los **resultados obtenidos** como consecuencia de la aplicación de los referidos agentes.

Entre los agentes facilitadores que deben ser objeto de análisis detallado destacamos los siguientes:

- a) Organización y estructura de la empresa.
- b) Política de servicio.
- c) Gestión operativa.
- d) Recursos informáticos y de apoyo a la gestión operativa de la logística.
- e) Técnicas de medición y control.

a) Organización y estructura

En este apartado se trata de juzgar el enfoque **organizativo y decisional** de la empresa, así como la mayor o menor coherencia y supervisión de las diferentes responsabilidades de carácter logístico dentro de la misma, para lo cual hay que contemplar básicamente los siguientes aspectos:

1. Organización funcional de las actividades logísticas; o sea, la estructura jerárquica de responsabilidades tal y como se indica en el punto 1.8 del Capítulo 1.
2. Organización operativa.

Este punto trata de juzgar si la empresa se organiza por funciones o responsabilidades más o menos departamentalizadas, cada una de las cuales atiende a toda la gama de productos (organización funcional); o por el contrario, la gestión operativa está especializada por líneas de productos o divisiones industriales (organización por producto).

Dentro del concepto de organización operativa destaca por su importancia el llamado **análisis decisional**, mediante el cual se trata de identificar en un cuadro de doble entrada (**matriz decisional**) las principales decisiones logísticas de carácter táctico y estratégico, indicando claramente en la misma quiénes son los responsables de las referidas decisiones.

Una falta de definición clara de responsabilidades suele constituir un cúmulo de ineficiencias y derroches dentro de la empresa.

Como decisiones más destacadas a las cuales se debe vincular un responsable claro de las mismas, podemos mencionar las siguientes:

- Localización física de almacenes.
- Área geográfica que atiende cada almacén.
- Gama de productos de cada almacén.
- Objetivos de servicio aplicables por cada almacén o zona comercial.
- Fijación de niveles de stock normativos para cada almacén.
- Sistemas de reposición de stocks establecidos.
- Definición de modos de transporte y rutas de reparto.
- Composición flota de transportes.
- Actividades objeto de outsourcing.

El análisis se debe centrar básicamente en las siguientes preguntas:

- ¿Quién decide o asume la responsabilidad de la decisión? (D).
- ¿Quiénes asesoran o evalúan la decisión? (A).

Pudiéndose instrumentalizar de forma sencilla mediante la confección de una matriz donde se indican las principales decisiones y sus responsables, como se observa en el ejemplo siguiente:

Principales decisiones	Dir. Comercial	Dir. Industrial	Dir. Logística	Dir. Fin.-Adm.
Localización de almacenes	D		A	A
Áreas de influencia	D			
Composición inventarios	D		A	A
Objetivos de servicio	D		A	
Stock normativo	A	A	A	D
Sistemas reposición almacenes			D	A
Modo de transporte	D		A	A
Composición flota	A		D	
Outsourcing	A		A	D
Estandarización e identificación	D	D	A	

b) Políticas de servicio al cliente

Entendemos por política de servicio al cliente la forma tácita o expresa que la empresa utiliza para manifestar los objetivos a cumplir con el fin de satisfacer al máximo las necesidades de sus clientes desde un punto de vista logístico. Dichas políticas las concretamos en los siguientes aspectos:

- **Disponibilidad de productos terminados**, o sea, la posibilidad de que un pedido recibido de un cliente se pueda entregar inmediatamente a partir del stock físico disponible en el almacén.
- **Plazo prometido de entrega al cliente**, en el caso de productos fabricados sobre pedidos.
- **Ciclo de respuesta al cliente**, o sea, tiempo que media desde que un cliente hace un pedido hasta que físicamente se le entrega en el lugar indicado por él.
- **Fiabilidad de las entregas**, o sea, el grado de cumplimiento de una fecha prometida.
- **Calidad de la distribución**, o sea, el índice de rechazo o reclamaciones por pedidos recibidos en forma defectuosa o errónea.

Hemos de señalar que pese a la importancia que tienen para la empresa las referidas políticas de servicio, en pocas ocasiones hemos podido constatar que existe una definición clara de las mismas, pudiéndose catalogar las referidas políticas en los siguientes grupos:

- **Ausencia de una política de servicio definida** en forma explícita. Este caso se da cuando sólo existe por parte de la empresa una declaración de principios o de intenciones sin que estén debidamente cuantificadas, tales como «debemos entregar los pedidos lo más rápidamente posible».

- **Políticas de servicio definidas** con objetivos concretos a nivel de familia o grupos de productos; por ejemplo: «Para la línea de productos A, debemos tener una disponibilidad de stocks en el almacén central del 95% con un plazo máximo de entrega de 24 h».

c) Gestión operativa

Este apartado es, sin duda alguna, el más importante a efectos del análisis logístico y donde la experiencia del analista juega un papel decisivo a la hora de juzgar si los diferentes sistemas operativos existentes en la empresa están establecidos de una forma ortodoxa y coherente con los objetivos logísticos establecidos en la misma.

Dentro de la denominada gestión operativa hay un amplio campo de actividades y procesos relacionados con:

- Plan estratégico de la empresa.
- Forecast de ventas.
- Plan de aprovisionamiento.
- Programación de la producción.
- Programación de compras.
- Reposición física del stocks.
- Gestión de pedidos de clientes.
- Distribución física, etc.

Hay que tener en cuenta que en todos los procesos relacionados con la logística integral hay múltiples fórmulas y enfoques para solucionar un determinado problema; sin embargo, no todas las «recetas» son recomendables a la hora de su aplicación, siendo aquí precisamente donde la experiencia y conocimientos técnicos del organizador logístico juega un papel más importante.

Por ejemplo, en un sistema de reposición de stocks en un almacén se pueden aplicar diferentes técnicas tales como «punto estadístico de pedido», sistema de «revisión periódicos», control de máximo y mínimo, etc. Sin embargo, la conveniencia de aplicar una u otra fórmula depende a su vez de una serie de factores y limitaciones que el analista debe conocer.

d) Recursos informáticos empleados

Aquí tratamos de evaluar los diferentes recursos informáticos de que dispone la empresa, sobre todo para distinguir si se trata de sistemas **conectados o integrados** y así como el grado de automatización de los diferentes procesos logísticos, y sobre todo distinguir si se trabaja en «tiempo real» con procesos en «pre o post» facturación.

e) Técnicas de medición y control

En este epígrafe nos referimos fundamentalmente a los sistemas de medición de costes logísticos empleados, así como a los indicadores de gestión logística existentes.

11.4.2. Análisis de resultados de la gestión logística

En este apartado se pretende conocer la evolución que ha experimentado la empresa durante los últimos años, tomando como base aquellos ratios o datos que consideramos más relevantes para los objetivos propuestos.

Los referidos datos deben tener carácter de promedio y estar diferenciados en lo posible por actividades comerciales, línea de productos o divisiones industriales, siendo fundamental conocer de antemano el algoritmo de cálculo empleado.

Como datos más significativos a efectos logísticos destacamos los siguientes, sin que el orden de exposición signifique la importancia del mismo:

- Índice de rotación de stocks.
- Índice de obsolescencia de productos.
- Ciclo de respuesta al cliente.
- Grado de disponibilidad de existencias en almacenes.
- Plazo prometido de entrega al cliente.
- Índice de devoluciones de clientes.
- *Lead-time* de aprovisionamiento, fabricación y distribución.

ÍNDICE DE ROTACIÓN DE STOCKS

Conceptualmente representa el número de veces que en promedio se renueva el stock a lo largo del año.

Este índice tiene una importancia especial tanto para la logística como para el departamento financiero; sin embargo, en la práctica, a la hora de calcularlo se produce una serie de distorsiones y malentendidos que conviene aclarar:

- El nivel del inventario al final del año no suele ser representativo del promedio anual, sobre todo en empresas con una elevada estacionalidad en la venta.
- Cuando se trabaja con valoraciones según un precio de coste de reposición y no con un precio promedio o estándar, se compara el precio histórico de las ventas con el precio de reposición, con lo que se introduce un sesgo en el referido índice que puede tener importancia en épocas de inflación.

- En logística conviene distinguir entre lo que se denomina inventario activo (a disposición de la venta) del inventario pasivo (no disponible para la venta), como ocurre con mercancías averiadas, consignaciones, productos obsoletos, etc.
- Por último, señalar que, para que este índice sea realmente útil, debe calcularse a un nivel intermedio de agregación (familia de productos).

La cobertura de ventas se calcula dividiendo 365 días entre el índice de rotación.

ÍNDICE DE OBSOLESCENCIA DE PRODUCTOS

Este índice representa el porcentaje de productos obsoletos que hay en el almacén, y resulta muy útil cuando se comparan con años anteriores.

No debe confundirse con el **riesgo de obsolescencia**, que es la relación entre el número de veces que se compra al año un producto y la rotación del mismo.

EFICIENCIA DEL CICLO DE FABRICACIÓN

Representa la relación entre el tiempo real de fabricación (tiempo operativo) y el *lead-time* de fabricación, con lo cual da una idea de la eficiencia global de la fábrica o taller.

CICLO DE RESPUESTA AL CLIENTE

Tiempo que media desde que un cliente hace un pedido hasta que el producto está físicamente situado en el lugar solicitado por él.

PLAZO PROMEDIO DE ENTREGA

El plazo de entrega que el fabricante promete al cliente desde el momento en que hace el pedido.

Estos dos últimos índices tienen relación con el **grado de cumplimiento de la fecha prometida**.

ÍNDICE DE DEVOLUCIONES DE CLIENTES

O sea, el porcentaje de pedidos devueltos por los clientes, con especificación causal del motivo de la devolución (a ser posible por familia de productos).

Glosario de terminología logística

ABC (*Activities Based Costing*). Sistema de cálculo de costes, basado en la misión u objetivo de la actividad ejecutada. (No confundir con el análisis ABC de Pareto).

COOFABRICANTE. Denominación atribuida a los principales proveedores de una fábrica, en los cuales la relación comercial se basa más en un concepto de colaboración mutua y transparencia informativa que en la mera adquisición de un producto. Lo que se compra es más la fiabilidad y capacidad de producción que el producto en sí mismo, existiendo vínculos a largo plazo entre proveedor y cliente.

CROSS-DOCKING. Sinónimo de Depot o Plataformas de Distribución. Técnica enfocada a la manipulación de mercancías en tránsito tendente a evitar stocks.

DEPOT. Plataforma de distribución comercial. (Ver cross-docking).

DPP (*Direct Profit Profitabilities*). Cálculo de costes basado en la rentabilidad directa del producto.

E-COMERCE. Comercio electrónico o a través de Internet.

EDI (*Electronic Data Interchange*). Módulo informático estandarizado para la transmisión electrónica de datos entre diferentes empresas.

Factor K. Costes de posesión del producto almacenado. Se calcula como porcentaje de su precio de coste. Aplicable en gestión de stocks.

FLOW PRODUCTION. Sistema de organizar la producción en flujo, recomendada en los sistemas JIT.

FLUJOS TENSOS. Terminología empleada en los sistemas JIT para indicar una secuencia síncrona y continua de la producción.

FORECAST. Palabra genérica empleada para todo sistema de previsión y, muy en particular, para la previsión de ventas.

JIT (*Just in time*). (Producción justo a tiempo). Filosofía de producción de origen japonés basada en la eliminación de stocks, así como todas aquellas operaciones que no añaden valor al producto desde el punto de vista del cliente.

KAMBAN. Palabra japonesa que significa tarjeta. Se utiliza como técnica de identificación para la petición y transporte de materiales en un entorno de just in time.

LAY-OUT. Término empleado en ingeniería para designar la disposición física de varios elementos dentro de una planta (lay-out de almacenes, lay-out de un taller, etc.).

LEAD-TIME. Término empleado en logística para designar el tiempo que media desde que se necesita hacer algo hasta que se ejecuta completamente la operación. Ejemplo: lead-time de fabricación, lead-time de transporte, etc.

LEAN MANUFACTURING. Filosofía de producción en la cual se pretende eliminar al máximo el «despilfarro», entendiendo como tal todas aquellas actividades que utilizan recurso pero que no generan un valor desde el punto de vista del cliente. Incluye conceptos como «justo a tiempo», «cero defectos» y «flujos de procesos continuos».

LEAN PRODUCTION. Equivalente a Lean Manufacturing.

MPS (*Master Production Schedulling*). Conjunto de principios y técnicas empleadas en planificación de la producción para proyectar el plan de producción global de la fábrica en un programa concreto de fabricación a corto plazo.

MRP. Paquete informático empleado para la planificación de necesidades de materiales en fábrica (MRP-I) o para una planificación integral de los recursos industriales (MRP-II).

PACKING. Término empleado en almacenes para definir los procesos inherentes al empaquetado, etiquetado y preparación de pedidos para la entrega.

PICKING. Término empleado en almacenes para designar el proceso de localización física y recogida de los productos para atender a las necesidades de un pedido.

PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN. Expresión española del MPS. (Ver significado en este glosario).

PLATAFORMA DE DISTRIBUCIÓN. Centro de recepción y distribución inmediata de productos. (Ver Cross-Docking).

PRODUCCIÓN AJUSTADA. Ver Lean Manufacturing

PULL-SYSTEM. Término empleado en logística para designar aquellos sistemas de reposición de stocks basados en el principio de que la mercancía se «arranca» del punto de origen; por ejemplo, el llamado punto estadístico de pedidos. Como contraposición existen los sistemas de empuje (Push- System) basados en la idea de que los productos se «empujan» desde el punto de origen al almacén de destino, es decir, sistemas de reparto del inventario.

PUNTO ESTADÍSTICO DE PEDIDO. Sistema de reposición de stock, tipo «pull», basado en definir un nivel de stock (punto de aviso) por debajo del cual es necesario cursar un pedido para la reposición de existencias.

PUSH SYSTEM. Término antónimo de Pull-system. (Ver Pull-System).

ROTURA DE STOCKS. Se utiliza esta palabra o el término inglés «stock-out» para designar una situación en la cual un pedido no se puede suministrar por falta física de existencias.

SCM (*Supply Chain Management*). Equivale a gestión integral de la cadena de suministro; o sea, todas las actividades asociadas desde la obtención de materiales para la transformación de productos hasta su colocación en el mercado.

SMED. Metodología que se utiliza en fábricas para disminuir las pérdidas originadas como consecuencia de las paradas que se sufren en las líneas de fabricación debido al cambio o ajuste de máquinas.

STOCK DE SEGURIDAD. Es un stock adicional que tienen que mantener las empresas para cubrirse del riesgo de quedarse sin existencias como consecuencia de la variabilidad de la venta y de los plazos de entrega de los productos.

STOCK DURMIENTE. Término aplicado a aquellos productos que tienen muy poca rotación.

STOCK NORMATIVO. Nivel de existencias que debe mantener una empresa para atender a todos sus pedidos de acuerdo con un cierto grado de disponibilidad (probabilidad de rotura de stock).

STOCK OBSOLETO. Producto que por razones tecnológicas o comerciales está fuera del mercado.

STOCK-OUT. Ver rotura de stock.

SUB-OPTIMIZACIÓN. Actitud tendente a optimizar los resultados locales o sectoriales sin tener en cuenta el resto de los sectores de la empresa.

TRADE OFF. Compromiso o acuerdo entre varias responsabilidades para encontrar una solución aceptable que evite el efecto de la sub-optimización.

WORK IN PROGRESS (WIP). Procesos en curso de fabricación.