

# Guías de gestión de la innovación

## Producción y logística

**ESADE**  
Business School



BIBLIOTECA DE CATALUNYA - DADES CIP

Producció i logística. (Guies i eines de suport a la innovació. Guies de gestió de la innovació)  
A la part superior de la portada: Catalunya innovació. Bibliografia  
ISBN 84-393-6186-6  
I. Centre d'Innovació i Desenvolupament Empresarial (Catalunya) II. Escola Superior d'Administració i Direcció d'Empreses III. Ferràs, Xavier dir. IV. Títol: Catalunya innovació V. Col·lecció: Guies i eines de suport a la innovació. Guies de gestió de la innovació  
1. Empreses petites i mitjanes Planificació Innovacions tecnològiques Manuals, guies, etc. 2. Logística (Indústria) Innovacions tecnològiques Manuals, guies, etc.  
658.011.56

El presente texto puede ser reproducido total o parcialmente previa autorización del Centro de Innovación y Desarrollo Empresarial (CIDEM). En cuanto al diseño gráfico y artístico, se reservan todos los derechos.

© Generalitat de Catalunya  
Departamento de Trabajo, Industria, Comercio y Turismo  
Centro de Innovación y Desarrollo Empresarial (CIDEM)  
Passeig de Gràcia, 129  
08008 Barcelona  
Tel.: 93 476 72 00  
info@cidem.gencat.net  
www.cidem.com

Autores: equipo de profesores de ESADE.  
Coordinador: Xavier Ferràs, CIDEM.  
Diseño y realización:  
Una y Media Massmedia, SL.  
Pallars, 147, 3º, 08018 Barcelona  
Tel.: 93 300 92 97  
www.unaymedia.com

ISBN 84-393-6186-6  
1ª edición en castellano: marzo de 2004

“Si los años 80 fueron tiempos de calidad y los 90 fueron tiempos de reingeniería, el 2000 será tiempo de velocidad”.

Bill Gates, 1999  
*Business @ the speed of thought*

## Agradecimientos

Esta publicación ha sido elaborada por el equipo de profesores titulares y asociados del Departamento de Dirección de Operaciones e Innovación de ESADE, en el marco de las acciones del Plan de Innovación de Cataluña 2001-2004.

El Centro de Innovación y Desarrollo Empresarial (CIDEM) ha considerado muy interesante elaborar un documento que permita al tejido empresarial catalán replantearse su estrategia de operaciones, a partir de un enfoque innovador y de una visión general de las modernas técnicas de gestión de los procesos operativos. En este sentido, queremos agradecer la contribución de todas las empresas, instituciones y personas que nos han ayudado a desarrollar este trabajo, así como de todas aquellas que nos han servido de modelo para los ejemplos que figuran en esta publicación.

Jaume Hugas,  
director de los programas MBA de ESADE, profesor del Departamento de Dirección de Operaciones e Innovación de ESADE y responsable de la publicación en ESADE.

Miquel Àngel Heras,  
director del Departamento de Dirección de Operaciones e Innovación de ESADE.

Ignasi Puig,  
director de Logística de Hewlett-Packard, división de impresoras, en Sant Cugat del Vallès.

Víctor Iglesias,  
responsable de Producción y Montaje de SEAT en Martorell.

Carles Roig,  
profesor del Departamento de Dirección de Operaciones e Innovación de ESADE.

Enric Segarra,  
profesor del Departamento de Dirección de Operaciones e Innovación de ESADE.

Josep Maria Sabadell,  
director de Desarrollo de Negocio de SAP España.

Joan Ramis,  
profesor del Departamento de Dirección de Operaciones e Innovación de ESADE.

	<b>Introducción: la gestión de la innovación</b>	<b>9</b>
<b>1</b>	<b>Un marco innovador para definir la estrategia de operaciones</b>	<b>10</b>
1.1	La dirección de operaciones	10
1.2	La estrategia de operaciones en el marco de la estrategia empresarial	11
1.3	Las decisiones estructurales e infraestructurales de la estrategia de operaciones	14
1.4	La dirección de operaciones en el organigrama de las empresas	21
1.5	La dirección por procesos	21
1.6	Los indicadores y los sistemas de indicadores	26
1.7	Conclusiones	26
<b>2</b>	<b>Los nuevos retos de la función de compras</b>	<b>28</b>
2.1	La función de compras en la empresa actual	28
2.2	Las responsabilidades de la función de compras	32
2.3	El desarrollo de la estrategia de compras	32
2.3.1	La adaptación de los objetivos de la empresa a la función de compras	33
2.3.2	La segmentación de los productos y servicios comprados	35
2.3.3	La realización de estudios de mercado	37
2.3.4	La elaboración de la estrategia de compras	38
2.4	La implantación de la estrategia de compras	41
2.4.1	La participación de la función de compras en el proceso de diseño de nuevos productos	42
2.4.2	El aprovisionamiento como herramienta competitiva en el proceso de compras	44
2.5	Las medidas de la función de compras	47
2.5.1	Indicadores	48
2.5.2	La valoración de proveedores	50
2.6	Conclusiones	51
<b>3</b>	<b>Los sistemas de producción</b>	<b>53</b>
3.1	Introducción	53
3.2	Los indicadores de un sistema de producción	55
3.3	<i>Lean manufacturing</i> . Sistemas de producción ajustados	58
3.3.1	Los sistemas de arrastre o de empuje ( <i>pull/push</i> )	58
3.3.2	El aplazamiento ( <i>postponement</i> )	62
3.3.3	DEMAMC (definir, medir, analizar, mejorar y controlar)	62
3.3.4	El TPM y el SMED	63
3.3.5	La distribución en planta sencilla y transparente	67
3.4	Una producción ajustada o ágil ( <i>lean/agile</i> )	69
3.5	El proceso de implantación	70
3.6	Las tecnologías de producción	71
3.7	Conclusiones	72

<b>4</b>	<b>Nuevos avances de la logística de distribución</b>	<b>74</b>
4.1	La logística y la cadena de suministro	74
4.1.1	El proceso de integración de la logística y la gestión de la cadena de suministro	75
4.1.2	Los factores que determinan una estrategia logística	77
4.1.3	La logística y la gestión de la cadena de suministro en las pimes	80
4.2	La implantación de programas de superioridad logística: la gestión eficaz del sistema tiempo-servicio-coste	81
4.2.1	Modelos para la gestión del sistema tiempo-servicio-coste	83
4.2.1.1	Modelo de estrategias logísticas basadas en el ciclo de vida del producto	83
4.2.1.2	Modelo para determinar la mejor cadena de suministro para un producto	87
4.2.1.3	El modelo <i>agile</i> frente al modelo <i>lean</i>	89
4.3	Cómo organizar la competitividad de la logística	93
4.4	Conclusiones	98
<b>5</b>	<b>La planificación y el control de la cadena de suministro</b>	<b>104</b>
5.1	La definición de planificación y objetivos	104
5.2	Los sistemas para la gestión de las operaciones	106
5.3	El sistema MRP-II de planificación y control	108
5.4	Un ejemplo de lógica de cálculo MRP	111
5.5	La planificación de la cadena de suministro	114
5.5.1	Los requisitos	114
5.5.2	Tipos de planificación y métodos	115
5.5.3	Las previsiones de la demanda	116
5.5.4	La planificación agregada	118
5.5.5	La gestión de stocks	119
5.5.5.1	Los modelos de stock para la demanda independiente	120
5.5.5.1.1	Los modelos de calidad fija del pedido	120
5.5.5.1.2	El stock de seguridad y el punto de pedido	121
5.5.5.1.3	Modelos de periodificación de tiempo fijo	122
5.5.5.2	Los modelos de stock para la demanda dependiente. El uso de la lógica MRP	122
5.5.6	La planificación de las necesidades de capacidad	123
5.5.7	La programación detallada de las operaciones (optimización)	124
5.5.8	La planificación del transporte	125
5.5.9	La ejecución y el control de las operaciones	127
5.5.10	Conclusiones de planificación de la cadena de suministro	130
	<b>Bibliografía</b>	<b>135</b>



## Introducción: la gestión de la innovación

Este documento forma parte de una serie de publicaciones que pretenden difundir el cuerpo metodológico básico necesario para gestionar de manera eficiente e innovadora las organizaciones en el marco del siglo XXI.

La innovación es el nuevo gran reto que afrontan nuestras empresas. A medida que la presión competitiva aumenta y el mercado se sofisticada y se vuelve más exigente, las empresas deben ir reconfigurando continuamente su cartera de productos, sus métodos operativos, sus enfoques de mercado y su proceso de adquisición de tecnología. En este sentido, en los últimos años el CIDEM ha realizado un esfuerzo importante para difundir un modelo de gestión de la innovación que permita responder, con herramientas metodológicas, a esta necesidad de reinención continua de la empresa.

Este modelo, derivado del propuesto por los profesores Voss, Chiesa y Coughlan de la London Business School, se representa de la siguiente manera:



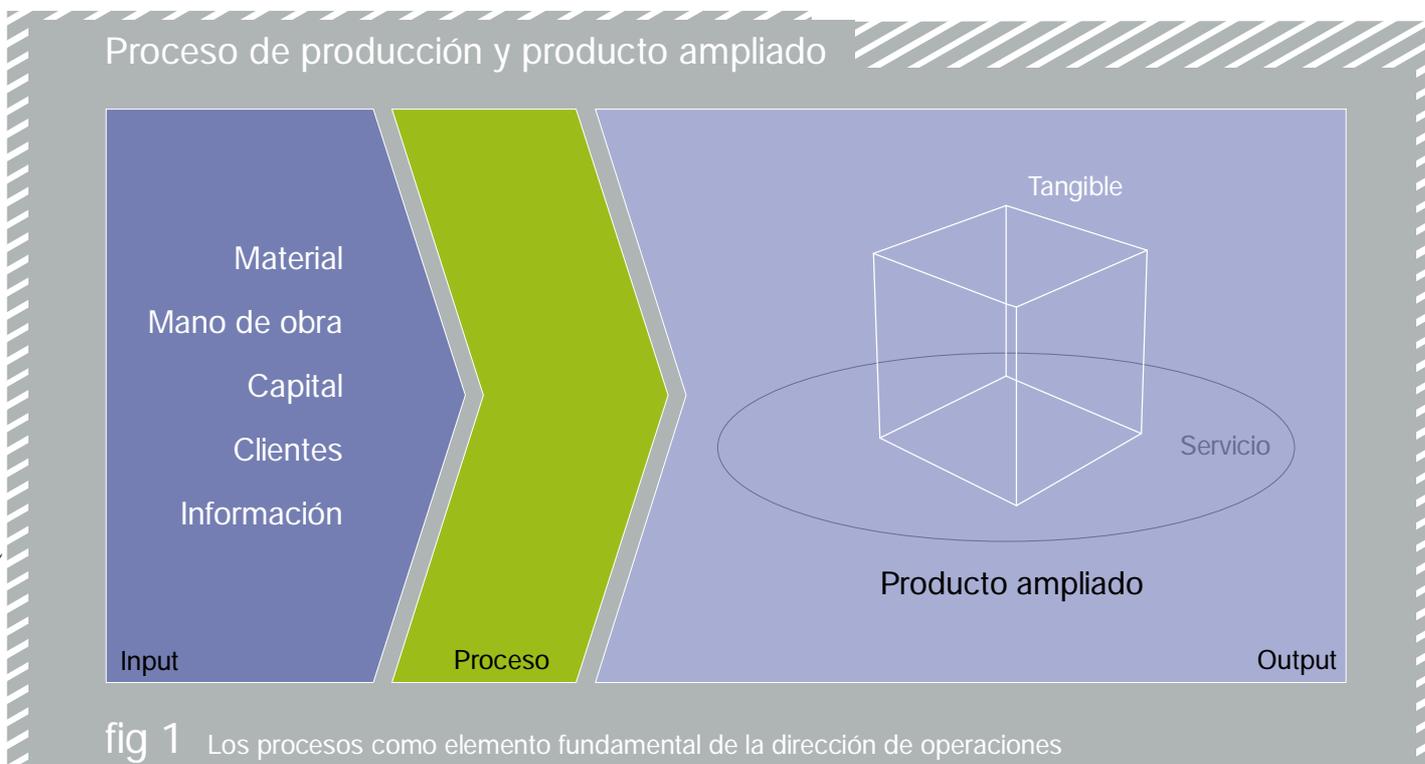
fig 1 Guía de gestión de la innovación, CIDEM, 1999

El tema que nos ocupa aborda la necesidad de redefinir los procesos productivos y logísticos. Por tanto, trata sobre cómo enfocar, de manera innovadora y competitiva, los procesos operativos de la empresa, y realiza un repaso del nuevo marco del planteamiento estratégico de las operaciones, las nuevas técnicas de segmentación de compras, los conceptos de producción ajustada (*lean manufacturing*) y operaciones ágiles (*agile operations*), la logística como fuente de ventaja competitiva y la necesidad de instrumentar herramientas informatizadas para la planificación de la cadena de suministro. Asimismo, se presta especial atención a la perspectiva de competitividad entre cadenas enteras de suministro y se buscan entornos estables de colaboración con los proveedores y los clientes (que también deben afectar a las actividades de I+D).

# 1 Un marco innovador para definir la estrategia de operaciones

## 1.1 La dirección de operaciones

La dirección de operaciones es la función de la empresa que se ocupa de gestionar los procesos mediante los cuales una serie de elementos, que constituyen entradas a estos procesos (materiales, mano de obra, capital, información, el propio cliente, etc.), se transforman en productos que tienen un valor para los clientes superior al que tenían las entradas al proceso. Estos productos son los bienes y servicios que las personas compran y usan todos los días: desde esquis hasta lavadoras, desde servicios sanitarios hasta servicios turísticos. En la base de dichos procesos encontramos toda una serie de actividades relacionadas y secuenciales, que pueden ser tan diferentes entre ellas como lo son las de montaje, control y embalaje en un proceso fabril y las de facturación, embarque y vuelo en un proceso de transporte de una línea aérea.



La distinción clásica entre empresas industriales y empresas de servicios es cada vez menos relevante. En la economía actual, las empresas manufactureras deben ser híbridas, es decir, no sólo deben ser excelentes en los aspectos físicos del producto, sino que también necesitan actuar como hábiles suministradores de servicios. Se tiende a los productos ampliados que combinen una parte tangible, el producto clásico, con otra parte de servicio. La figura 2 muestra dos ejemplos de productos ampliados. En el primero, que corresponde a un hospital, la parte tangible es la curación del enfermo en torno al cual se articula el servicio, que tiene como elementos integrantes la restauración, la limpieza, la información facilitada por médicos y enfermeras, etc. En el segundo, que corresponde a una empresa industrial del sector de la automoción, la parte tangible la constituye el vehículo, en torno al cual se estructura el servicio formado por la entrega, las condiciones de financiación, la garantía, las revisiones, etc. Los atributos relativos a esta parte de servicios están adquiriendo cada vez más importancia en sectores industriales clásicos como es, por ejemplo, el de la automoción.

## Ejemplos de producto ampliado



fig 2 Productos ampliados correspondientes a una empresa de servicios y a una empresa industrial

### 1.2 La estrategia de operaciones en el marco de la estrategia empresarial

Se entiende por estrategia empresarial la determinación de los objetivos que la empresa quiere asumir de acuerdo con su visión de futuro y sus prioridades competitivas, así como las vías que debe seguir para alcanzar dichos objetivos desde la situación actual, que es la que refleja su misión.

La estrategia de operaciones es una estrategia funcional que, en el marco de la estrategia general de la empresa, plantea y desarrolla objetivos para el área de operaciones. Estos objetivos deben reforzar la estrategia empresarial y ser coherentes con los del resto de áreas funcionales (marketing, finanzas, recursos humanos, etc.). Esta estrategia debe dar respuesta a las prioridades competitivas de las operaciones que se señalan en la figura 3, y que son las siguientes:

**Innovación.** Se entiende por innovación la capacidad sistemática de generar productos o servicios nuevos, o bien de producir los mismos productos y servicios de maneras diferentes. Ejemplos: Hewlett-Packard, Philips, Nokia, Microsoft, Amena, DKV-Previaisa, Caprabo, Indo, Zara, etc.

**Flexibilidad.** Se entiende por flexibilidad la capacidad de reacción frente a los cambios del entorno. Las empresas serán tanto más flexibles cuanto más reducidos sean sus plazos. Se habla de flexibilidad en el volumen de producción, en la gama de productos, en el lanzamiento de nuevos productos, en las plantillas, etc. Pepsico, Nokia y Siebel son ejemplos de empresas flexibles.

**Calidad.** Se entiende por calidad el grado de satisfacción de las necesidades y expectativas de los clientes mediante los productos acabados. Esta satisfacción se consigue mediante las características de estos productos ampliados: especificaciones técnicas, características físicas, tiempos de respuesta, amabilidad en el servicio, empatía, etc. Entre las empresas industriales que dan gran importancia a esta prioridad están: Mercedes, BMW, Rolls-Royce, Rolex, Ritz-Carlton, Singapore Airlines, etc.

Servicio. El servicio viene marcado por el grado de cumplimiento de los compromisos adquiridos en cuanto a los plazos de entrega, las cantidades, los precios, etc. IBM define su visión como “excelencia en el servicio al cliente”, mientras que empresas como Telepizza y las oficinas de La Caixa lo consideran una prioridad clave.

Coste. Tradicionalmente, la alta dirección ha considerado que una buena estrategia de operaciones debe traducirse en disminuciones importantes en los costes (no hay que olvidar que el área de operaciones suele ser propietaria de la mayor parte de los activos empresariales). Como ejemplos de empresas que priorizan los costes en su estrategia podemos mencionar el fabricante de electrodomésticos Samsung, el detallista Dia y la empresa de comida rápida McDonald's.



Vistos los puntos anteriores, ¿podría una empresa competir en todos ellos a la vez? Si bien en algunos casos la mejora en un área afectará de manera simultánea a otras (por ejemplo, el hecho de que una empresa industrial reduzca el porcentaje de devoluciones tendrá un efecto favorable en los costes y la flexibilidad), en general la respuesta es negativa. Las empresas deben centrar sus esfuerzos en priorizar determinadas áreas. Así, las empresas del sector de comida rápida se centran en el coste y el servicio, mientras que empresas como BMW se centran en la calidad de las prestaciones y la innovación.

Si queremos competir en innovación en el sector del transporte aéreo deberemos empezar a prever prospectivas de futuro (transbordadores para ir al espacio). Si nuestra variable competitiva principal es la flexibilidad, el helicóptero será probablemente el mejor medio. Si queremos competir en calidad, seguramente ya tendremos aviones *concorde* y si, por el contrario, queremos priorizar la variable servicio, dispondremos de una empresa de *jets* de alquiler. De la misma manera, si nuestra variable competitiva principal es el coste, operaremos desde hace tiempo con *jumbos* y aviones grandes. Por tanto, deberemos elegir aquellas variables competitivas en las que queremos ser mejores que nuestros competidores.

Tal como muestra la figura 4, estas prioridades competitivas evolucionan de acuerdo con la posición en el ciclo de vida del producto. En la fase inicial de introducción debe producirse una

gran variedad de productos en volúmenes bajos, ya que hay pocos competidores y de poca importancia. Es más importante adaptarse a los cambios del entorno y captar las expectativas y necesidades de los clientes (flexibilidad) así como lanzar diferentes productos de manera rápida (innovación). Es el caso de la nueva tecnología de telefonía móvil UMTS y la televisión digital. Este área, en los momentos actuales de mercado global, es la más importante, de modo que las variables competitivas de innovación y flexibilidad son las que aportarán más valor añadido a nuestras líneas de productos.

En la segunda etapa de crecimiento, el volumen y la estandarización son crecientes y aparecen muchos competidores frente a los que hay que defenderse. Deberemos ser flexibles para adaptarnos a las necesidades de capacidad pero, al mismo tiempo, deberemos estar extremadamente atentos a la calidad, ya que los errores en esta fase son decisivos para la evolución futura del producto. El video digital registrador de VHS se encuentra en esta etapa. Aunque la calidad es importante a lo largo de todo el ciclo de vida del producto, en esta etapa es clave, ya que estamos hablando de la dimensión de calidad del producto.

La etapa siguiente corresponde a la madurez, es decir, existe ya un diseño dominante que siguen las diferentes empresas. Los volúmenes son altos y quedan pocas empresas, pero de gran tamaño. Es importante producir barato (coste) y estar a punto cuando el cliente lo necesita (servicio). Siguiendo con los sectores anteriores, en esta etapa se encuentran el video VHS, la televisión en color, el teléfono móvil convencional, etc. En esta fase, la dimensión importante de la calidad será la calidad de proceso para producir productos ampliados siempre iguales.

### Ciclo de vida del producto y competitividad desde operaciones

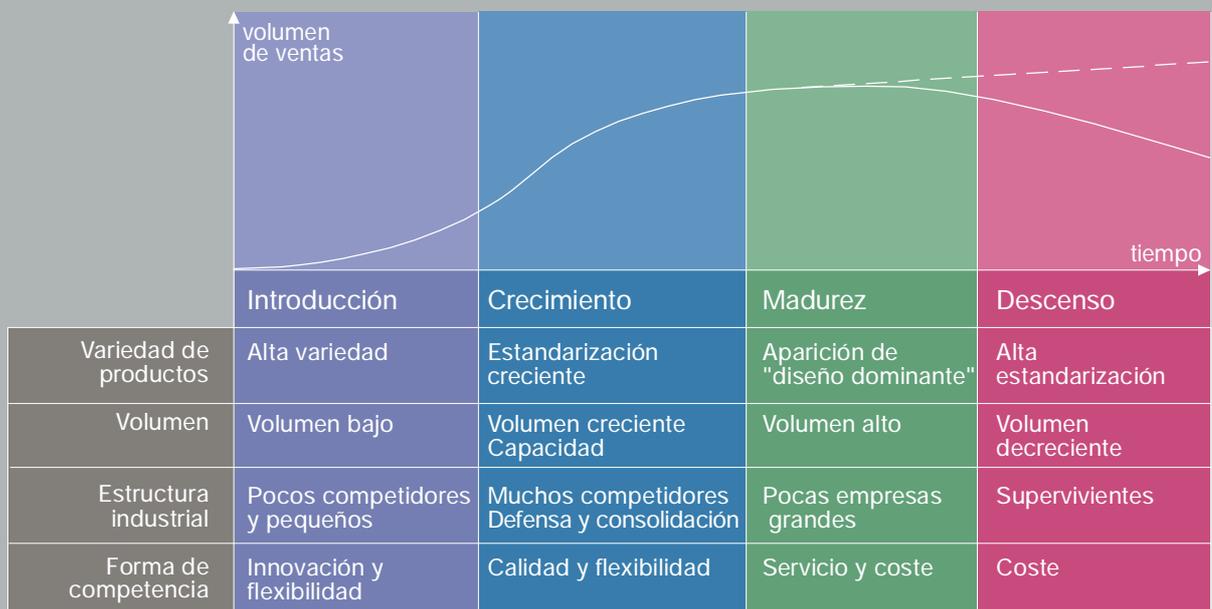


fig 4 Evolución de las prioridades competitivas de acuerdo con el ciclo de vida del producto

Finalmente llega el descenso. Los volúmenes son decrecientes con una alta estandarización y quedan pocos productos supervivientes. A esta etapa corresponden los televisores en blanco y negro, los discos de vinilo, las máquinas de escribir, etc. La prioridad competitiva fundamental es el coste, y las compañías deben repercutir en el precio las reducciones de dicho coste. Para evitar llegar a esta etapa de caída de las ventas, son muy importantes los procesos de innovación

tanto de los productos como de los procesos de fabricación y los sistemas de gestión, ya que estos procesos nos ayudarán a mantener las ventas estables e, incluso, a volver a aumentarlas, tal como se muestra al final de la figura 4.

Sin embargo, a medida que se intensifica la presión competitiva, los productos salen al mercado y se vuelven obsoletos cada vez en menos tiempo. En consecuencia, la manera de mantenerse en el mercado pasa a menudo por ser capaces de establecer un ritmo elevado de lanzamiento de nuevos productos (figura 5).

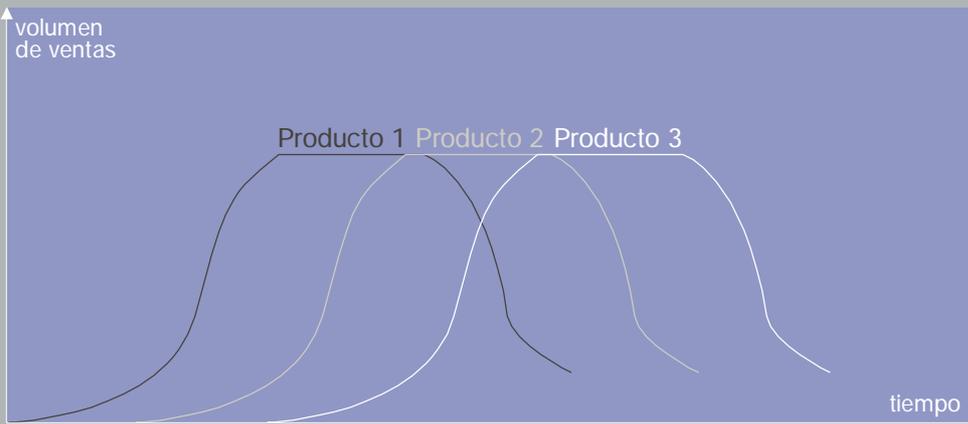


fig 5 Lanzamiento constante de nuevos productos

### 1.3 Las decisiones estructurales e infraestructurales de la estrategia de operaciones

La estrategia de operaciones se concreta en una serie de decisiones que debe tomar el equipo de dirección de la empresa, conocidas como decisiones estructurales e infraestructurales (1). La interacción entre la dirección de marketing y la dirección de operaciones es fundamental para la calidad de estas decisiones. La figura 6 muestra cómo la estrategia de operaciones refuerza el resto de funciones y la estrategia general del negocio, y cómo se concreta en decisiones estructurales e infraestructurales.

Las decisiones estructurales, llamadas también de *hardware*, tienen, en líneas generales, más continuidad en el tiempo llevan asociado un volumen de inversión superior y son más fáciles de copiar para los competidores. Son las siguientes:

**Capacidad.** Se refiere al volumen de producción. Debe llevar siempre un referente temporal asociado, que suele ser el año. La capacidad debe ser realista y sostenible en el periodo de referencia. La definición de capacidad varía según el tipo de empresa. Así, las empresas de automoción la miden por el número de vehículos anuales; los hospitales, por el número máximo de pacientes que pueden ser tratados; un hotel, por el número de habitaciones disponibles; y un taller, por el número de horas máquina disponibles. Una de las características de las organizaciones es que el coste unitario de los productos y servicios disminuye cuando el volumen de producción aumenta. Esta peculiaridad se conoce como economía de escala, y se debe al hecho de que los costes fijos se distribuyen entre más unidades, a la reducción del coste de los materiales comprados y a la optimización de los procesos.

(1) Este modelo de estrategia de operaciones, basado en las decisiones estructurales e infraestructurales, fue desarrollado por Hayes, Wheelwright y Clark, profesores de la Harvard Business School, en los libros *Restoring our competitive Edge: Competing through Manufacturing* y *Dynamic Manufacturing*, publicados por Free Press, de Nueva York, los años 1984 y 1988, respectivamente.

## Los niveles estratégicos y la estrategia de operaciones

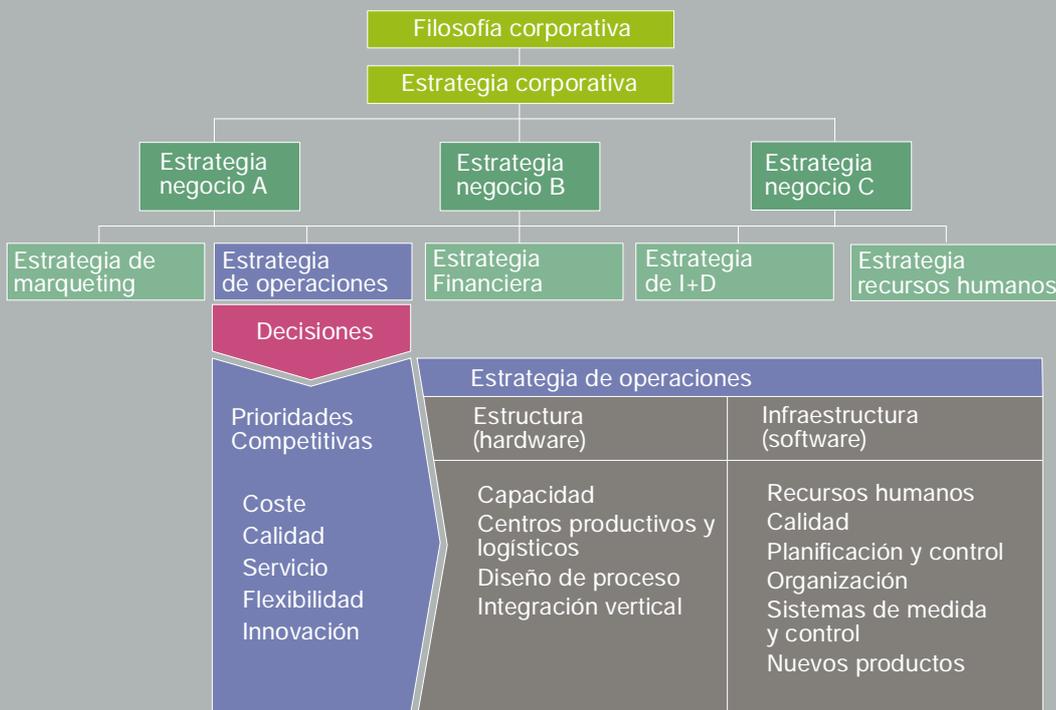


fig 6 Decisiones estructurales e infraestructurales de la estrategia de operaciones

Localización de los centros productivos y logísticos. ¿Dónde se ubicarán las instalaciones? ¿Cómo se diseñarán las redes de distribución con sus almacenes y redes de transporte? ¿Qué factores tuvieron en cuenta Hewlett-Packard, Samsung o la cadena Ritz-Carlton (que gestiona el Hotel Arts) cuando decidieron elegir instalarse en Cataluña en detrimento de otras alternativas? Entre dichos factores cabe mencionar: la proximidad a los mercados, el clima laboral, la existencia de proveedores, la alta capacidad de innovación, la infraestructura viaria, los costes fiscales, el coste de la construcción, las posibilidades de expansión, la calidad de nuestras universidades, etc.

Diseño del proceso. Según las prioridades competitivas que determine la empresa, la naturaleza del producto y el volumen de producción, se implementa uno de los cinco tipos de proceso siguientes, que se comentarán más adelante: proyecto, taller, proceso discontinuo, línea de montaje y planta procesadora. El grado de automatización dentro del proceso elegido estará vinculado al volumen de producción.

Integración vertical y compras. Mide el grado en que la empresa lleva a cabo las operaciones de producción o las subcontrata. Una empresa que cede a terceros una parte considerable de sus actividades tendrá un grado de integración vertical bajo. El grado de integración vertical es el resultado de las decisiones de fabricar o comprar que la empresa va tomando en el transcurso de su actividad. Las decisiones de compra que comporten una disminución del grado de integración deberán tomarse no sólo sobre la base de aspectos cuantitativos, como son la diferencia entre los costes variables internos y el precio de la oferta del proveedor, sino también en función de elementos cualitativos como la fiabilidad del proveedor, tanto en la calidad como en las entregas, la vinculación del proveedor con la empresa pero, sobre todo, del hecho de que no se trate de una competencia clave. Una competencia nuclear o clave es la que determina

de manera crucial la ventaja competitiva de una organización. Así, por ejemplo, las pequeñas tiendas de ultramarinos tienen como competencia clave el servicio personalizado al cliente, frente a la competencia clave de compra de mercancías que tienen las grandes superficies. El grado de integración vertical es la menos estructural de las decisiones de este tipo. En efecto, la difusión de las nuevas tecnologías y la aparición de redes de proveedores conectadas con nosotros, la empresa llamada focal, que trataremos en el capítulo 2, facilitan la revisión frecuente de estas decisiones y nos ayudarán a mejorar las diferentes variables competitivas. Es evidente que la política de compras será diferente en función de si estamos en la etapa de crecimiento (innovación y flexibilidad) o en la fase de madurez (coste y servicio), ya que las variables competitivas de nuestras líneas de productos con compras serán las mismas que para toda el área de operaciones (compras, fabricación y logística).

*Metalquimia (2), empresa constructora de maquinaria cárnica de Girona con setenta empleados, y que nace como taller metalúrgico, se marca a partir de 1996 una estrategia de desintegración de las actividades de menor valor (manufactura) y de refuerzo de las competencias de diseño y desarrollo del producto. Actualmente, el 60% de la plantilla se dedica a esta actividad, mientras que la empresa subcontrata a cincuenta talleres externos las actividades de producción. Fruto de esta estrategia, la empresa mantiene un ritmo sostenido de incremento de la facturación de un 20% anual.*

Las decisiones infraestructurales, por el contrario, son las más potentes ya que se basan más en las personas y requieren menos inversión. Se revisan con más frecuencia que las estructurales y son más difíciles de copiar porque responden a una cultura organizativa determinada. Son las siguientes:

**Recursos humanos.** Determinan cómo debe llevarse a cabo la selección, la formación, el entrenamiento y la seguridad de las personas de la organización, así como los sistemas de reconocimiento y recompensa existentes. No debe olvidarse que la base para conseguir clientes que estén satisfechos y que sean fieles es que los empleados también lo estén.

**Calidad.** ¿Qué enfoque de calidad hay en la compañía? ¿Se implantará la gestión de la calidad mediante la norma ISO 9001: 2000 o se harán autoevaluaciones basadas en el modelo EFQM de excelencia con la idea de optar un día al premio europeo?

**Planificación y control.** ¿Cómo se estructura la planificación? ¿Qué modelos de previsiones se utilizan? ¿Qué niveles de planificación se han definido? Política de plan de ventas, plan de producción y plan maestro de producción. Implantación de un sistema de planificación de los recursos de la empresa (*enterprise resource planning*, ERP). Todos estos aspectos se tratarán más adelante, en el capítulo 5.

**Organización.** ¿Qué tipo de organización tendrá el área de operaciones: departamental, por procesos o mixta? ¿Qué englobará: compras, aprovisionamiento, producción, distribución, calidad, etc.? Existencia de descripciones de puestos de trabajo y de procedimientos de actuación.

**Sistemas de medida y control.** ¿Qué indicadores estratégicos y operacionales se definen para evaluar las operaciones? Existencia de recompensas vinculadas a los resultados de los indicadores. ¿Cómo se realiza el presupuesto de inversiones?

**Nuevos productos.** ¿Cómo se realiza el lanzamiento de nuevos productos? Series de pruebas antes de la producción en masa. Responsabilidades de operaciones en el proceso de diseño. La empresa Zara (Inditex) es un ejemplo claro de lanzamiento continuo de nuevos productos.

(2) Galardonada con los Premios a la Innovación Tecnológica de la Generalitat en 2001.

*Zara sigue una estrategia de lanzamiento continuo de nuevos productos, en colecciones deliberadamente dimensionadas por debajo de la previsión de demanda, con el fin de provocar una sensación de adicción y exclusividad entre el público. Los nuevos diseños son elegidos entre aquellos que siguen las tendencias de mercado detectadas en el punto de venta y comunicadas a los diseñadores mediante sistemas informáticos. La reposición de las colecciones se realiza cada dos semanas.*

La estrategia de operaciones se lleva a cabo, por tanto, con las decisiones que tomamos cada día tanto con las variables estructurales (llamadas también *hardware*) como con las infraestructurales (llamadas también *software*), pero siempre con el objetivo clave de mejorar las variables competitivas de las diferentes líneas de productos, algunas en crecimiento (innovación, flexibilidad y calidad de producto) y otras ya saturadas (servicio, coste y calidad de proceso). Por tanto, debemos ser coherentes y consistentes con estas decisiones, cuyo fin es orientarse siempre a mejorar las variables competitivas específicas de cada línea de producto. Innovar es una disciplina comparable, para un empresario, a la tarea de estudiar para un niño. No podemos garantizar un retorno inmediato, pero es una opción estratégica que incrementa las probabilidades futuras de éxito y supervivencia. Por otro lado, innovar escapa a la tónica de la cotidianidad y la experiencia; es una actividad no natural para la inercia del negocio habitual, como tampoco estudiar es una actividad natural para un niño. Sin embargo, es una actividad imprescindible para competir en el futuro.

Así pues, a medida que nuestras diferentes líneas de producto vayan recorriendo sus ciclos de vida (cortos en sectores tecnológicos como la electrónica, ya que puede aparecer un nuevo modelo y, por tanto, una nueva curva cada seis meses; y un poco más largos y planos en el gran consumo), y teniendo en cuenta las modificaciones que sufrirán las variables competitivas, deberemos tomar diferentes decisiones tanto de estructura (capacidad, centros productivos y logísticos, diseño de procesos e integración vertical y compras) como de infraestructura (recursos humanos, calidad, planificación y control, organización, sistemas de medida y control y nuevos productos), de modo que el modelo de estrategia presentado es un modelo dinámico que requiere revisiones continuadas en el tiempo.

### Las decisiones estructurales sobre el tipo de proceso productivo

La decisión sobre el tipo de proceso depende fundamentalmente del volumen de la demanda, de la naturaleza del producto y del grado de personalización de la salida (*output*) en relación con los clientes. Los cinco tipos de procesos entre los que debe elegir la dirección son los siguientes:

Proyecto o flujo disperso. Suelen ser procesos de un único producto y de gran complejidad que requieren una gran cantidad de entradas (*inputs*). Estos recursos se suministran en el lugar donde se fabrica el producto, que no varía durante el proceso de producción. La secuencia de operaciones y el proceso que forman son únicos para cada proyecto. Los productos exigen un diseño a medida según las especificaciones del cliente. La coordinación de actividades y recursos adquiere un carácter crítico. Los plazos de fabricación son largos y el grado de calificación de la mano de obra es alto. La flexibilidad entendida como adaptación a los cambios de diseño es muy elevada; por ejemplo, el cambio de diseño del sistema de radar original durante la fabricación de un portaaviones.

*Como ejemplos, se pueden mencionar los astilleros, la industria aeronáutica y aeroespacial, la ingeniería civil, la industria ferroviaria (trenes de alta velocidad), la organización de grandes acontecimientos, la consultoría de alta dirección, la implantación de un software para la gestión integral, el desarrollo de una campaña política, la construcción de un centro comercial, etc.*

Taller o flujo irregular desconectado. Son procesos diseñados para la producción no seriada en lotes pequeños y con pedidos únicos o en pequeñas cantidades. Los productos se mueven dentro del proceso productivo. Los recursos deben ser más flexibles para afrontar diseños diferentes. La elección de este sistema productivo implica que la organización compite básicamente en innovación tecnológica y flexibilidad. La mano de obra tiene un grado de especialización elevado y la inversión se dirige a la maquinaria de usos diversos.

*A este tipo pertenecen los talleres de reparación de automóviles de amplia gama de reparaciones, la fabricación de utillajes, la estampación y matricería, la fabricación de moldes de inyección, la sastrería a medida, la reparación de relojes, la atención médica de cuidados intensivos, la gestión del correo de entrega inmediata, etc.*

Proceso discontinuo o flujo regular desconectado. A medida que la demanda para el taller va aumentando y la gama de productos se va reduciendo, se empieza a producir en lotes de producto y se va desarrollando el proceso de tipo flujo regular desconectado. Se está ante una amplia gama de procesos entre el taller y la línea de montaje que producen productos parecidos, de manera repetitiva, normalmente en lotes grandes y en los cuales las operaciones se dividen en grupos especializados, como por ejemplo fresado, torneado y prensado (en una empresa industrial), o radiología, análisis y plantas de especialidad (en un gran hospital). En este sistema productivo, después de haber procesado un lote de un producto en una operación determinada, se prepara la operación para producir un nuevo lote correspondiente a otro producto. Las rutas de producción son variables para fabricar el mismo producto. Hay stocks en curso importantes, ya que alguno de los componentes que forman parte del producto final se fabrica por anticipado. La variedad se consigue más por una estrategia de acoplamiento final para cada pedido que por la fabricación por pedido. Calidad y flexibilidad son las prioridades competitivas fundamentales.

*La tejeduría textil y la confección, la inyección de plásticos, la fabricación de bienes de equipo, las imprentas, los grandes hospitales, la tramitación de créditos, las gestorías administrativas, etc., constituyen ejemplos de procesos discontinuos.*

Línea de montaje o flujo lineal conectado. El proceso productivo en línea se justifica cuando los volúmenes son suficientemente elevados como para invertir en instalaciones diseñadas para procesos con una secuencia de operaciones fija y equilibrada entre los diferentes lugares de trabajo. Los materiales avanzan de manera lineal de una operación a la siguiente de acuerdo con una secuencia fija, y se mantiene poco stock entre cada operación. La inversión es considerable en maquinaria e instalaciones de transporte. El grado de utilización de maquinaria y equipo es muy alto. Los productos son altamente estandarizados y se trabaja para un stock de producto acabado; el stock en curso es reducido. El grado de calificación de la mano de obra es inferior al de los procesos anteriores. Las prioridades competitivas fundamentales son el servicio y el coste.

*Entre los procesos productivos que responden a la línea de montaje se encuentran los de automoción, electrónica de consumo, hardware, embalaje de alimentos, electrodomésticos, juguetes, empresas de comida rápida, reparación rápida de automóviles, tratamiento de la miopía con láser, etc.*

Planta procesadora o flujo continuo automatizado. El proceso productivo está constituido por una secuencia de operaciones predeterminada y el flujo de materiales es continuo y transferido de una operación a otra por medio de instalaciones altamente automatizadas. En estas instalaciones, unas cuantas primeras materias se transforman en una gran cantidad de productos acabados. La intensidad del capital es muy alta, y en muchos casos obliga a producir las veinticuatro horas del día. Es importante la localización de las fábricas, teniendo en cuenta los altos volúmenes de materiales y de productos acabados. Las personas que intervienen en el proceso realizan el control y la supervisión. La prioridad competitiva fundamental es el coste.

*Ejemplos de plantas procesadoras son las plantas químicas, las refinerías de petróleo, la industria alimentaria, la producción de bebidas, las acererías, las papeleras, las cerámicas, el teléfono de información horaria, etc. En ocasiones, la planta procesadora se confunde con el proceso discontinuo, ya que también hay quien trabaja con lotes, aunque en este caso el flujo está conectado.*

La figura 7 muestra el tipo de enfoque al producto o al proceso, que marca si las operaciones de la fábrica están más orientadas a una línea de producto determinado y estructuradas consecuentemente (enfoque al producto), o si la importancia y orientación fundamental es hacia el propio proceso y de manera menos relevante a la gama de productos resultantes (enfoque al proceso). Si el enfoque es al producto/proceso, constituye una combinación de los dos anteriores.

### Enfoque y ciclo de vida del producto

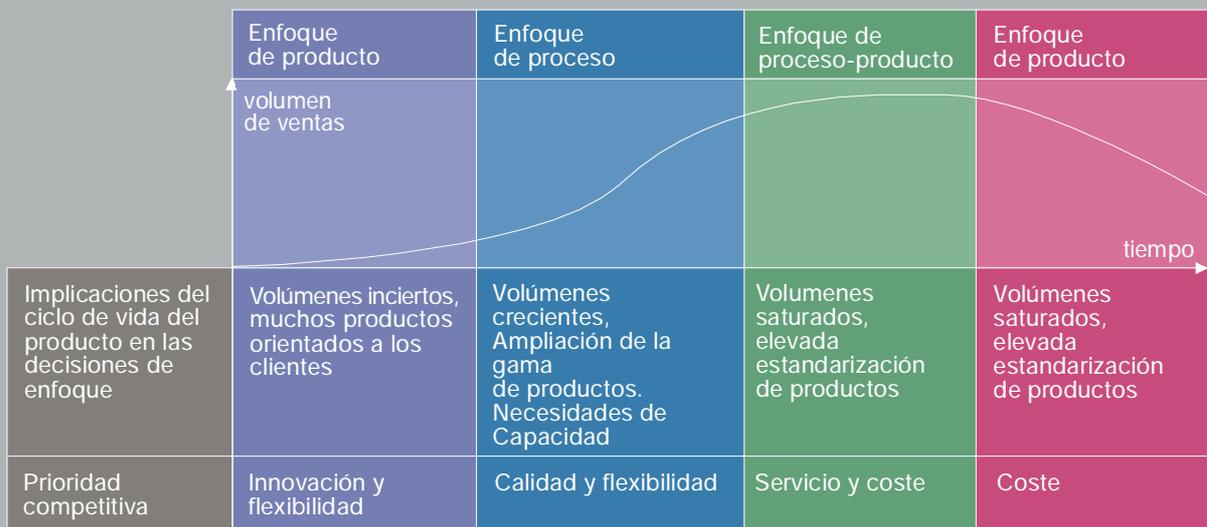


fig 7 Enfoque de plantas productivas

Un ejemplo sencillo de la cuestión del enfoque dentro de una gráfica de pan, pastas y pasteles sería el de la figura 8.

Pan: enfoque al producto con proceso continuo, pocas referencias y mejora del coste y el servicio.

Pastas: enfoque al producto/proceso. La pasta principal, por ejemplo los *donuts*, constituye un enfoque al producto con una línea de montaje automatizada que sólo fabrica *donuts*, con pocas referencias y mejora del servicio y el coste. Otras pastas de poca venta constituyen un enfoque al proceso con una línea de montaje manual, muchas referencias y mejora de la calidad y la flexibilidad.

Pasteles: enfoque al proceso taller/proceso discontinuo, con muchas referencias diferentes y mejora de la innovación y la flexibilidad.

## Enfoque de planta

Enfoque a proceso: fábrica de pan, pastas y pasteles  
Enfoque a producto: fábrica de pan (de molde)

	Enfoque de proceso	Proceso
Pan	Enfoque a producto	Continuo
Pastas	Enfoque a producto/proceso - Donuts (enfoque a producto) - Otras pastas (enfoque a proceso)	Línea de montaje automática Línea de montaje manual
Pasteles	Enfoque a proceso	Taller

fig 8 Enfoque de fábrica de pan, pastas y pasteles

El gráfico de la figura 9 presenta la matriz producto/proceso y la evolución de los procesos productivos desde el proyecto hasta la planta procesadora, a medida que el volumen de producción, es decir, la conexión entre el mercado y los tipos de procesos productivos, aumenta. La diagonal de la matriz marca el equilibrio entre las prioridades competitivas de innovación y flexibilidad y las de servicio y coste en la evolución de una determinada empresa que va incrementando el volumen de producción, y pasaría, si la naturaleza del producto lo permitiera, de una producción artesana (proyecto) a una fabricación en planta procesadora. Las empresas que en su evolución den más importancia a la prioridad competitiva de innovación y flexibilidad respecto a la de servicio y coste evolucionarán por encima de la diagonal (posición 1); en cambio, las que prioricen más el coste y el servicio evolucionarán por debajo de la diagonal (posición 2). Naturalmente, no es obligado que las empresas inicien la producción en proyecto (lo pueden hacer en taller o proceso discontinuo) ni que acaben en planta procesadora. La naturaleza del producto y las necesidades de personalización son determinantes. Las posiciones de fuera de la diagonal tienen mucho más riesgo competitivo; las de la posición 1, que continúan en taller cuando el volumen aumenta, porque otros competidores con líneas de montaje las pueden ganar, y las de la posición 2, porque cambios de tecnología pueden convertir en obsoletas de manera prematura sus instalaciones automatizadas.

Finalmente, mencionaremos que en el capítulo 3, de sistemas de producción, veremos que el único proceso o la mejor filosofía para mejorar casi todas las variables competitivas de manera simultánea es el JIT (*just in time*), con el cual nos moveremos dentro del triángulo de la figura 9. Se trata de producir de manera flexible y adaptativa a la demanda, sin renunciar a la eficiencia de un flujo continuo automatizado.

## Enfoque y matriz producto/proceso



fig 9 Matriz producto/proceso

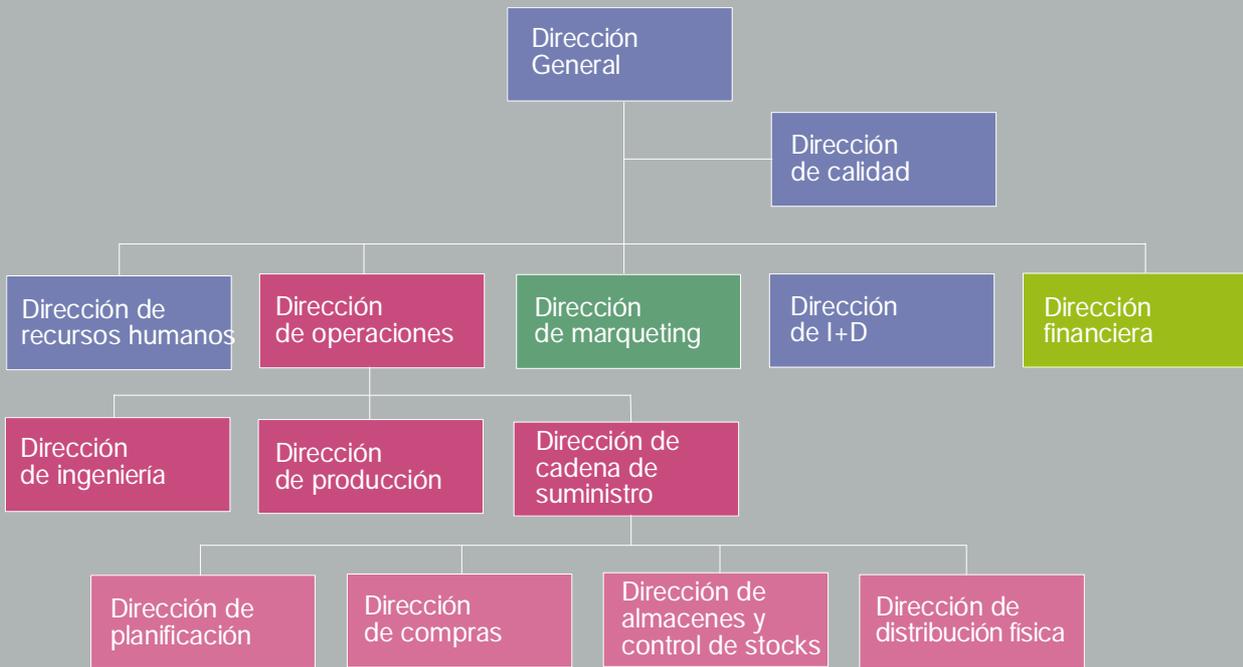
### 1.4 La dirección de operaciones en el organigrama de las empresas

La figura 10 muestra ejemplos de dos departamentos de dirección de operaciones en empresas industriales y de servicios, que son el resultado de las decisiones infraestructurales relativas a la organización. Sin embargo, debemos tener en cuenta que tan sólo se trata de ejemplos, ya que casi siempre adaptaremos nuestra organización a las competencias de las personas del equipo de operaciones.

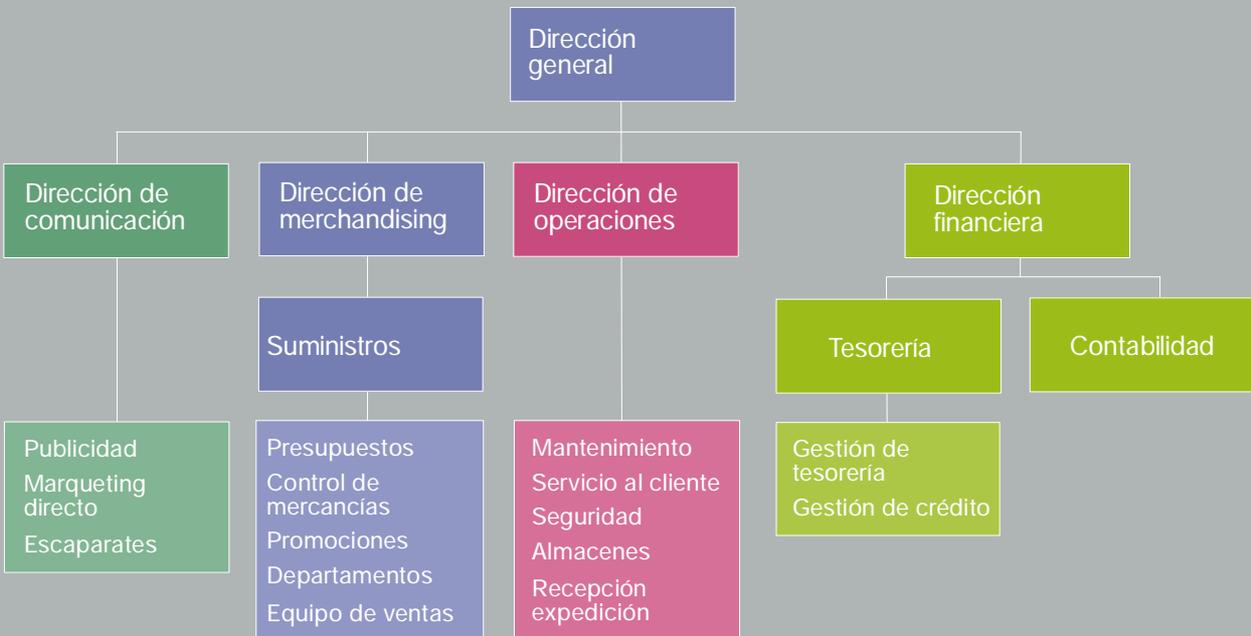
### 1.5 La dirección por procesos

Un tipo de decisión infraestructural es la elección de la dirección por procesos como forma organizativa. Cada vez son más las organizaciones de todas las dimensiones que adoptan el enfoque por procesos combinado con la estructura departamental. Esto implica la ruptura del viejo paradigma del siglo XX de la cadena de producción lineal (Taylor), relativo al hecho de que la manera más eficaz y eficiente de producir consiste en dividir el trabajo en tareas elementales y especializar a los operarios en estas tareas. Este paradigma ha sido de gran utilidad en el pasado, en mercados donde todo lo que se producía se vendía (mercado de compradores); uno de los grandes ejemplos de aplicación lo tenemos en la línea de montaje de la empresa Ford, que a principios del siglo XX permitió la fabricación en masa del modelo Ford T (eso sí, sólo de

## La dirección de operaciones en empresas industriales



## La dirección de operaciones en empresas de servicios



Organigrama de unos grandes almacenes

fig 10 Ejemplos de departamentos de dirección de operaciones

color negro), durante un buen número de años. Este enfoque por procesos (3) permite introducir la voz del cliente en todas las actividades de la organización con la consiguiente mejora de la orientación al cliente. Tal como se ve en la figura 11, los procesos se dirigen directamente a los clientes, cosa que no sucede con los departamentos clásicos. Como responsable del proceso, debe haber un propietario o *process owner*, que debe liderar el equipo para conseguir los objetivos de eficacia, eficiencia y calidad establecidos para el proceso en cuestión. De hecho, en las compañías siempre hay procesos, eso sí, la mayoría de veces de carácter informal y ello a pesar de las dificultades que suelen poner los directivos departamentales. En efecto, en el momento en que un director de producto contacta con el director de operaciones para establecer las condiciones de un pedido, ambos desarrollan informalmente (ya que una empresa muy jerarquizada y departamentalizada no permite hacerlo de otra manera) una actividad del proceso del pedido a la empresa en cuestión.

### Organización por procesos

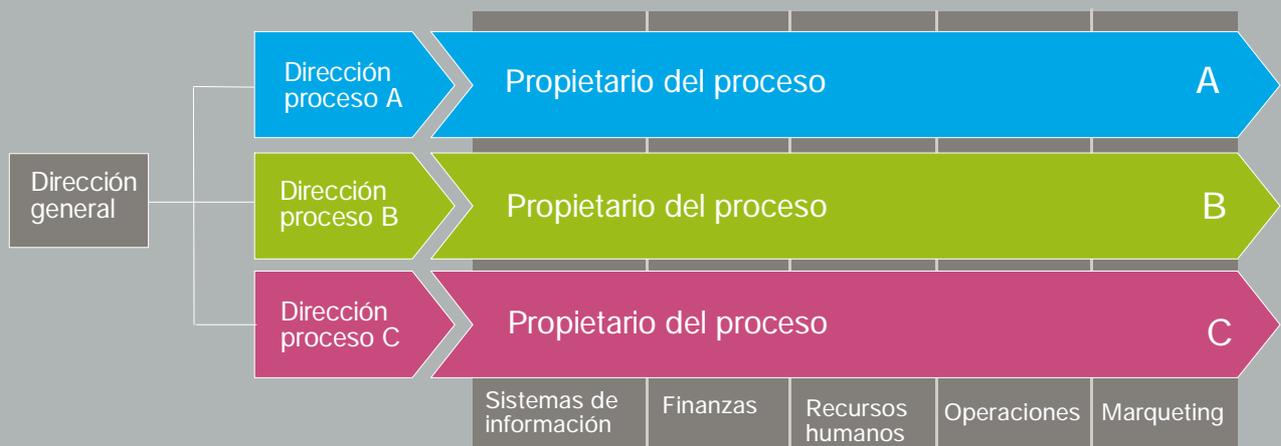


fig 11 Enfoque organizativo por procesos

(3) Véase *Guía de gestión de la innovación, parte II: La gestión de proyectos*. CIDEM, 2002.

Con el enfoque organizativo por procesos, se consiguen las ventajas siguientes:

Mejorar la orientación al cliente de toda la organización. La voz del cliente llega a todas las actividades de la compañía, que forman parte de un proceso orientado a dicho cliente.

Incrementar la eficiencia, ya que se evidencian las repeticiones y los solapamientos entre las actividades de los diferentes procesos.

Mejorar el ajuste con los objetivos de la empresa. Se evitan las optimizaciones parciales que pueden generar los departamentos en contra de una optimización global.

Aumentar la flexibilidad, entendida como la adaptación a los cambios en el entorno. En efecto, los procesos se pueden modificar más deprisa que los departamentos, ya que estos están estructurados en niveles que hacen difíciles las transformaciones rápidas.

Potenciar el trabajo en equipo, entendidos como grupos de personas de diferentes departamentos asignados a los diferentes procesos.

Fomentar la participación del cliente en el proceso, es decir, la llamada coproducción. Ejemplos de coproducción, como las empresas de comida rápida (el cliente participa transportando la bandeja) o Amazon (la librería virtual más grande del mundo, donde el cliente participa utilizando internet) son posibles porque parten de una buena definición de los procesos correspondientes.

Incrementar la motivación del personal de la empresa, es decir, que se sientan partícipes de un proceso y puedan constatar el efecto de su trabajo en la satisfacción de los clientes.

La definición del mapa de procesos constituye el primer paso en la implantación del enfoque de la organización por procesos. En las organizaciones cabe distinguir tres tipos de procesos, que se observan en los mapas de procesos de las figuras 12 y 13:

**Estratégicos.** Son los que están en relación muy directa con la esencia, razón de ser (misión) y posicionamiento de futuro (visión) de la organización. Involucran personal de alto nivel, dan directrices a otros procesos y afectan totalmente a la empresa. Como ejemplos podemos mencionar la innovación estratégica, la comunicación externa e interna, la rentabilidad del negocio, el reconocimiento y la recompensa, etc.

**Fundamentales.** Son los que desarrollan las capacidades nucleares de la compañía. Abarcan muchas funciones y están relacionados con los objetivos de la organización; el valor que crean es percibido claramente por los clientes y accionistas. Entre estos se encuentran los de desarrollo del producto, captación de clientes, gestión de pedidos, mantenimiento y gestión de la cadena de suministro (*supply chain management*, SCM) en una empresa industrial (figura 12), y los de captación de clientes, entrada, estancia, salida, restauración y evaluación de la satisfacción y la fidelización en un hotel (figura 13).

**De apoyo.** Son los que dan apoyo a los procesos fundamentales. Los clientes son internos y muchas veces están dentro de un departamento. Como ejemplos se pueden mencionar los procesos de formación y entrenamiento, selección de personal, control de gestión, sistemas de información, mantenimiento, compras, etc.

El mapa de procesos de una empresa lo debe establecer el equipo de dirección a partir de la misión, la visión y los objetivos estratégicos de la compañía. A partir del nombramiento de los propietarios de los procesos, se deben ir detallando los subprocesos y las actividades.

## Mapa procesos de una empresa industrial

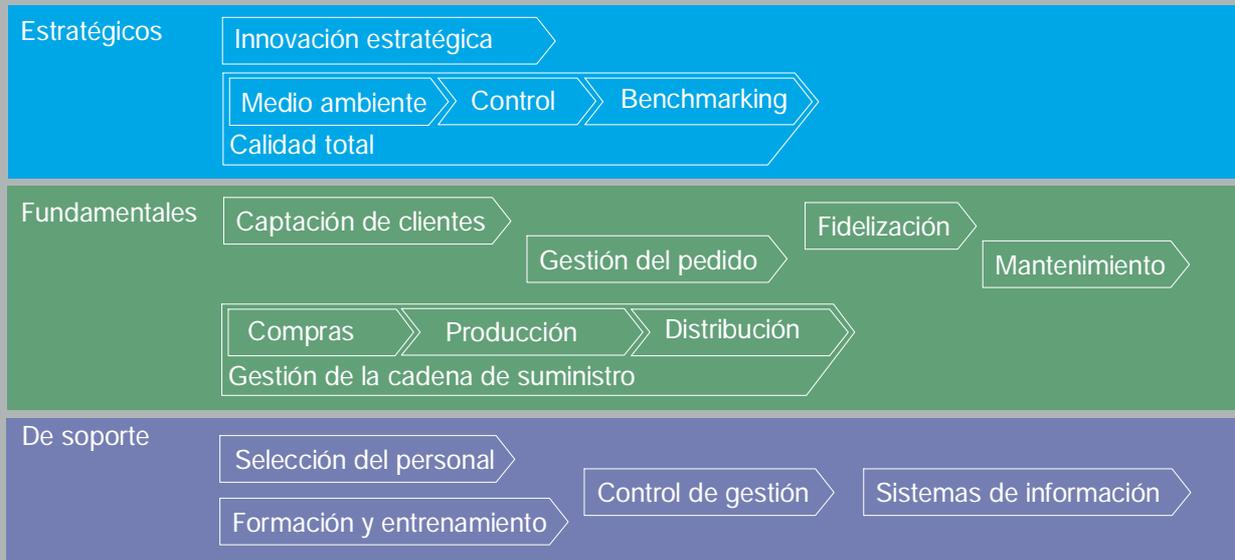


fig 12 Ejemplo de mapa de procesos en una empresa industrial

## Mapa de procesos de un hotel



fig 13 Ejemplo de mapa de procesos en una empresa de servicios.

## 1.6 Los indicadores y los sistemas de indicadores

Tal y como se ha visto, la medición y el control constituyen decisiones infraestructurales de la estrategia de operaciones. La cuestión de la medición de la actuación empresarial tiene hoy en día una importancia crucial. En efecto, la evaluación del funcionamiento de las compañías desde puntos de vista operacionales que trascienden los aspectos únicamente financieros se está convirtiendo en una de las principales preocupaciones de los directivos.

Los indicadores son medidas de la actuación de las empresas que se utilizan para evaluar la eficiencia, la eficacia y la calidad de las diferentes actividades que desarrollan. Los sistemas de indicadores están constituidos por conjuntos de indicadores para los cuales se han definido jerarquías y relaciones y también la frecuencia de revisión.

Como ejemplos de indicadores vinculados a una estrategia de operaciones con carácter más estratégico se pueden mencionar los de costes totales de las operaciones (materias primas, más fabricación, más almacenaje y transporte), productividad, satisfacción de los clientes, plazo de pedido y suministro, plazos de aprovisionamiento, rotación de stocks, tiempos de lanzamiento de nuevos productos, grado de servicio al cliente, etc., y con un carácter más operacional, los de defectos en el proceso, quejas de los clientes, niveles de stock en curso, niveles de stock de producto acabado, cumplimiento de la planificación en volumen, cumplimiento de la planificación en gama, órdenes partidas, etc. Ciertos indicadores considerados como estratégicos en una empresa pueden ser clasificados como operacionales en otra, y viceversa.

Cualquier estrategia en general, y la de operaciones en particular, necesita indicadores para la comunicación y para involucrar a toda la organización, así como para orientar la mejora continua (4).

Este punto, que ahora ha sido formulado sobre indicadores de operaciones, se desarrollará en cada uno de los cinco capítulos y en las conclusiones finales.

## 1.7 Conclusiones

La función de operaciones, como función básica de la empresa que es, juntamente con las finanzas, el marketing y la I+D, desempeña un papel vital en la consecución de los objetivos estratégicos que se marcan las organizaciones, que deben estar adaptados a todas las funciones.

Responsable de la compra, la producción y la logística de productos ampliados, la función de operaciones, tanto en las empresas industriales como en las de servicios, es el área que ocupa a la mayoría de personas y de activos de las compañías, la principal responsable de la calidad de lo que la empresa vende y, a menudo, la cara visible con la que interactúan los clientes. Junto con la I+D, la función de operaciones está muy implicada con el proceso clave de innovación estratégica. Las operaciones deben ser eficientes y, a la vez, cada vez más flexibles para reforzar las actividades innovadoras, así como rápidas para responder en tiempo real a los cambios de la demanda y el entorno.

La globalización de los mercados y la gran competencia que hay para entrar en ellos e, incluso, para mantenerse, hacen que cada vez sea más difícil la supervivencia de las empresas que fabrican productos sencillos de bajo coste fundamentados en mano de obra barata. Así pues, el reto de nuestro país es cambiar y pasar a diseñar y fabricar productos cada vez más innovadores, mejor diseñados y, por tanto, de más valor añadido.

(4) Véase *AdLog, guía de autodiagnóstico logístico*. CIDEM, 2003.

## La agilidad es la clave

"Si los 80 fueron tiempo de calidad y los 90 de reingeniería, los 2000 serán tiempo de velocidad."

Bill Gates, 1999  
*Business @ the speed of thought.*



fig 14 Las operaciones ágiles del siglo XXI

Es precisamente a consecuencia de esta gran presión competitiva que la mayoría de las empresas se ven obligadas a reducir continuamente sus plazos y a ser más ágiles, a lanzar más rápidamente nuevos productos y propuestas al mercado y a servirlo más rápido que nunca (lo que en ESADE llamamos operaciones ágiles del siglo XXI, figura 14). Estos aspectos representan, obviamente, un reto para la función de operaciones. En los próximos años, buena parte del resultado que obtengan las empresas dependerá de su éxito en estos dos ámbitos clave: la agilidad y la innovación. La función de operaciones desempeñará, por tanto, un papel crítico en la consecución de los objetivos de calidad y productividad que se exigirán. Una estrategia de operaciones en el marco de la estrategia empresarial consiste en ayudar a las fuerzas de marketing y ventas a competir mejor en un mercado cada vez más global, reforzando las estrategias de finanzas y marketing; asimismo, desarrollar las decisiones estructurales e infraestructurales que mejoren en cada momento las prioridades competitivas de las diferentes líneas de productos o divisiones será fundamental para que las empresas aumenten de manera continuada el valor que generan para los clientes, los accionistas y la sociedad en general.

Este modelo de estrategia de operaciones que hemos visto en este primer capítulo nos ayudará sin duda a recorrer el camino hacia las operaciones ágiles de mayor valor añadido con una estrategia flexible (*strategic flexibility*, como dicen en Stanford). Ello quiere decir que debemos estar siempre preparados para poder pasar rápidamente de una estrategia de coste y servicio a una estrategia de flexibilidad e innovación o a la inversa, lo cual solamente conseguiremos si desarrollamos y fomentamos en nuestro personal de operaciones las competencias necesarias para afrontar el futuro.

## 2 Los nuevos retos de la función de compras

### 2.1 La función de compras en la empresa actual

Las empresas ubicadas en el entorno económico occidental han sido testigos del cambio, en los últimos años, del modelo competitivo en el que se encontraban inmersas.

El entorno empresarial ha pasado de un modelo basado en la oferta, en el que las compañías determinaban los productos dentro de una selección limitada e intentando maximizar los volúmenes productivos, a un modelo basado en la demanda, en el que los clientes fijan las expectativas de los productos/servicios y esperan un alto grado de correspondencia entre estos y sus necesidades (alta *customización*).

Los ciclos de vida de los productos se han reducido de manera considerable: tanto el tiempo que transcurre desde su concepción hasta su comercialización, como el tiempo que comprende desde su introducción en los mercados hasta su madurez y obsolescencia. Esta reducción, unida a la especificidad de la demanda de los clientes, ha llevado a que la capacidad de las empresas para hacer frente a los nuevos procesos innovadores de manera aislada sea más reducida que si lo hicieran en colaboración.

Se ha producido una globalización generalizada, tanto desde un punto de vista de la competencia (los empresarios actuales compiten hoy con fabricantes de países que hace diez años eran prácticamente desconocidos para ellos), como también desde el punto de vista de las oportunidades (han surgido nuevos mercados para colocar los productos nacionales y nuevos mercados donde proveerse y comprar de manera innovadora, eficiente y barata).

¿Cuál ha sido la evolución de los modelos de gestión de compras (figura 1) en los últimos años y qué impacto tiene al respecto el fenómeno de la globalización económica?

Del modelo clásico de negociación anual con proveedores locales y focalización en el coste se pasó al modelo agresivo de negociaciones más frecuentes sobre precio y calidad, puesto que algunos sectores como los del automóvil y la sanidad entraron en crisis económica y se transmitió a los proveedores la presión de la eficiencia en el coste.

Sin embargo, este modelo, muy competitivo y basado en relaciones a corto plazo, se demostró ineficiente, ya que la relación de desconfianza frenó las inversiones en innovación de los proveedores y descubrió un desaprovechamiento de sinergias entre el cliente y el proveedor. Se avanzó entonces hacia el modelo de socios (*partners*), con una mejora continua y la participación de los proveedores en el diseño del producto (codiseño), modelo local que surgió como consecuencia del sistema japonés de fabricación JIT (que veremos en el capítulo 3), con negociaciones transparentes y continuadas con proveedores y entregas muy frecuentes.

Este modelo local se ha convertido actualmente en un modelo global, con negociaciones transparentes y proveedores globales que intentan seguir a los fabricantes por todo el mundo y que están orientados a toda la cadena de valor (buscando puntos óptimos de eficiencia por toda la cadena de suministro, vista ya de forma integral).

Es cierto que las empresas catalanas han realizado un gran esfuerzo para vender en el extranjero, aunque también es verdad que todavía hay muchas que continúan comprando de manera local. En los próximos años, para ser competitivo no será suficiente la internacionalización de las ventas

sino que las compras deberán ser en muchos casos globales y aportar una ventaja competitiva internacional. Por otro lado, han penetrado en el tejido empresarial técnicas avanzadas de segmentación de ventas y marketing, aunque no lo han hecho sus técnicas simétricas para gestionar las compras.

### La evolución de las relaciones proveedor/cliente

Modelo	Negociación	Proveedores	Enfoque	Presión
Clásico	Anual	Varios	Precio	Moderada
Agresivo	Frecuente	Cambios	Precio/Calidad	Elevada
Socio	Largo plazo	Pocos / I+D	Mejora continua	Constante
Global	Transparente	Globales / CM	Cadena valor	Creciente

Proveedor / Cliente

fig 1 Modelos de compras

Este cambio en el entorno y en las demandas al que se han visto sometidas las empresas ha hecho que la competencia no sea ya algo exclusivo entre compañías aisladas, sino también entre redes de empresas (que es lo que se denomina cadena de suministro, figura 2).

### Modelo de la cadena de suministro

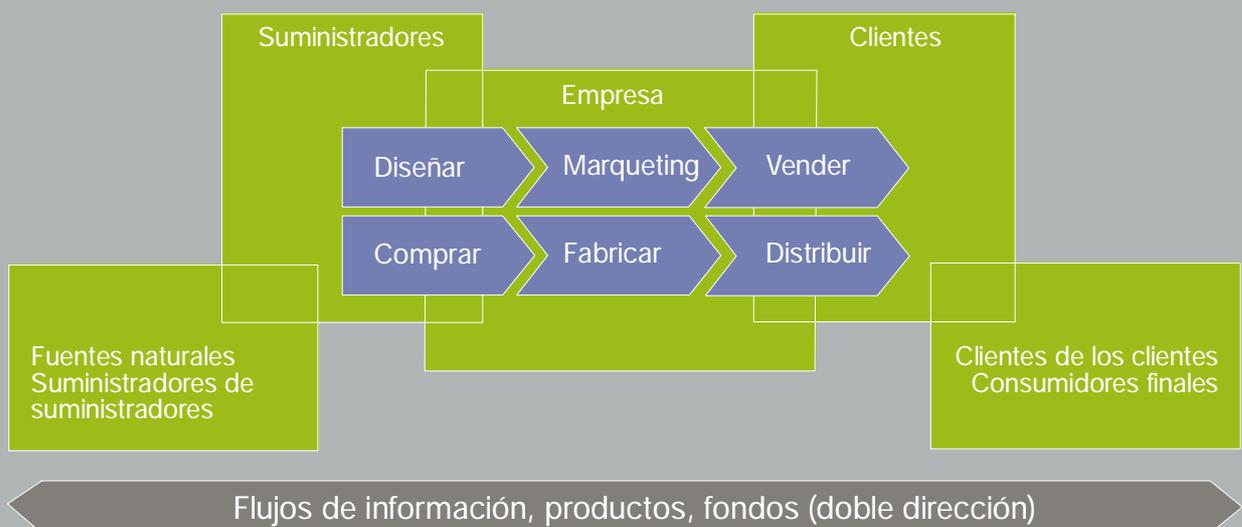


fig 2 Cadena de suministro

Estas cadenas, primero lineales y cada vez más en forma de red, que abarcan desde las materias primas de la madre tierra hasta los clientes, pasando por los proveedores, fábricas, distribuidores y detallistas, se enfrentan unas con otras en tres áreas principales:

- El diseño de estas cadenas de suministro: la distribución de responsabilidades entre los diferentes protagonistas de la red (quien diseña e innova el producto, quien lo fabrica y monta, quien se encarga del aprovisionamiento de sus componentes o de la distribución del producto acabado, etc.).

- La selección e integración de los diferentes participantes de la cadena de suministro: la determinación e incorporación de los proveedores de productos (componentes, materias primas, etc.) y servicios (diseño, logística, fabricación, etc.) a la red diseñada.

- La gestión de estas redes: los modelos y procedimientos de coordinación de las diferentes funciones en la cadena de suministro para hacer que ésta trabaje en una única dirección con miras a la optimización global.

De esta manera, la función de compras se vuelve estratégica en la empresa, ya que deja de tener una relevancia exclusiva en el control de los costes de los materiales y servicios y de la gestión del inventario de materias primas para convertirse en la función que facilita la integración de los proveedores externos a la cadena de suministro (figura 3).



fig 3 Integración de los proveedores en la cadena de suministro

De esta forma, y bajo la visión antes mencionada del nuevo rol de las compras dentro de la empresa, las contribuciones de la función de compras se amplían, además de la ya clásica de gestión de costes, con nuevas aportaciones (figura 4).

## Contribuciones de la función de compras

Clásicas	Nuevas
Reducción de costes Gestión de inventarios	Aseguramiento de la continuidad del negocio Soporte a la innovación Aumento de la flexibilidad Estandarización y estabilización de productos

fig 4 Rol de las compras

El apoyo a la innovación. Incluye tanto la innovación en la definición de nuevos productos o soluciones como la mejora de los ya existentes mediante la definición de nuevos procesos y materiales, todo lo cual evitará que entremos prematuramente en la fase de caída de las ventas.

El aumento de la flexibilidad. Su objetivo es mejorar la capacidad de respuesta a las necesidades de los clientes, reducir el tiempo de entrega y minimizar los niveles de stocks mediante la creación de sistemas de producción flexibles y ágiles para responder a demandas finales fluctuantes.

La estandarización y estabilización de los productos. Incluye áreas como la mejora de la calidad del producto acabado a través de la calidad del proceso de sus componentes, o la reducción continua de costes y la mejora del servicio.

La garantía de continuidad futura del negocio. Garantizar que el negocio mantiene una red de proveedores capaz de hacer frente a los retos actuales y futuros a los que se enfrenta la empresa contratante.

Cabe recordar que las variables competitivas de compras son, obviamente, iguales que las de operaciones. Por este motivo, en el caso de las líneas de productos o sectores en crecimiento, como la biotecnología o las televisiones digitales, las variables competitivas más importantes serán la innovación y la flexibilidad. Por el contrario, en el caso de las líneas de productos o sectores maduros, como el automóvil, la alimentación o las impresoras de chorro de tinta, las variables clave serán el servicio y el coste. Estas variables también nos deben servir para decidir las redes de proveedores de cada una de nuestras líneas de productos.

En este nuevo modelo, el comprador, dentro de la empresa, pasa de ser un selector de proveedores, negociador de precios y gestor táctico de la operación de compra de los productos directos que se incorporan a los productos que fabricamos (pedidos, recepciones, pagos e incidencias) a convertirse en el coordinador de la integración del proveedor en la cadena de suministro de la empresa para la cual trabaja, tanto en lo que se refiere al momento actual (gestión operativa) como al mantenimiento de la adecuación correcta a los retos futuros que tanto la empresa como los proveedores deberán afrontar (gestión estratégica). Asimismo, pasa a ser el responsable tanto de las compras directas como de las compras de productos indirectos (por ej.: ordenadores y catálogos).

## 2.2 Las responsabilidades de la función de compras

El modelo desarrollado agrupa las actividades necesarias para mejorar el proceso de compras en cuatro pasos:

1. Desarrollar la estrategia de compras. En este paso se incluyen las actividades propias del análisis y la planificación de la función. Esta actividad consiste en planificar, de manera informada y precisa, las acciones que deben emprenderse para alcanzar los objetivos deseados de mejora de las variables competitivas.
2. Implantar la estrategia de compras. Este paso incluye la ejecución del plan elaborado en el punto anterior.
3. Seguimiento de las acciones. Este paso agrupa las actividades de elaboración y recogida de los indicadores que permiten ver cómo la ejecución de los planes conduce al objetivo deseado.
4. Ajuste del objetivo. Este último paso incluye las fases de análisis de los resultados medidos en el punto anterior, para entender el origen de las desviaciones (debidas a una ejecución pobre o a una planificación incorrecta) y proceder a su corrección.

A partir de este punto, y en base al análisis del paso 4, se reinicia el ciclo con la replanificación de las actividades que deben realizarse en función de las lecciones aprendidas en el último ciclo.

## 2.3 El desarrollo de la estrategia de compras

Este paso incluye todas las actividades que, en lo que se refiere a las compras de una empresa, conducen a la elaboración de los planes y las estrategias de compras que se implantarán posteriormente:

- a. Adaptación de los objetivos de la función de compras a los objetivos de la empresa. Las compras forman parte de la estrategia empresarial, a la cual dan apoyo. Para garantizar el cumplimiento de sus objetivos, es muy importante que las estrategias de compras deriven de los objetivos finales de la empresa.
- b. Segmentación de los productos/servicios que la empresa compra en función de las variables críticas (importancia de la compra para la compañía y riesgo de suministro de ésta). Esta segmentación es muy importante ya que, de la misma manera que en el marketing los segmentos de mercado de clientes finales permiten identificar los diferentes posicionamientos del producto, en los segmentos en que pueden agruparse los diferentes tipos de compras no pueden aplicarse las mismas estrategias.

*Así, por ejemplo, no es lo mismo el tratamiento que una empresa de electrónica de consumo o profesional como Hewlett-Packard da a la compra de semiconductores clave para su producto que el que da a la compra de los manuales de instrucciones que se incluyen en la caja.*

- c. Estudio de los mercados de compras. De la misma manera que en marketing no pueden tomarse decisiones sin conocer el mercado que quiere servirse (su importancia, su rentabilidad, su crecimiento, etc.), no pueden elaborarse planes efectivos de compra si no se tiene un conocimiento profundo del mercado de proveedores del producto/servicio que se compra. Este es el objetivo de los estudios de los mercados de compras, tanto a nivel cuantitativo como cualitativo.

- d. Elaboración de la estrategia de compras. Con todas las actividades indicadas anteriormente puede elaborarse el llamado plan de compras o estrategia de compras (como el plan de marketing), donde se reflejan de manera documentada, consensuada y con una visión a largo plazo, los objetivos, las variables competitivas por líneas de productos, los planes y los indicadores integrados de la función de compras.
- e. Organización del área de compras. Teniendo en cuenta que no hay ninguna estrategia que pueda implantarse sin una estructura organizada de recursos humanos, la estructuración del departamento de compras es clave para la ejecución correcta del plan. Dentro de esta estructuración, se incluye la definición de los roles y las responsabilidades de sus integrantes, así como de los objetivos e indicadores de cumplimiento de los mismos. No podemos olvidar la función de relaciones públicas y de embajadora de la empresa que ejerce muchas veces el área de compras.

Ha nacido, por tanto, el marketing de compras.

### 2.3.1 La adaptación de los objetivos de la empresa a la función de compras

El primer paso para proceder a un buen diseño de la estrategia de compras es asegurarse de que el área de compras comparte la visión común del negocio, y que es una herramienta más para garantizar el cumplimiento de los objetivos. Estos objetivos pueden proceder de diferentes ámbitos de la empresa:

#### a. Corporativos

- los objetivos corporativos de integración/desintegración influirán de manera directa en las estrategias de hacer (*make*) (fabricar el producto o servicio internamente) frente a comprar (*buy*) (adquirir este producto o servicio al exterior);

*Así, por ejemplo, la decisión corporativa de una empresa auxiliar del automóvil de desprenderse del negocio de fabricación de cañerías que suministraba, entre otros, a la línea de negocio de aire acondicionado, obligará a ésta a la búsqueda de proveedores externos competitivos en coste, calidad, servicio y diseño.*

- los objetivos de centralización de determinadas funciones frente a la descentralización de otras funciones influirán en las responsabilidades y la definición de la estrategia de compras de cada ámbito corporativo. Si una empresa fabricante de pequeños electrodomésticos decide centralizar las compras de resinas plásticas en el ámbito corporativo para asegurar la obtención de economías de escala, esta decisión impactará en la relación de las unidades regionales, en sus contactos y en su capacidad de maniobra con los proveedores de resinas locales, ya que los proveedores serán regionales o globales;
- los objetivos de maximización de beneficios en líneas de producto que financien otros negocios influirán en la definición de indicadores de reducción de costes de los productos elaborados por éstas. En entornos en que el contenido comprado en coste de venta del producto sea elevado (60 %-70 %), estos objetivos tendrán un impacto muy directo en la definición y la importancia de la función de compras (por ejemplo, en el sector del automóvil).

## b. De unidades de negocio

En nuevas líneas de producto, serán muy importantes:

- los objetivos de minimización del tiempo transcurrido desde el diseño (1) conceptual de un nuevo producto hasta su lanzamiento al mercado obligarán a redefinir la participación de la función de compras en el proceso de diseño de nuevos productos; habrá que garantizar la definición de especificaciones de producto por parte de I+D, de acuerdo con las capacidades productivas de los proveedores y la optimización del uso de estos proveedores a través de la selección de los materiales, los procesos y las soluciones que se emplearán;
- los objetivos de aumento de la flexibilidad de una planta para garantizar el suministro correcto al cliente final minimizando los niveles de stock obligarán a la función de compras de la unidad a desarrollar nuevas capacidades y acuerdos con los proveedores que pongan en funcionamiento esta capacidad de respuesta rápida;
- la introducción de un nuevo producto con nuevos requisitos técnicos obligará a la función de compras a potenciar la capacidad de los proveedores ya existentes o a redefinir la cartera de proveedores.

Por otra parte, los objetivos que la función de compras deba satisfacer dependerán del punto en que la misma industria o sus diferentes líneas de productos se encuentren dentro de la curva del ciclo de vida del producto (figura 5).

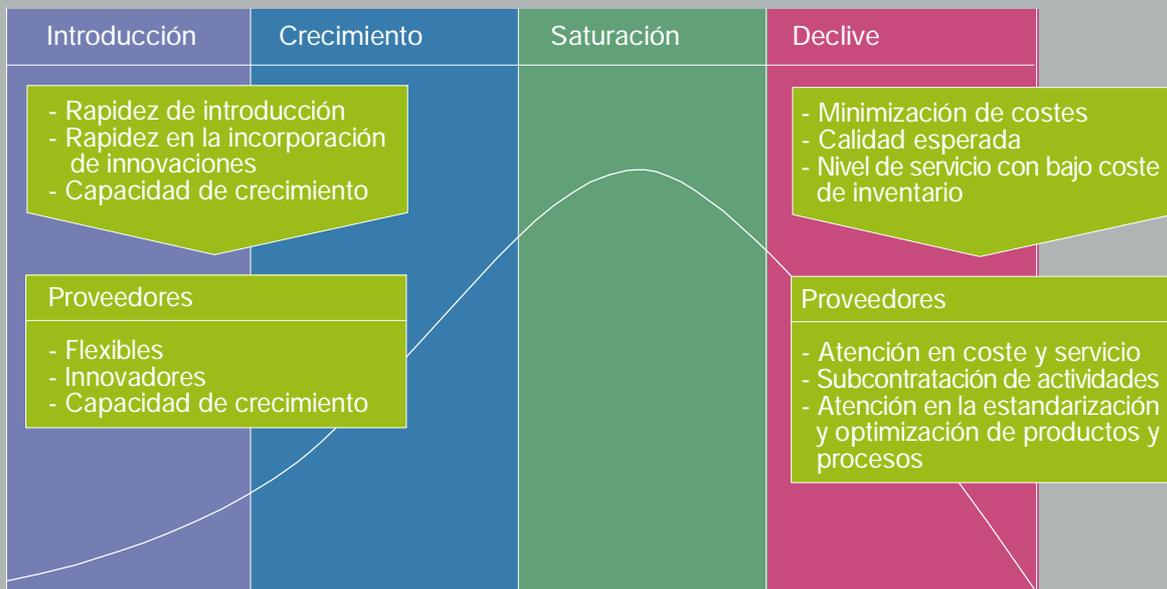


fig 5 Variables competitivas a compras

(1) Véase la *Guía de Gestión del Diseño*, CIDEM, 2003.

En los estadios de introducción y crecimiento, la ventaja estratégica dentro del sector o producto se obtiene por la rápida introducción de nuevos productos con nuevas y mejores prestaciones respecto a los anteriores. Debe disponerse igualmente de la capacidad necesaria para poder afrontar el crecimiento de la demanda y las habilidades de mejora de procesos que permitan la rápida estabilización de los productos fabricados. Esto obligará a la función de compras a buscar proveedores innovadores, flexibles y adaptables a los requisitos de sus clientes.

En los estadios de saturación y descenso de la lucha estratégica entre productos y/o empresas se encuentra la capacidad de éstas de suministrar productos baratos, con la calidad esperada por los clientes y con cadenas de suministro que minimicen los costes de stock necesarios para mantener niveles aceptables de servicio. En estos estadios del ciclo de vida, las funciones de compras se centrarán en la búsqueda de proveedores económicos, capaces de absorber un mayor número de funciones previamente realizadas por el mismo comprador y con una atención importante a las labores de reducción de costes mediante los trabajos de estandarización de materiales y diseño o de las mejoras de procesos productivos y logísticos de estrategia, tal y como hemos visto en el capítulo 1.

### 2.3.2 La segmentación de los productos y servicios comprados

De la misma manera que no hay una solución que se adapte a todos los problemas, no hay una única estrategia de compras que sea válida para todos los productos y servicios que una compañía adquiere de sus proveedores. Ninguna empresa industrial afrontará de la misma manera la compra de material de oficina (material indirecto) que el de una materia prima crítica para los productos que fabrica (material directo). Por tanto, es importante segmentar los diferentes productos que se compran, de manera que las estrategias que se desarrollen se ajusten perfectamente a las características de cada uno de ellos.

Para racionalizar el análisis es muy útil usar la matriz de Krajjic (2) (véase la figura 6), que agrupa los productos en cuatro cuadrantes según dos variables básicas:

- a. el peso del producto/servicio comprado sobre el resultado financiero de la empresa.
- b. el riesgo de suministro inherente al producto/servicio adquirido.



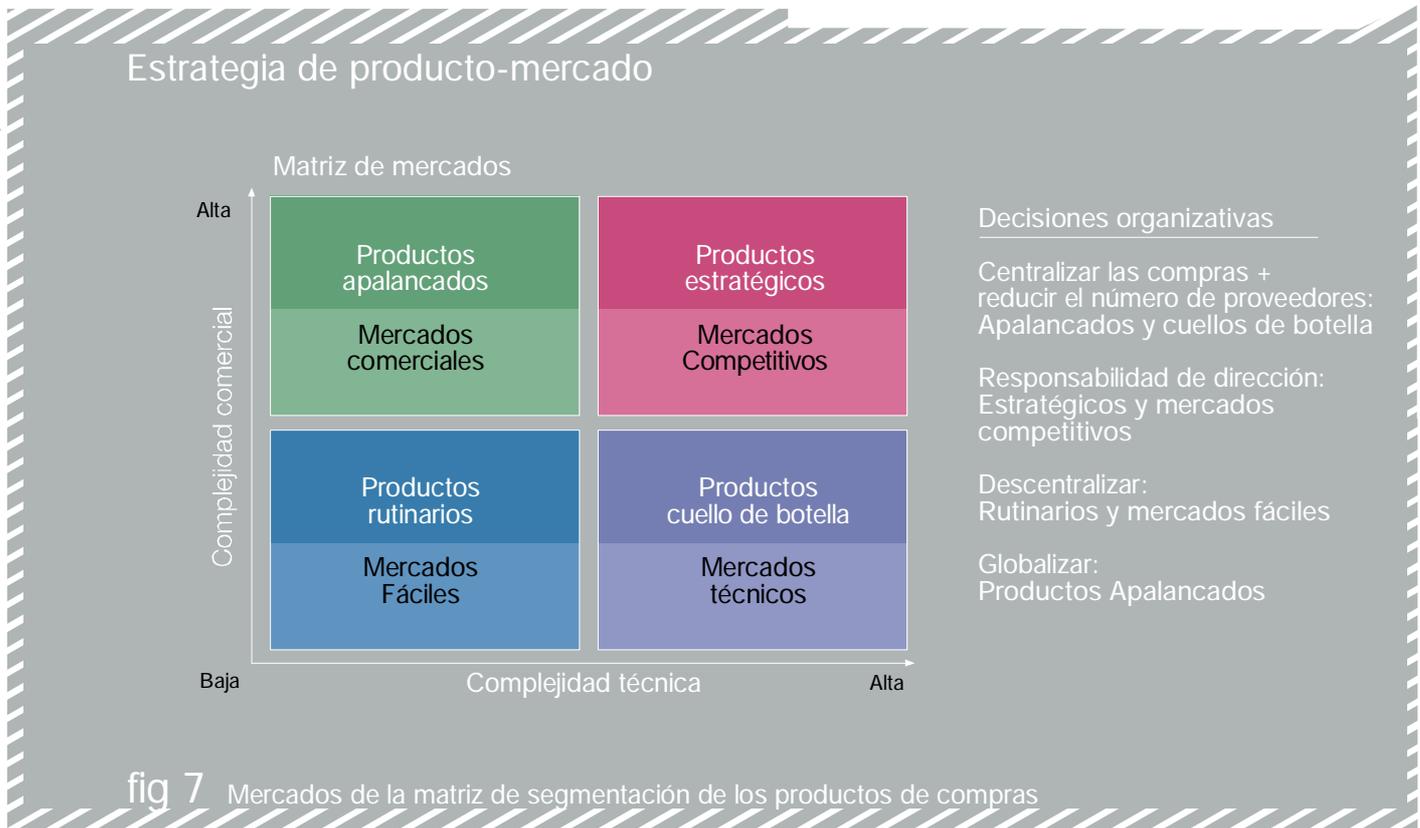
fig 6 Matriz de segmentación de los productos de compras

(2) Krajjic, P. *Purchasing must become Supply Management*. Harvard Business Review, 1983.

Con esta diferenciación, se obtiene una división de la tipología de productos en cuatro grupos:

1. Productos estratégicos (peso elevado sobre los resultados y con un alto riesgo de suministro). Una empresa fabricante de productos de electrónica de consumo incluiría en este grupo los circuitos integrados que utiliza en las placas de sus productos. Una empresa farmacéutica incluiría los principios activos adquiridos por licencia al propietario de la patente. Los productos más estratégicos los podemos fabricar nosotros o, como máximo, darlos a los socios (*partners*), arriba a la derecha de la matriz de la figura 7.
2. Productos de cuello de botella (bajo peso sobre los resultados pero alto riesgo de suministro). Una empresa electrónica incluiría en este grupo elastómeros de características específicas para sus productos, mientras que una empresa farmacéutica incluiría determinados catalizadores críticos para sintetizar ciertos productos. Otros ejemplos son las vitaminas de los cereales del desayuno o la pintura para automóviles.
3. Productos con apalancamiento (elevado peso sobre los resultados pero bajo riesgo de suministro). En este grupo se encuentran aquellos productos que, pese a tener una incidencia elevada en la cuenta de resultados de la empresa, son productos estándares (*commodities*) con suficientes fuentes de suministro. Por ejemplo, las resinas necesarias para la inyección de las piezas de plástico del fabricante de productos de electrónica de consumo, los excipientes necesarios para añadir a los principios activos en la empresa farmacéutica, o la soja y el trigo en la industria alimentaria.
4. Productos rutinarios (bajo peso sobre los resultados y bajo riesgo de suministro). Se incluyen en este grupo los productos no críticos, destinados, por ejemplo, a las reparaciones y el mantenimiento rutinario u otros materiales de oficina que no son operacionales (directos).

La segmentación de las compras nos conducirá a tomar diferentes decisiones organizativas para cada uno de los mercados que se definen (figura 7).



La estrategia que debe aplicarse a estos grupos de productos variará, ya que los retos que la empresa deberá ir afrontando son también cambiantes (figura 8).

Tipos de productos	Objetivos	Acciones	Estrategia/mercados
Estratégicos	garantizar el suministro a precios competitivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- desarrollo de relaciones a largo plazo con los proveedores socios</li> <li>- selección detallada de proveedores locales, regionales y globales</li> <li>- intervención del proveedor en las fases iniciales de desarrollo del producto</li> </ul>	Socios ( <i>partnership</i> )  Mercados estratégicos
Cuello de botella	garantizar el suministro, incluso con coste adicional	<ul style="list-style-type: none"> <li>- garantizar el desarrollo de previsiones detalladas</li> <li>- análisis de riesgo: del sector, del peso específico del comprador en el proveedor regional o global</li> <li>- desarrollo de planes de contingencia</li> </ul>	Garantizar el suministro ( <i>assurance of supply</i> )  Mercados técnicos
Apalancamiento	minimizar costes a corto/medio plazo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- búsqueda de proveedores alternativos con los niveles de calidad deseados</li> <li>- enfoque a corto plazo y agresivo al mercado de proveedores globales y regionales.</li> </ul> equipos humanos de compra especializados y globales.	La oferta más competitiva ( <i>competitive bidding</i> )  Mercados comerciales
Rutinarios	optimizar la gestión administrativa	<ul style="list-style-type: none"> <li>- estandarización y reducción de referencias</li> <li>- simplificación de los procesos administrativos</li> <li>- participación de clientes internos con proveedores locales</li> </ul>	Sistemas de contratación ( <i>systems contracting</i> )  Mercados fáciles

fig 8 Estrategia de los productos segmentados de compras

Mientras que los productos con apalancamiento, los de cuello de botella y los rutinarios son responsabilidad de la dirección de compras, los productos estratégicos son responsabilidad de la dirección general. El fin es evitar un riesgo de negocio, un déficit de suministro o que la competencia los pueda bloquear con contratos a largo plazo o participando en las pocas empresas proveedoras con capacidad de suministro.

Hay que decir también que esta matriz de la figura 6, llamada de segmentación de los productos de compras, no es estática sino dinámica, y que algunos productos estratégicos (generalmente materiales nuevos de nuevos productos acabados de alto margen) pueden pasar año tras año a ser productos con apalancamiento. De la misma forma, ciertos productos con apalancamiento pueden pasar también a ser productos de cuello de botella, de modo que es aconsejable revisar periódicamente los materiales de cada categoría (y, por tanto, la estrategia de compras, los objetivos y los planes de acción) por cada categoría de materiales, ya que sus mercados (figura 7) irán cambiando.

### 2.3.3 La realización de estudios de mercado

Una vez entendida la función que desempeñan las compras en la definición de la estrategia del negocio y las diferentes tipologías de productos/servicios que adquiere la empresa, sólo queda

por conocer el mercado donde se desarrollará este proceso de compra antes de poder elaborar la estrategia de la función de compras.

Para obtener este conocimiento, deberá procederse a elaborar una serie de estudios de mercado de compras, que incluyen los siguientes pasos:

- a. Definir los objetivos y el alcance del estudio. ¿Queremos obtener información sobre el mercado de un determinado producto o servicio o sobre un grupo concreto de proveedores que los ofrecen? ¿Queremos centrarnos en un área geográfica local o más amplia? ¿Queremos analizar tendencias macroeconómicas del sector o sólo la evolución a corto plazo de unos cuantos proveedores?
- b. Planificar el análisis. Es decir, el tiempo, el coste, los recursos necesarios y las tareas que debemos desarrollar. Debemos prever que en la mayoría de casos un análisis de mercado incluye una fase inicial de trabajo de despacho seguida de un trabajo de campo.
- c. Ejecutar la investigación. El trabajo de despacho debe preceder al trabajo de campo para garantizar que, antes de salir al exterior, agotamos las fuentes de información propias de la empresa (a menudo mayores de lo que inicialmente pensamos) y otras externas (bases de datos, embajadas, cámaras de comercio, páginas web, etc.), así como para garantizar que preparamos de manera eficiente la investigación de campo, que acostumbra a ser la más costosa y difícil de repetir en caso de que descubramos que nos hemos olvidado de algo una vez ésta finalizada (un proveedor o una zona geográfica importante). El trabajo de campo incluye visitas a ferias y a proveedores previamente seleccionados, misiones comerciales, etc.
- d. Recoger y analizar la información.
- e. Preparar las conclusiones. Debemos tener presente en este punto el objetivo que originó la investigación, el alcance deseado y los resultados esperados, ya que las conclusiones deben dar respuesta a estos intereses. De cara a futuras búsquedas deben indicarse asimismo las suposiciones realizadas, las cuestiones que han quedado abiertas y los éxitos y fracasos de la metodología utilizada.

#### 2.3.4 La elaboración de la estrategia de compras

Llegados a este punto, se puede desarrollar la estrategia de compras (figura 9). Por un lado, conocemos ya los objetivos de la empresa y su traducción en el área de compras; por otro, hemos segmentado ya nuestros productos/servicios y, finalmente, hemos investigado los mercados de proveedores o sectores más importantes para nuestra estrategia. Mientras que en marketing identificar el público objetivo, segmentarlo y estudiarlo son los pasos previos para decidir el posicionamiento de nuestro producto, en compras los tres pasos descritos hasta ahora son necesarios para poder desarrollar la estrategia del área.

La estrategia de compras debe ser:

- Un plan documentado de la relación comprador-proveedor con objetivos, estrategias, implementaciones e indicadores de manera integrada y coherente,
- proveedora de ventajas sostenidas y de largo plazo sobre nuestros competidores,
- un documento vivo y consensuado con las partes afectadas que sirva como herramienta de comunicación efectiva,
- parte de un proceso iterativo que dé objetivos claros en un entorno cambiante.

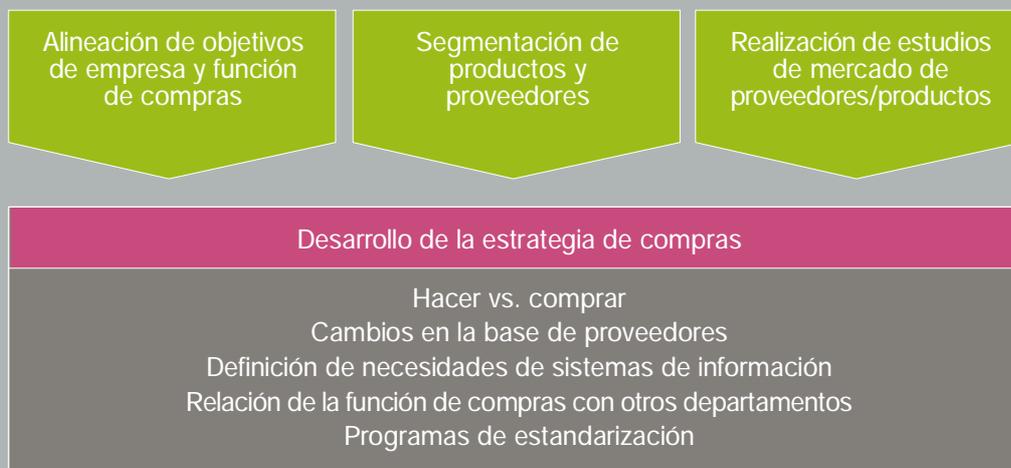


fig 9 Estrategia de compras

No debe reducirse por tanto a un conjunto de ideas verbales compartidas informalmente, con objetivos a corto plazo y sin indicadores ni seguimiento.

La estrategia de compras debe incluir decisiones sobre los aspectos siguientes:

- a. Hacer frente a comprar (*make vs. buy*). Las decisiones de comprar al exterior productos o servicios desarrollados internamente forman parte de esta estrategia. Este punto debe incluir las ventajas cuantificadas de la opción, los posibles proveedores y el plan de ejecución. Es una decisión muy importante en el caso de productos estratégicos.
- b. Cambios en la base de proveedores. Estos cambios se enmarcarán generalmente en la línea de reducir o consolidar proveedores en niveles de idoneidad: proveedores de primer nivel o estratégicos, cada vez más grandes y globales, con quienes se quieren desarrollar relaciones más sólidas y a corto plazo, comparados con otros proveedores de segundo nivel que se mantienen como cojín o como paso previo de prueba antes de pasar al primer nivel. También pueden producirse cambios por la búsqueda de fuentes alternativas de suministro, ya sea por motivos de garantizar el suministro, la búsqueda de mejoras de costes o la necesidad de comprar nuevos productos o nuevos procesos.
- c. Definición de las necesidades de sistemas de información para cubrir el seguimiento y la medida de la ejecución de las compras. En este punto también se incluyen las necesidades de automatización del proceso de compras (comunicación electrónica con proveedores) o de uso del entorno de las nuevas tecnologías para realizar la función de compras. Probablemente, el futuro pasa por asociarnos a los primeros niveles de las pirámides de proveedores, los proveedores estratégicos, por vía EDI o XML (*extensive mark-up language*), ya que hemos visto que la competencia hoy en día no es entre empresas sino más bien entre diferentes cadenas de suministro, con lo cual será cada vez más difícil estar con diferentes cadenas competidoras por motivos de confidencialidad (véase la figura 10). Así, en la pirámide de

proveedores de la cadena de Renault quizás aparecerá Michelin por las ruedas, Bertrand Faure por los asientos y Bosch por el sistema electrónico, mientras que en la de Fiat quizás estarán Pirelli por las ruedas, Johnson Controls por los asientos y Magneti Marelli por la electrónica.

A medida que vayamos teniendo más sistemas de información, las pirámides actuales de proveedores se irán convirtiendo en redes comunicadas. En cuanto a los sistemas de información, se irán desarrollando subastas y todo tipo de requisitos de compra para los productos apalancados y de cuello de botella. También iremos teniendo catálogos electrónicos para los productos rutinarios.

## Modelos de compras

Concentrarse en las propias competencias

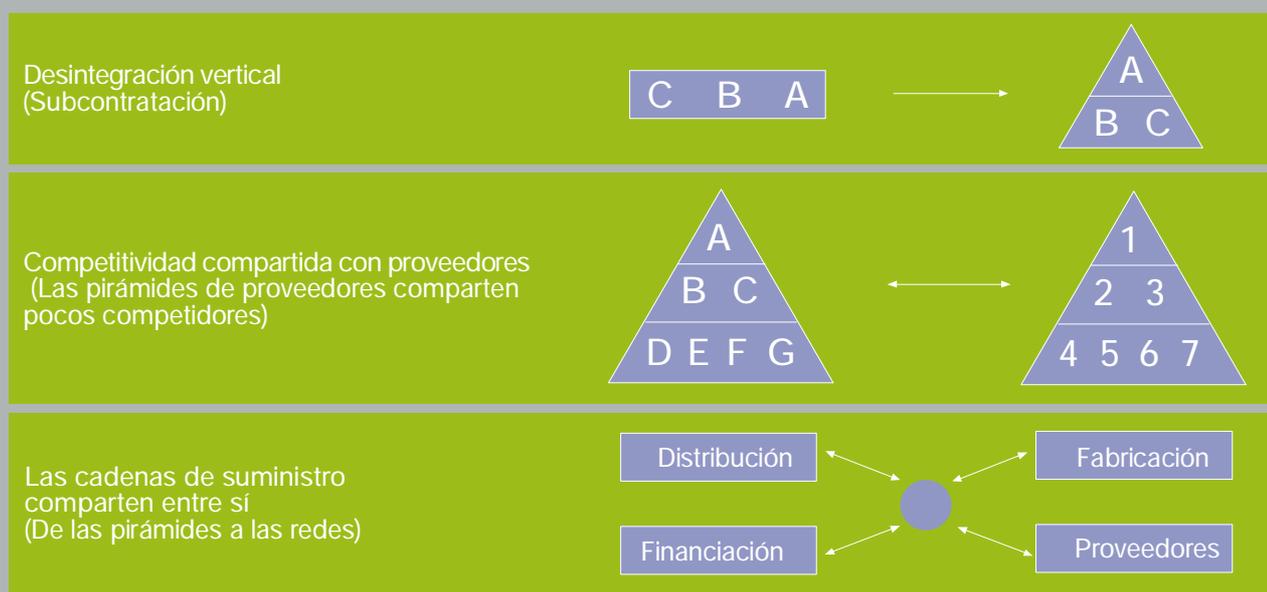


fig 10 Competencia entre cadenas de suministro

- d. Relación del área de compras con otros departamentos de la empresa. Relaciones con los departamentos de logística (definición de la gestión del flujo de información y del flujo físico de materiales), de I+D (participación de la función de compras en la definición e industrialización de nuevos productos) o de finanzas (gestión del proceso de pagos, créditos solicitados a los proveedores, etc.).
- e. Programas de estandarización. Centrados en la reducción de referencias, materiales o procesos productivos o en la homologación de proveedores para asegurarse de que pueden participar en la cadena de suministro de la empresa con todas las garantías de éxito. La estrategia clásica de compras, todavía vigente para los productos apalancados y cuello de botella, consiste en estandarizar los productos y, por tanto, los materiales y las materias primas y, al mismo tiempo, ir reduciendo los proveedores de primer nivel para poder aumentar el volumen e incrementar el poder de negociación.

## Los *Contract Manufacturers* en las empresas electrónicas, una decisión estratégica *make vs. buy*

Un claro ejemplo de decisión hacer vs. comprar se ha producido en la subcontratación que la industria electrónica ha hecho de los procesos de montaje de sus productos. Ericsson subcontrata la fabricación de sus móviles a empresas como Flextronics y Hewlett-Packard, y sus impresoras a proveedores como Flextronics o Calcomp. Ésta ha sido una de las razones para el desarrollo de los *sector contract manufacturers* o CM. Los CM son empresas que, partiendo inicialmente del acoplamiento de placas de circuitos, han ido ofreciendo servicios con más valor añadido a los diseñadores de primeros equipos (OEM o *original equipment manufacturer's*) haciéndose cargo de todo el proceso de montaje y prueba del producto final, incluyendo las compras de los componentes necesarios para este montaje y a menudo ayudando en el diseño de la electrónica. El crecimiento y consolidación de los CM ha sido un proceso frenético en los últimos años gracias a fusiones que se han ido realizando entre ellos o por las adquisiciones de fábricas que los OEM iban vendiendo. El crecimiento vegetativo, consecuencia del ritmo trepidante de la economía mundial hasta el año 2000, ha sido el otro motivo de la gran expansión de esta industria. Estos OEM han buscado en la subcontratación del montaje y en los CM los siguientes objetivos:

- reducir los costes a base de permitir que el CM gestionase negocios de diferentes clientes obteniendo economías de escala,
- variabilizar los costes de las inversiones en mano de obra y activos de montaje (plantas, maquinaria, etc.) hacia proveedores que pudiesen reducir el riesgo ampliando su base de clientes,
- reducir la complejidad de hacer frente a los elevados volúmenes propios de introducciones rápidas y frecuentes a base de distribuir la fabricación entre varios CM y
- permitir al OEM centrarse en las habilidades que consideran clave para el éxito de su negocio (marca, diseño, etc.) desvirtuando en aquellas no críticas y consumidoras de recursos internos.

Estos procesos de subcontratación han obligado a los OEM a pasar de un entorno en que la clave era saber hacer bien las cosas a un entorno en que la clave está en saber especificar bien lo que quieren que les hagan los CM.

La importancia que el departamento de compras de estas empresas ha tenido en el proceso de subcontratación y búsqueda de proveedores ha sido esencial, así como en las labores de definición y acuerdo de las tareas previamente desarrolladas por el OEM que pueden ser transferidas a estos CM y cuáles quedan en la empresa subcontratante.

El proceso de externalización ha sido tan profundo, que incluso la explosión de la burbuja especulativa de Internet y la reducción de actividad (que ha hecho revisar a la baja muchos de los contratos que los OEM tenían con sus CM) no han hecho que los OEM se replanteasen retomar este tipo de actividades.

### 2.4 La implantación de la estrategia de compras

Este punto incluye las actividades operativas propias del departamento de compras, que son las siguientes:

- a. Participar en el proceso de diseño del producto/servicio para determinar las necesidades de compra que pueda generar, así como para influir en el diseño con el objetivo de obtener los máximos beneficios de las diferentes tecnologías, materiales y/o proveedores.
- b. Seleccionar a los proveedores. Incluye el análisis y la determinación de los proveedores más idóneos para un determinado producto o servicio y los que mejor se adaptan al plan estratégico de compras elaborado en la fase anterior. También incluye la certificación de proveedores y de los productos/servicios que estos elaboran.
- c. Negociar con los proveedores. La negociación incluye aspectos más clásicos como el precio de compra y otros no tan evidentes como los acuerdos sobre compromisos de calidad, logística de entrega, forma de pago, seguimiento, etc. La negociación también tiene un carácter temporal, y hay que diferenciar entre la negociación de inicio de actividad y la de seguimiento de actividad ya iniciada.

- d. Ejecutar el proceso de compras. Comprende la planificación y el procesamiento del pedido, el lanzamiento de la orden de compra, el seguimiento de la misma, la recepción (con la gestión de incidencias) y el pago, así como las diferentes cuestiones posteriores a la compra que puedan surgir, como reclamaciones y devoluciones.

Dentro de la parte de implantación de la estrategia de compras, y sin pretender tratar todos los aspectos de la parte operativa de ejecución del proceso de compras, nos centraremos en dos aspectos relevantes: la participación de la función de compras en el proceso de diseño de nuevos productos y el aprovisionamiento.

#### 2.4.1 La participación de la función de compras en el proceso de diseño de nuevos productos

El desarrollo de un nuevo producto pasa por las fases siguientes (figura 11):

- a. La definición de los objetivos de diseño que el nuevo producto debe aportar para cubrir las necesidades de los clientes, tal y como las define marketing.
- b. El desarrollo de prototipos que permiten probar la viabilidad del diseño (3) desde el punto de vista del cumplimiento de los objetivos definidos en la etapa anterior, así como desde el punto de vista de la estabilidad de las soluciones técnicas propuestas para cumplir dichos objetivos.
- c. Finalmente, la industrialización, en la cual se verifican las capacidades de los medios productivos para conseguir las especificaciones comprobadas en el diseño, se empiezan a hacer las primeras pruebas de volumen (en número de unidades) y se revisa la puesta a punto de los elementos productivos para afrontar la manufactura en masa. Esta fase pasa por la elaboración de preseries de producción que permiten verificar los puntos mencionados.

Todas estas etapas del diseño de nuevos productos plantean una serie de retos para la función de compras:

- a. Garantizar que el diseño desarrolla unas especificaciones y unos materiales que permitan más adelante la industrialización por parte de los proveedores, sin excesivos problemas de calidad o de costes extras. Las tolerancias que un ingeniero de diseño puede especificar para una pieza de plástico pueden ser excesivamente rigurosas para el tipo de plástico que se utilizará. Si este hecho no se identifica a tiempo, se pueden generar unos costes adicionales importantes en el proceso de fabricación.
- b. Garantizar que el diseño hace un uso óptimo de la especificación de materiales y de los procesos productivos para minimizar el coste del producto final y optimizar la calidad. Los ingenieros de diseño tienden a minimizar el riesgo a base de reutilizar materiales y soluciones que ya les han funcionado en el pasado. Es parte del trabajo de la función de compras asegurarse de que el equipo de diseñadores conoce las posibilidades técnicas de los nuevos procesos y materiales que los proveedores pueden aportar, y de que mejore las características (prestaciones, calidad o coste) de los productos diseñados.
- c. Evitar los diseños excesivamente orientados hacia un proveedor determinado. Si soluciones anteriores con un proveedor han funcionado en el pasado, el diseño puede tender a desarrollar especificaciones teniendo presentes las características del proveedor que ha trabajado con nosotros en el pasado. Compras debe asegurar el desarrollo de especificaciones que permitan posteriormente la posibilidad de ofrecerlas a un amplio número de proveedores.

(3) Véase *Guía de Gestión del Diseño*, CIDEM, 2003.

- d. Garantizar la estandarización y la minimización de materiales y diseños. La no proliferación de un gran número de materiales (diferentes resinas plásticas, por ejemplo) y la estandarización de diseños (en la línea de la tecnología de grupo, *group technology*, en la cual se definen los componentes por la similitud de su proceso de fabricación) deben permitir aumentar la flexibilidad en la producción, la simplificación de la manufactura y el apoyo posterior.

Estos retos tienen la particularidad de que cuestan más de conseguir por parte de compras cuanto más tarde se afrontan dentro del ciclo de vida del proceso de desarrollo. La introducción de un nuevo material en la fase de industrialización puede obligar al equipo de diseño a volver a la fase de prototipaje para asegurarse de que el nuevo material cumple las especificaciones de producto deseadas en las pruebas de función o vida.



fig 11 Desarrollo de un nuevo producto

La función de compras puede afrontar estos objetivos a partir de diferentes soluciones (a menudo complementarias):

- a. Asignando ingenieros de compras a los equipos de diseño que hagan de puente entre los ingenieros de diseño y las capacidades e innovaciones existentes en el mercado de proveedores de estos tipos de soluciones.
- b. Implantando jornadas de revisión de prototipos desde el punto de vista del DFM (diseño para la fabricación, *design for manufacturing*), en las que, entre otros aspectos, el equipo de compras puede realizar propuestas sobre las posibles mejoras en el diseño que deben facilitar la contratación posterior de los elementos que se deban adquirir en el exterior.
- c. Desarrollando guías de diseño que recomienden, por ejemplo, la prioridad en el uso de diferentes resinas plásticas por parte del equipo de diseño, o que indiquen las máximas

tolerancias que se pueden conseguir con los diferentes tipos de materiales en procesos de fabricación estándar.

- d. Asegurando que los proveedores participen en las fases iniciales de diseño, ya sea participando en las revisiones oficiales de prototipos, reuniéndose con los ingenieros de compras y de diseño en determinados momentos del proceso de desarrollo del nuevo producto, encargándose del desarrollo de una parte del diseño o, incluso, asignando ingenieros del proveedor residentes en los equipos de diseño, compras y logística de aprovisionamiento de la empresa compradora. Es lo que, en el capítulo 3, denominamos JIT II, es decir, segunda etapa del *just in time*.

Si, dentro de la empresa, la colaboración entre compras y diseño no se ha afrontado en el pasado, ésta es una de las áreas en la que pueden obtenerse más beneficios de manera inmediata, especialmente por la dificultad de realizar cambios una vez el producto ya se ha lanzado. Sin embargo, se trata también de uno de los cambios organizativos más difíciles de implantar, tanto por la diferente mentalidad de los elementos que participan como por la disparidad de objetivos que a menudo se da. Por tanto, hace falta un alto grado de apoyo por parte de la dirección, que debe estar dispuesta a sufrir y solucionar los conflictos que puedan surgir entre compras y diseño (I+D) durante el proceso de desarrollo.

#### 2.4.2 El aprovisionamiento como herramienta competitiva en el proceso de compras

La comercialización detallista, dentro del marketing, se dedica a identificar cuáles son las variables más importantes de disponibilidad y acceso a nuestros productos en función de los diferentes tipos de clientes que los adquieren a través del canal de distribución. Una vez estos clientes agrupados según las variables relevantes, se dedica a diseñar la logística del canal para satisfacer sus necesidades.

*Así, en cuanto al consumo a través de grandes superficies, se deberán estructurar logísticas que hagan prevalecer la exactitud del momento de la entrega, la minimización de los costes y la capacidad de entrega de volúmenes elevados. Por el contrario, en cuanto al consumo a través del pequeño detallista, habrá que hacer prevalecer la frecuencia, los pequeños volúmenes en cada entrega y la posibilidad de que en la entrega se realicen labores de apoyo a la preparación del próximo pedido.*

Para conseguir satisfacer estas variables de tiempo y volumen, el fabricante puede asociarse con otros protagonistas dentro del canal (mayoristas, distribuidores, operadores logísticos, centros de consolidación, etc.) que permitan satisfacerlas con un coste razonable.

El aprovisionamiento dentro de las compras debe conseguir los mismos objetivos que el detallismo dentro del marketing, teniendo en cuenta que ahora las variables relevantes de los clientes por la comercialización se convierten en características relevantes de los materiales adquiridos por las compras. La matriz de tipología de productos comprados mencionada en el punto 2.3.2. puede servirnos de punto de partida en este proceso.

A las variables de riesgo de suministro e impacto de la compra en los resultados de la empresa añadiremos otras variables relevantes para nuestro negocio, como el valor del elemento comprado, la rapidez en la obsolescencia, el volumen del producto comprado o la distancia del proveedor. Una vez hecho esto, determinaremos, dentro de este grupo de variables, las más críticas para nosotros, y agruparemos a continuación los productos que comparten una tipología de variables parecida. Llegado este momento podremos diseñar canales de aprovisionamiento optimizados para estos grupos de productos. Así, las piezas de medida más grande y con proximidad del proveedor pueden suministrarse con entregas directas del proveedor asociadas al ritmo de

consumo del comprador. Por otra parte, en cuanto a las piezas de proveedores lejanos pero de cierto valor, se puede intentar implantar un proceso de suministro controlado por el proveedor de tipo stocks gestionados por los proveedores, es decir, VMI (*vendor managed inventory*). Si en lugar de hablar de compras hablamos de distribución, este mismo programa se llama de reaprovisionamiento continuo, y se realiza entre la gran superficie y los fabricantes de gran consumo.

Lo importante es darse cuenta de que hay diferentes tipos de suministro que, aplicados de manera inteligente a las piezas adecuadas, pueden convertirse en una ventaja competitiva para el proceso de compras.

En esta tipología de suministros podemos incluir, de manera independiente o combinados entre sí, algunos como los siguientes (figura 12):

- a. Suministro JIT (justo a tiempo, *just in time*), en el cual los componentes se suministran directamente desde el proveedor al lugar más próximo al punto de consumo del cliente, en pequeñas cantidades y entregas frecuentes (minimizando, por tanto, los stocks) y en función del consumo real y no del planificado. Este sistema obliga a un elevado grado de calidad para evitar sorpresas especialmente desagradables cuando se dispone de poco stock, y a un elevado grado de integración cliente-proveedor, que deben compartir la información de la producción. Un ejemplo de este suministro sería el de un fabricante de carcasas de plástico para televisores que entregara trailers enteros al montador de los televisores en función del ritmo de fabricación de éste. Las carcasas se descargarían directamente del trailer para entregarlas a la línea de montaje, y la operación podría incluso ser realizada por personal de la empresa suministradora.
- b. Suministro VMI (stock gestionado por el proveedor, *vendor managed inventory*), en el cual los componentes son directamente suministrados por el proveedor en función de su criterio, y teniendo en cuenta el stock que hay de sus productos en casa del cliente y de la información que éste le proporciona sobre el consumo presente y la previsión de consumos futuros de sus componentes. Un fabricante de componentes electrónicos pasivos (resistencias, condensadores, etc.) que trabaje mediante este tipo de suministro con un montador de placas determinaría el suministro de componentes al comprador en función de sus existencias en casa del comprador, el consumo diario de éstas y las previsiones futuras de fabricación del montador. La información podría ser directamente enviada por el montador o un proveedor logístico en caso de que tuviera subcontratada esta función de almacenaje.

*La introducción del concepto de gestión integral de la cadena de suministro ha cambiado totalmente la manera de operar de la planta de Sony en Viladecavalls. Es la propia fábrica la que monitoriza las previsiones de ventas y los niveles de stock de sus clientes (cadena de demanda que veremos con más detalle en el capítulo 4) y decide el producto que debe enviarse para asegurar un horizonte de ventas de 10-15 días. Este modelo se conoce como BTR (build to replenishment, fabricar por reposición), y se contrapone al modelo de BTO (build to order, fabricar bajo pedido) seguido hasta el 2001. Para la implantación de este modelo ha sido necesario un periodo de transición con clientes piloto y gestión manual, al cual gradualmente se han incorporado el resto de clientes hasta alcanzar la implantación total con el apoyo de los sistemas de información (Oracle) (4).*

- c. Suministro con aplazamiento (*postponement*) de fases productivas, en el cual el proveedor espera hasta el último momento para finalizar el componente que nos debe entregar una vez sabe exactamente el tipo de uso que se hará. Así, un fabricante de parachoques puede tener un stock de pintados disponible, pero tiene que esperar hasta que el fabricante de vehículos

(4) Casos de éxito de empresas galardonadas con los Premios a la Innovación Tecnológica, CIDEM, 2002.

le indique el tipo y el color del automóvil que se está empezando a montar en la línea de producción para acabarlo (molduras, luces, etc.). De esta manera, el proveedor se evita mantener un gran número de referencias de producto acabado, mientras que el fabricante de automóviles reduce el número de componentes de stock en línea.

- d. Suministro por orden de compra planificada de MRP. Se trata del suministro más clásico, que genera las peticiones de entrega según una planificación de la producción basada en la previsión de ventas y los niveles de stocks disponibles de los diferentes elementos (MRP), tal y como detallaremos en el capítulo 5.

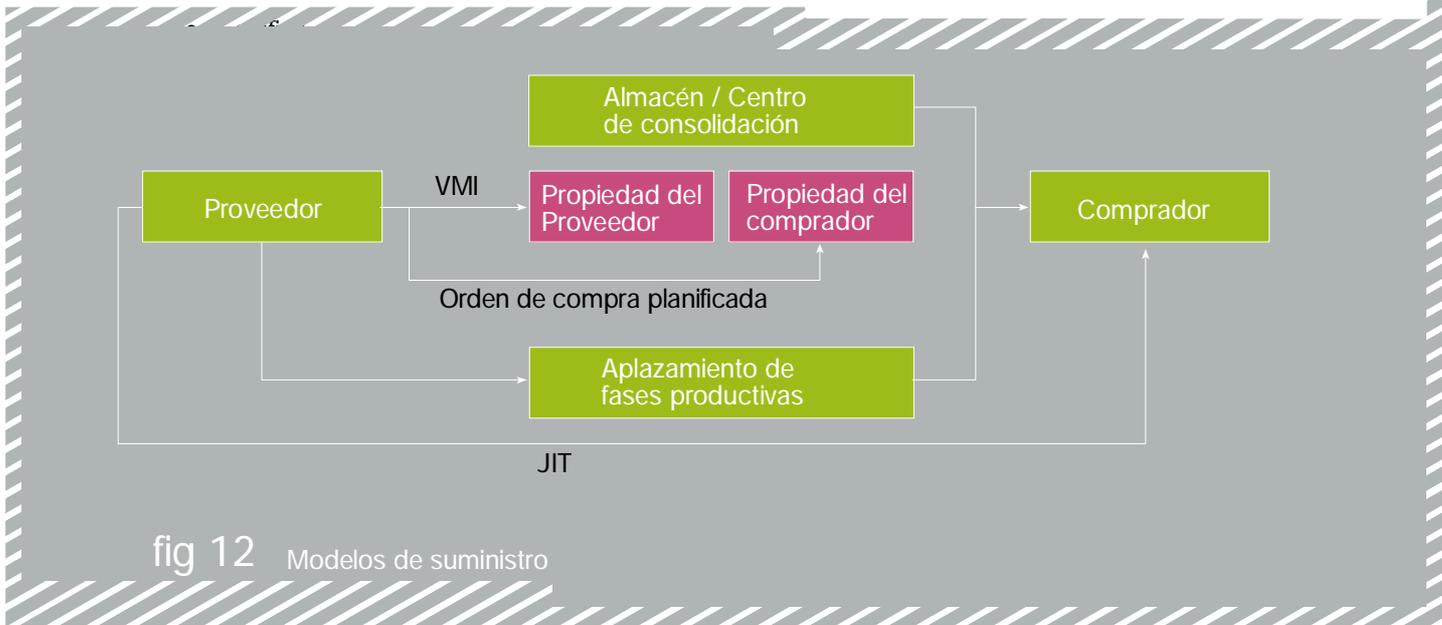


fig 12 Modelos de suministro

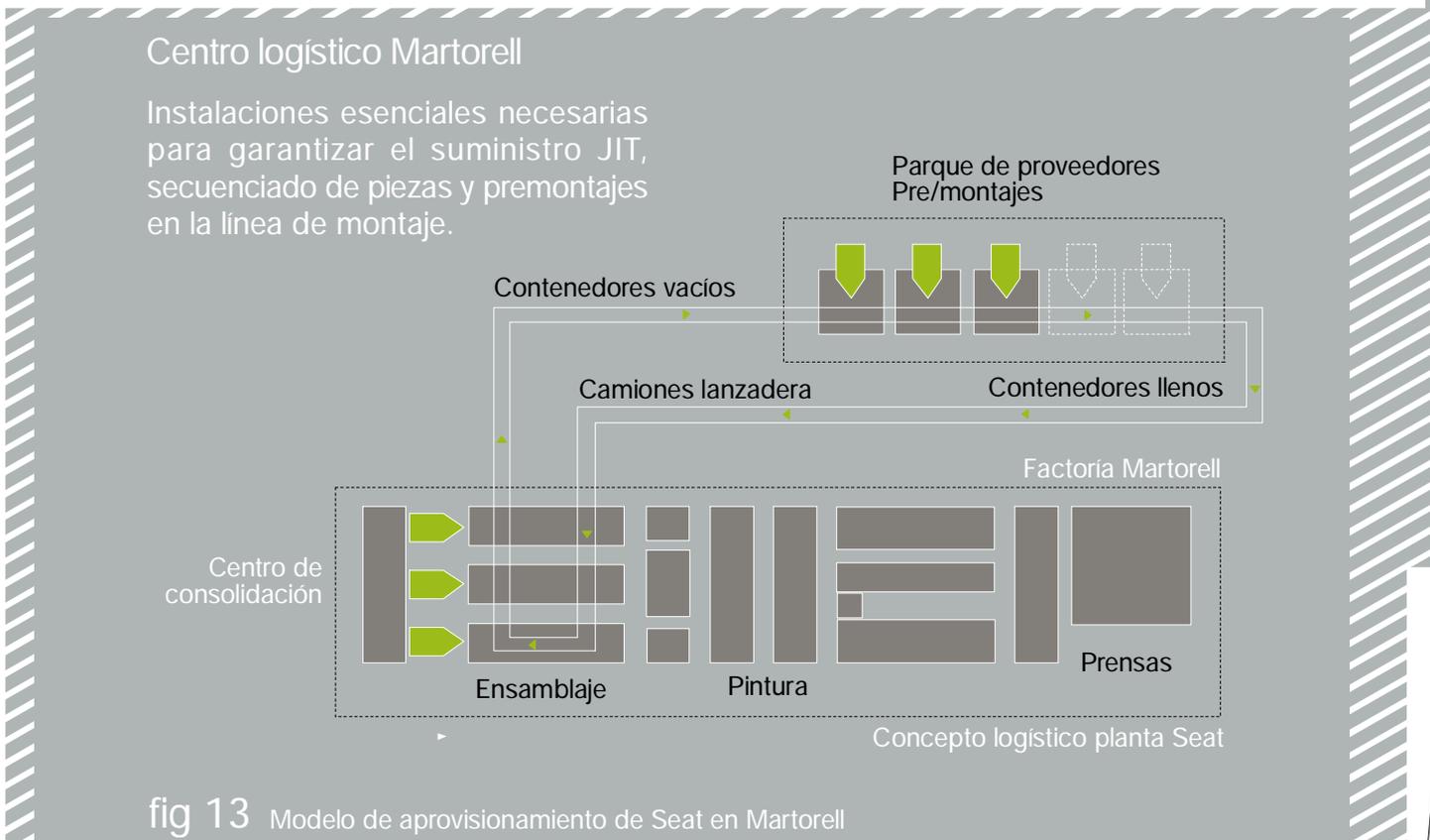


fig 13 Modelo de aprovisionamiento de Seat en Martorell

Todos estos modelos, tan difundidos hoy a otros muchos sectores, como el de la electrónica, surgieron del sector del automóvil.

*Seat en Martorell aplica el sistema JIT (justo a tiempo) de la figura 13, con su parque de proveedores para el montaje de grandes módulos en Abrera y su centro de consolidación para piezas pequeñas al lado de las líneas de montaje de Seat.*

## 2.5 Las medidas de la función de compras

Una vez realizados todos los pasos propios de la planificación, ejecución y medida, y con la información disponible de los indicadores de cumplimiento de objetivos, es el momento de revisar las estrategias elaboradas, así como el éxito en la ejecución de las mismas. Fruto de este ejercicio pueden ser cambios de planes, como por ejemplo:

- la revisión de la adaptación de los objetivos,
- la realización de nuevos estudios de mercado de compras,
- la revisión de la estrategia.

También pueden surgir cambios en el proceso de ejecución (especialmente si las desviaciones se deben más a una mala implantación de la estrategia que a la estrategia en sí).

Las actividades expuestas en los cuatro apartados anteriores deben realizarse de manera continuada para asegurar que la función de compras mantiene claros sus objetivos y que actúa de manera orientada a la consecución de estos.

A continuación pasaremos a revisar los puntos más importantes de cada una de las cuatro fases del ciclo anteriormente mencionadas.

Para poder comprobar si la función de compras está alcanzando los objetivos que se había marcado (es efectiva) con una utilización óptima de los recursos (es eficiente), deberán medirse de manera cuantitativa, sistemática y continuada en el tiempo, ciertos indicadores que reflejen la consecución de estos objetivos. La medida de indicadores permite:

- revisar de manera objetiva tanto la estrategia de compras como su ejecución, para realizar así las acciones correctoras correspondientes,
- motivar al equipo de compras, dando visibilidad y objetividad a los resultados de sus esfuerzos, y permitir definir objetivos individualizados y ayudar a la toma de decisiones de los compradores,
- permitir una mejor comunicación con el resto de departamentos, objetivar los problemas y dejar claras las prioridades y las variables competitivas por las cuales se trabaja desde compras.

Finalmente, cualquier indicador debe marcar un objetivo al cual se quiere llegar y un límite por debajo del cual esta medida se considerará fuera de control. La fijación de este objetivo y límite previo a la medida del indicador permite definir cuáles son los objetivos perseguidos.

Además de la medida de indicadores, y como un elemento más del seguimiento de la efectividad y la eficiencia de un departamento de compras, existe la valoración de los proveedores estratégicos de la empresa compradora. Esta valoración, que se realiza una o dos veces al año y que se centra en aquellos proveedores críticos (los proveedores más relevantes dentro del cuadrante de productos estratégicos, punto 2.3.2), permite revisar de manera cualitativa y cuantitativa este grupo de proveedores y asegurar su integración dentro de la cadena de suministro de nuestra empresa a base de adaptar los objetivos del cliente y el proveedor y establecer relaciones a largo plazo.

### 2.5.1 Indicadores

Un departamento de compras tiene cinco grandes grupos de indicadores que miden su correcto funcionamiento:

1. Indicadores de innovación, que miden los nuevos materiales o servicios utilizados y los nuevos proveedores.
2. Indicadores de servicios, que miden las cantidades entregadas y el tiempo de entrega.
3. Indicadores de coste, que miden el coste de los productos y servicios comprados, así como las evoluciones históricas de los costes y las causas que provocan alteraciones.
4. Indicadores de calidad, que miden la calidad del producto o servicio comprado.
5. Indicadores de flexibilidad, que miden la efectividad con la que los productos o servicios comprados se integran en el flujo de materiales propios de la empresa (tiempos de las entregas, flexibilidad de repuesta a los cambios de plan, etc.).

Por otra parte, estos cinco grupos de indicadores tienen dos versiones diferentes según las visiones que persiguen:

- a. Los indicadores que miden la efectividad y la eficiencia de la función de compras desde el punto de vista de sus clientes, que seguramente son los más importantes.
- b. Los indicadores que miden la efectividad y la eficiencia de la función de compras desde el punto de vista interno del departamento.

#### Indicadores en un fabricante de herramientas de bricolaje

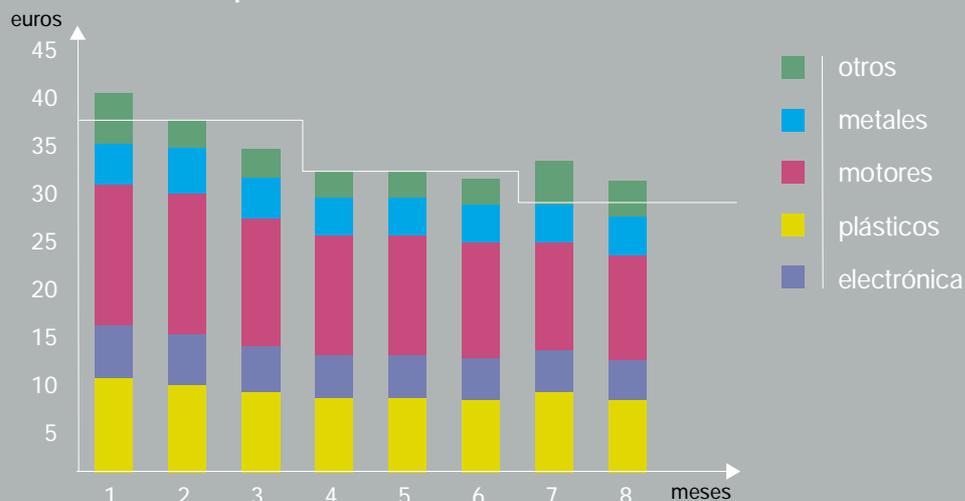
Un fabricante de máquinas de herramientas de bricolaje para el hogar tiene unos indicadores de la función de compras en atención a sus clientes internos que se centran en el coste por producto acabado de los componentes comprados y en el porcentaje de paros de la línea de producción debidos a problemas de los productos comprados, ya sea por calidad (producto defectuoso que entorpece el funcionamiento del proceso de montaje) o entrega (entregas tardías o con una calidad inferior a la esperada). Con estos indicadores es capaz de ver la calidad del servicio que suministra a sus clientes (operaciones y controles) y puede discutir con ellos propuestas de mejora objetivas.

Por otro lado, desarrolla unos indicadores internos del departamento que soportan los de calidad de servicio a sus clientes antes mencionados, y que son:

- a. coste de las piezas más relevantes adquiridas por sus compradores, con objetivos de reducción en el tiempo,
- b. niveles de stock agregado y por referencias gestionadas por los diferentes compradores,
- c. porcentaje de defectos y valor de estos por grupo de piezas y proveedor, indicando el tipo de error (si se trata de un hecho singular o problemas aleatorios, consultar la figura 15),
- d. porcentaje de entregas fuera de plazo por proveedor y por horquilla de la variación respecto al plazo pactado y
- e. número de piezas en situación crítica respecto a su suministro

Todos estos indicadores tienen sus objetivos y límites inferiores de calidad preestablecidos y un nivel de agregación correspondiente al forum donde se revisan, y se diferencian, por ejemplo, la agregación propia del seguimiento del departamento de la del seguimiento del trabajo de los diferentes compradores.

### Coste de compra Taladro MX10



### Defectos línea de producto taladros



fig 15 Indicadores internos de un fabricante de máquinas herramienta

Este segundo grupo de indicadores refuerza los anteriores con una atención a la dinámica interna de la función de compras, y mide las funciones propias del departamento de compras que permiten conseguir unos indicadores óptimos de atención al cliente.

El último tema mencionado en el ejemplo de indicadores, referente al nivel de agregación, es de extrema importancia para permitir una visión real del funcionamiento del área de compras y de las posibles medidas correctoras. Agregaciones excesivas dificultan el seguimiento al realizar una media de diferentes factores que a menudo se compensan entre ellos, hecho que impide el análisis correcto del problema. Para evitar esta situación, bastante común en la valoración del coste del material comprado en el producto acabado, un importante fabricante de productos de electrónica de consumo eligió tres productos representativos de su cartera (por ejemplo, los

productos de más volumen de producción o sometidos a una mayor competencia por parte de otros fabricantes) y siguió la evolución del coste de las compras de forma unitaria y mensual. De esta manera pudo tener una visión real e inmediata de las acciones de sus compradores sobre el coste de venta de estos productos, y conocer el posicionamiento respecto a los costes de estos productos en el mercado.

### 2.5.2 La valoración de proveedores

El otro punto importante sobre la medida del departamento de compras, que actúa como complemento/continuación de los indicadores, es la valoración de los proveedores.

Esta valoración de proveedores consiste en la revisión periódica, cuantitativa y cualitativa del funcionamiento de los proveedores en cuanto a los resultados de los indicadores en ciertas áreas definidas como importantes para la consecución de los objetivos de la empresa compradora. Esta revisión se realiza con los proveedores más importantes (los que nos suministran productos o servicios estratégicos según la definición mencionada al principio) una o dos veces al año y de manera presencial. Sus objetivos son también:

- a. definir las prioridades para los siguientes periodos y, en su caso, los indicadores que se utilizarán y/o sus nuevos objetivos y límites, de manera que el proveedor pueda irse adaptando a los cambios a los que se vea sometido el comprador,
- b. asegurar que los objetivos del comprador y del vendedor se adaptan entre sí, tanto a corto como a largo plazo, e
- c. ir edificando las relaciones a largo plazo, básicas en cuanto a los proveedores considerados estratégicos.

Puede finalizar con una valoración cuantitativa global del proveedor, que le permite compararlo con otras del mismo cliente y que identifica las áreas de mejora potencial.

En un entorno cambiante como el actual, tal y como comentábamos al principio del capítulo, la fuerza de las empresas depende de la solidez de sus cadenas de suministro y de los protagonistas que las componen (proveedores, suministradores de servicios logísticos, etc.), de forma que la rapidez en la adaptación a las nuevas circunstancias de todos los miembros de la cadena de suministro es clave para la supervivencia. La valoración de los proveedores es una herramienta primordial para asegurar esta adaptabilidad a una integración correcta proveedor-cliente y la mejora de su relación en el tiempo.

Las valoraciones de proveedores se basan en los indicadores recogidos en los últimos periodos (punto 2.5.1), y pueden centrarse en las áreas siguientes:

- a. coste de los materiales, servicios y transportes,
- b. calidad de las materias primas o módulos,
- c. suministro en cantidad y tiempo,
- d. capacidad tecnológica, tanto en los procesos de los proveedores como en su participación en la innovación de los productos del cliente,
- e. flexibilidad para adaptarse a los cambios del cliente,
- f. estabilidad financiera o riesgo de que en el futuro problemas financieros del proveedor puedan poner en peligro su continuidad, y
- g. estilo de gestión, medido como el grado de coincidencia de la cultura y las estrategias de la empresa proveedora con los de la compradora.

Y con esta introducción a los indicadores damos por finalizada esta pequeña exposición de la estrategia de compras y pasamos a las conclusiones.

## 2.6 Conclusiones

De la misma manera que hemos aprendido a vender en nuevos mercados y hemos investigado nuevos clientes y segmentado nuestros productos y servicios, debemos hacer otro tanto con las compras, que deberán ser más y más globales. Este concepto se denomina marketing de compras, es decir, aplicar los mismos conceptos de mercado al otro extremo de la cadena de suministro.

Debemos segmentar nuestros productos de compras tal y como hemos visto en las figuras 6 y 7, y no perder de vista los productos estratégicos ya que, en su ausencia, nuestro negocio podría verse interrumpido (responsabilidad de la dirección general).

Implantar una política de compras adecuada para cada grupo de productos que se comprará o fabricará (los estratégicos, los de cuello de botella, los de apalancamiento y los sencillos de la figura 8) será lo que dotará realmente de una ventaja competitiva a nuestras compras.

En la figura 16 podemos observar que los ahorros en las compras van a parar directamente a la línea de beneficio de nuestra cuenta de resultados. En el ejemplo de esta figura observamos que un ahorro en las compras del 5% puede producir un incremento del beneficio del 50%. Estos ahorros son los que nos deben permitir invertir en sistemas de información que nos vinculen a nuestros principales proveedores (lo que en ESADE denominamos *hubs* de compras).

### Los ahorros irán directamente al resultado final

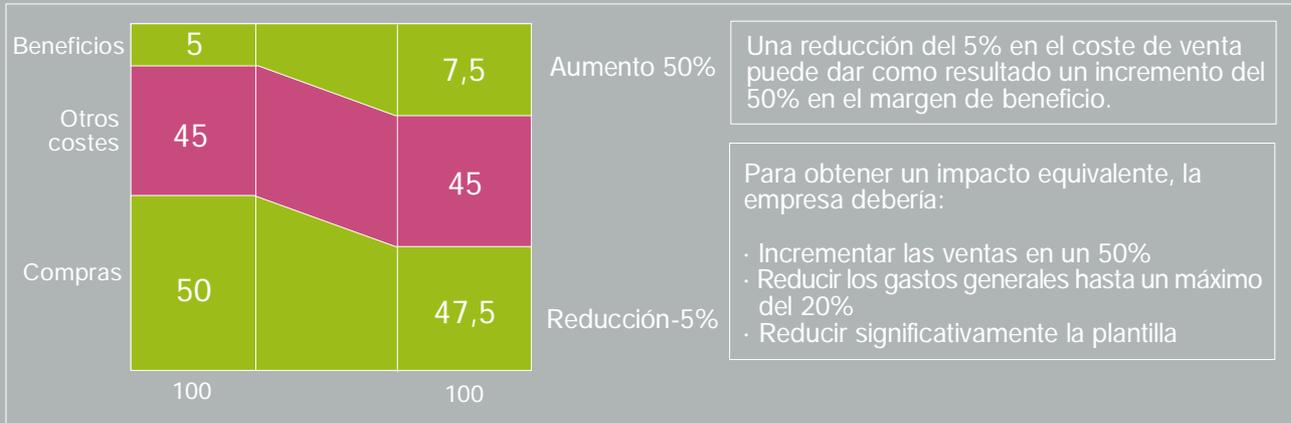


fig 16 La competitividad del marketing de compras

Hasta el momento, las compras del sector del automóvil han sido quizás el modelo principal, posteriormente adoptado por otros sectores como la electrónica, tanto en lo que se refiere a las compras como al modelo de aprovisionamiento de la logística de compras.

Un modelo de aprovisionamiento JIT parecido al ya visto de la figura 13 de Seat Martorell es el que encontramos en el sector de la electrónica de consumo en los casos de Hewlett-Packard y de Sony (figura 17), ya que el valor añadido de las compras es muy elevado.

Estos mismos conceptos se irán aplicando y adaptando también a los sectores de gran consumo y farmacéutico, que hasta el momento han estado más centrados en la distribución, en que radicaba el valor añadido de estos negocios, tal como observaremos en el capítulo 4. Así pues, ningún sector podrá olvidarse de ser competitivo en los dos extremos de la cadena de suministro y, por tanto, de considerar la distribución y las compras como áreas estratégicas que nos ayudan a ser más innovadores y, en consecuencia, más competitivos.



fig 17 Modelo de aprovisionamiento JIT en Sony Viladecavalls

## 3 Los sistemas de producción

### 3.1 Introducción

El área de producción, también denominada de fabricación, ha sido históricamente el núcleo y punto de partida de muchas empresas industriales de nuestro país y, a pesar de ser uno de los procesos fundamentales de las empresas en cuanto al valor añadido (producir forma parte del proceso fundamental de la cadena de suministro, tal y como ya hemos visto en el capítulo 1) y, por tanto, el impacto en los resultados, cuando hablamos de innovación en el mundo de las operaciones nos olvidamos a menudo de los sistemas de producción. Así pues, al hablar de innovación solemos pensar en procesos de desarrollo de producto, en flujos logísticos o en sistemas de información. Sin embargo, los sistemas de producción no sólo son susceptibles de innovar, sino que en un entorno cambiante y de mercado global deben modificarse con el triple objetivo de orientarlos al cliente, de hacerlos más flexibles y rápidos y de reducir de manera constante los costes de operación.

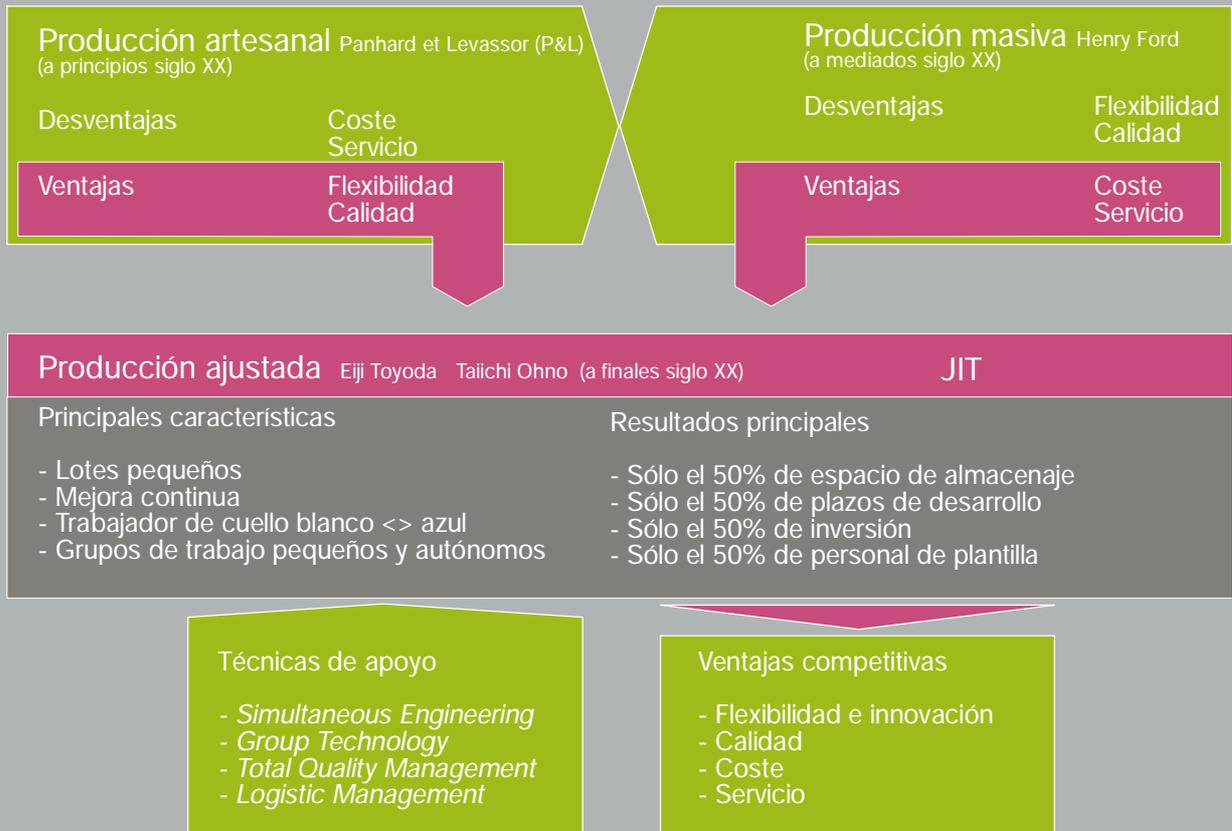
No hace tanto, el formato único de producción eran los talleres altamente flexibles, que fabricaban productos a medida y de alta calidad, aunque resultaban caros por su organización de la producción artesanal (figura 1, *craft production*). Hasta los años veinte, en el periodo entre las dos guerras mundiales, no se conoció ninguna otra forma de producción. Sin embargo, en aquel momento emergieron los sistemas de organización de la producción en serie, estandarizados, con una elevada división del trabajo, que fabricaban de manera repetitiva y en grandes volúmenes. Estos sistemas mejoraron principalmente las ventajas competitivas de coste unitario y servicio, aunque en detrimento de la flexibilidad, ya que el objetivo era producir altas cantidades de productos idénticos a bajo coste.

En este capítulo nos centraremos en el sistema denominado JIT (justo a tiempo, *just in time*), que es una combinación de los dos anteriores (talleres y producción en masa) y que surgió en el año 1949 en el seno de la empresa japonesa Toyota. El JIT nace en el contexto de una nueva filosofía organizativa impulsada por los japoneses: la producción ajustada (*lean manufacturing*). Se trata del único modelo o filosofía de producción que pretende mejorar todas las variables competitivas de manera simultánea (innovación, calidad, flexibilidad, coste y servicio). Sin embargo, hoy en día ya está emergiendo un nuevo sistema de producción que será sin duda una combinación de los dos últimos, es decir, de la producción en masa y del JIT: la personalización en masa (*mass customization*), que consiste en producir en grandes lotes aunque personalizados desde el inicio del proceso.

En este capítulo introduciremos los elementos esenciales para entender cómo se deben enfocar los procesos de cambio en los sistemas productivos JIT (que hoy en día ya se consideran un clásico), y presentaremos las metodologías para llevarlos a cabo. Para el estudio de este sistema de producción abordaremos en primer lugar el problema desde el punto de vista del flujo de producción (producto e información), estudiando la manera de medirlos y mejorarlos y, a continuación, la manera de implantar los procesos que forman dichos flujos.

No podemos obviar, en esta exposición, la importancia del concepto de cluster (figura 2), es decir, las concentraciones geográficas de empresas que tienen en común relaciones de cliente-proveedor y comparten tecnología y recursos humanos e infraestructuras. El mantenimiento, la sostenibilidad y la mejora de estos clusters no solamente depende de las acciones del sector público, sino también de la dinámica interna de innovación que deben llevar a cabo las empresas que forman parte de ellos y que harán que dichos clusters puedan diseñar y producir productos

## Producción simplificada (*Lean Production*)



La posición de liderazgo en el mercado se conseguirá utilizando únicamente las ventajas combinadas de la *craft* y la *massproduction* con las técnicas de apoyo adecuadas.

fig 1 Modelos históricos de producción

## Clúster, ejemplo en industria electrónica

Área geográfica	Budapest (Hungria)
Proveedores	Natsteel, Max Magiar, Elcoteq
Embalajes	EPS, IP
Servicios logísticos	TNT, Hungarocamion
Contract Manufacturers	Flextronics, SCI, Solectron
Infraestructuras	Carreteras, videoconferencia
Instituciones	Gobierno, universidad
Clientes	Philips, Grundig, Epson, HP

### Miniclústers dentro del clúster

Alfametal, Flextronics dentro del miniclúster de Siemens en Guadalajara (México)

"Clústers son concentraciones geográficas de compañías e instituciones interconectadas en un campo determinado que comprenden un conjunto de industrias relacionadas y otras entidades importantes para la competencia."

(Michael Porter, *Harvard Business Review*, diciembre de 1998)

fig 2 Concepto de clúster

con más valor añadido cada vez. La existencia de un cluster industrial puede condicionar la estrategia de deslocalización, integración o desintegración de actividades productivas, de diseño y desarrollo, de investigación básica o de logística.

### 3.2 Los indicadores de un sistema de producción

Desde un punto de vista estrictamente empresarial, el indicador más importante en un proceso de negocio podría ser el tiempo que transcurre desde que compramos las materias primas hasta que cobramos de nuestros clientes por los bienes y servicios que hemos producido. Minimizar este tiempo implica, por una parte, fabricar y distribuir lo que sabemos realmente que venderemos y, por otra parte, hacerlo en el mínimo tiempo posible.

El tiempo que tardamos en comprar las materias primas, fabricar un producto y distribuirlo se denomina tiempo de entrega logística (*lead time*, LT) (figura 3). Se trata del tiempo transcurrido desde que adquirimos la materia prima hasta que entregamos el producto acabado. Lo que tardamos en producir se llama tiempo de entrega (*lead time*, LT) de producción. Obviamente, si tenemos stocks preparados (por ejemplo, de materia prima) reduciremos el tiempo logístico total (LT logístico), aunque no será la mejor opción, ya que el cliente no nos pagará más por mantener los stocks. El stock, juntamente con la producción de defectos y la sobreproducción, son quizás los peores despilfarros (aquellos que no añade valor a nuestros productos) que el JIT tiene como objetivo principal eliminar, tal como podemos ver en la figura 4. ¿Qué valor añade al producto tener un almacén de stocks de materias primas, de productos semielaborados o de productos finales esperando a ser vendidos?

#### El Lead-Time Gap



El *lead time gap* es el tiempo que debemos hacer previsión. Cuanto más gap, más error en las previsiones.

fig 3 *Lead time logistic*

Por tanto, el punto clave es que, para ir bien, como mínimo el tiempo de producción y distribución debe ser más reducido que el ciclo de pedido del cliente (el tiempo que el cliente está dispuesto a esperar), ya que así podremos trabajar por pedidos y no por previsiones (las cuales son menos precisas a medida que aumenta la distancia temporal y el LT de producción). La aplicación de tecnología logística y de producción y de las técnicas organizativas del JIT nos puede ayudar decisivamente a conseguir este objetivo, es decir, a avanzar hacia el modelo de empresa de respuesta inmediata. A medida que el tiempo de respuesta tiende a cero, se hace más innecesario mantener stocks para garantizar el nivel de servicio.

Para medir el tiempo que tardamos entre que compramos y vendemos utilizamos también las rotaciones de stock, los cuales se obtienen con la división de las ventas en un periodo de tiempo

determinado por el stock medio en ese mismo periodo. Se trata de indicadores del flujo productivo. Las rotaciones de stock también se podrían separar en función de si consideramos las existencias de materias primas, de productos en curso o de productos acabados para distribuir. Aumentar las rotaciones de stock y reducir el tiempo de los procesos o de los transportes parece que será, en la mayoría de sectores (especialmente aquellos en los que la tecnología o la moda son fundamentales), el objetivo más importante para avanzar hacia el modelo de operaciones ágiles (*agile operations*) del siglo XXI.

Antes hemos dicho que otro de los objetivos prioritarios de la innovación en los sistemas de producción consiste en orientarlos hacia el cliente. En este sentido, debemos disponer de indicadores propios de cliente. Más allá de los medidores de satisfacción del cliente, que son de difícil estimación y que, en cualquier caso, nos llegan cuando ya se ha producido la satisfacción o insatisfacción, desde producción debemos medir constantemente el cumplimiento de los plazos de entrega y de las cantidades, así como el nivel de rechazos y reclamaciones de nuestros clientes, tal y como veremos también en el capítulo 4 cuando hablemos del nivel de servicio logístico.

En cuanto a los costes de producción (tercer objetivo de la innovación), independientemente de la productividad, que podemos medir dividiendo el valor añadido de nuestro proceso por los costes incurridos (personal, material, energía, etc.), por no hacerlo con la clásica medida productiva de horas hombre divididas por las cantidades producidas, es importante conocer y gestionar la utilización y la eficiencia de nuestras instalaciones.

## Los siete tipos de despilfarros

1. Sobreproducción
2. Esperas
3. Transportes
4. Operación
5. Inventario
6. Movimientos innecesarios
7. Productos defectuosos

y, además,

8. Infratilización de las habilidades del personal

fig 4 Eliminar los despilfarros

La utilización es el cociente entre el tiempo que hemos mantenido una instalación en marcha y el máximo teórico que la podríamos mantener y que hemos fijado como estándar. La eficiencia se obtiene con la división del número de piezas fabricadas en un periodo de tiempo por las que podríamos llegar a fabricar con las cadencias (o rendimientos) teóricas. La utilización se ve afectada por la sobrecapacidad innecesaria de las instalaciones, y se mejora planificando los recursos de producción de la manera que veremos más adelante (produciendo más en el mismo tiempo). La eficiencia se ve afectada por las interrupciones de las instalaciones, ya sea a causa de avería, tiempo de preparación por cambio de producto, tiempo de mantenimiento o errores en la planificación (figura 5).

Por tanto, la eficiencia de una instalación se ve afectada por los factores siguientes: rechazo de piezas por defecto de calidad, tiempo perdido por averías, falta de materiales, tiempo de cambio

Quadre d'indicadors d'un sistema de producció

**Lead time logístico**

**Lead time de fabricación**

**Cumplimiento de los plazos de entrega**

**Cumplimientos de las cantidades**

**Costes totales de operaciones**

**Rechazo**

tiempo total para comprar, producir y entregar al cliente.

tiempo desde que entra la materia prima hasta que entregamos el producto acabado.

porcentaje de cumplimiento en las entregas de los pedidos.

porcentaje de cumplimiento del volumen total del pedido o por línea.

costes de comprar, producir y distribuir.

porcentaje de productos rechazados respecto de los vendidos.

**Rotación de stock =** ventas de un período de tiempo / stock medio de este período

**Productividad =** valor añadido / recursos que hemos utilizado

**Utilización =** tiempo programado / tiempo disponible

**Eficiencia =** productos fabricados en un período de tiempo / cadencias teóricas x período de tiempo total programado



fig 5 Utilización y eficiencia

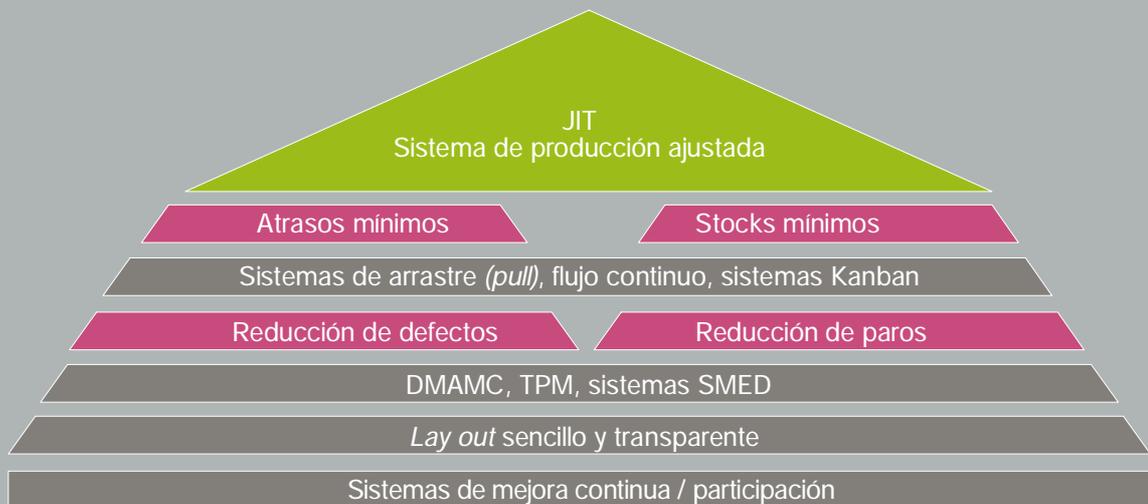


fig 6 Just in time

o cadencias más bajas de las programadas. La eficiencia nos dará el rendimiento económico de la instalación. Eliminar los despilfarros dentro del proceso mejorará la eficiencia. La figura 4 nos muestra los despilfarros más habituales.

El punto clave para aumentar la eficiencia productiva es identificar y saturar los cuellos de botella, procesos o máquinas con menos capacidad y que estrangulan el flujo de materiales. Un minuto de tiempo de interrupción o un minuto de tiempo de proceso de una pieza defectuosa en un cuello de botella es un minuto de producción perdido para siempre.

### 3.3 Lean manufacturing. Sistemas de producción ajustados.

Como *lean manufacturing*, o sistema de producción ajustada (*just in time*) (1), entendemos aquel sistema de producción que fabrica exclusivamente el producto que solicita el cliente, en el momento y las cantidades en que éste lo solicita y a un coste mínimo. El proceso de fabricación funciona siempre a partir de la demanda: ninguna línea, máquina o proceso inicia la producción si no tiene un pedido de la línea, la máquina o el proceso posterior (sistema de arrastre o *pull*). De esta manera, se minimizan los stocks y el espacio de almacenaje.

Por tanto, definimos *lean manufacturing* como el conjunto de técnicas (de hecho, es una filosofía de producción) que nos ayudan a diseñar un sistema para producir y suministrar en función de la demanda, con el mínimo coste y una alta flexibilidad. De acuerdo con esta definición, en un sistema de producción ajustado (figura 6) seremos capaces de minimizar los stocks, los retrasos y, en definitiva, los costes totales. Estos elementos están íntimamente relacionados. Cuando uno varía, el otro lo hace en el mismo sentido. El resultado de esta interacción es un círculo virtuoso mediante el cual las cosas van cada vez mejor, o un círculo vicioso en el cual las cosas van cada vez peor.

Así, por ejemplo, un retraso en un proceso nos llevará a mantener un stock extra para compensar este retraso. Si aumentamos cada vez más el stock se producirán futuros retrasos, ya que los productos tienden a aumentar su *lead time* en el proceso, lo que nos hace volver a aumentar los stocks. Por tanto, en el sistema clásico de producción en masa, el director de fábrica solicitaba siempre más capacidad y más existencias en el almacén de productos acabados, con lo cual este último siempre estaba lleno independientemente de las ventas.

#### 3.3.1 Los sistemas de arrastre o de empuje (*pull/push*)

La clave para entrar en este círculo virtuoso, la reducción de stocks simultáneamente a la disminución de los retrasos, se encuentra en el diseño del sistema de flujo de material. Los sistemas de producción de arrastre (*pull*) son los que controlan el flujo de materiales, reemplazando sólo lo consumido en el proceso siguiente, y eliminan de esta manera los costes de stocks y de sobreproducción.

Desde un punto de vista tradicional de producción en masa, la planificación de los diferentes procesos de un flujo de materiales se realiza de manera centralizada. Normalmente, un departamento de planificación de la producción proporciona en cada proceso la información de lo que se debe hacer en cada momento. Este departamento es el que recibe la información del cliente y se encarga de transmitir los pedidos a los proveedores, tal y como vemos en la figura 7. El funcionamiento de los sistemas *push* (de empuje) se basa en previsiones de demanda, producción estimada, eficiencias de instalaciones, calidad de productos y procesos, índice de servicio de proveedores, etc. Evidentemente, todas estas previsiones no se cumplen nunca al 100%, y cuanto mayor es el tiempo de previsión de la demanda (*LT gap*) que hemos visto en la figura 3, mayor será el error de nuestras previsiones.

(1) Monden, Yasuhiro. El sistema de producción de Toyota. CDN (Ciencias de la Dirección), 1987.

## Sistema de producción en masa (push)

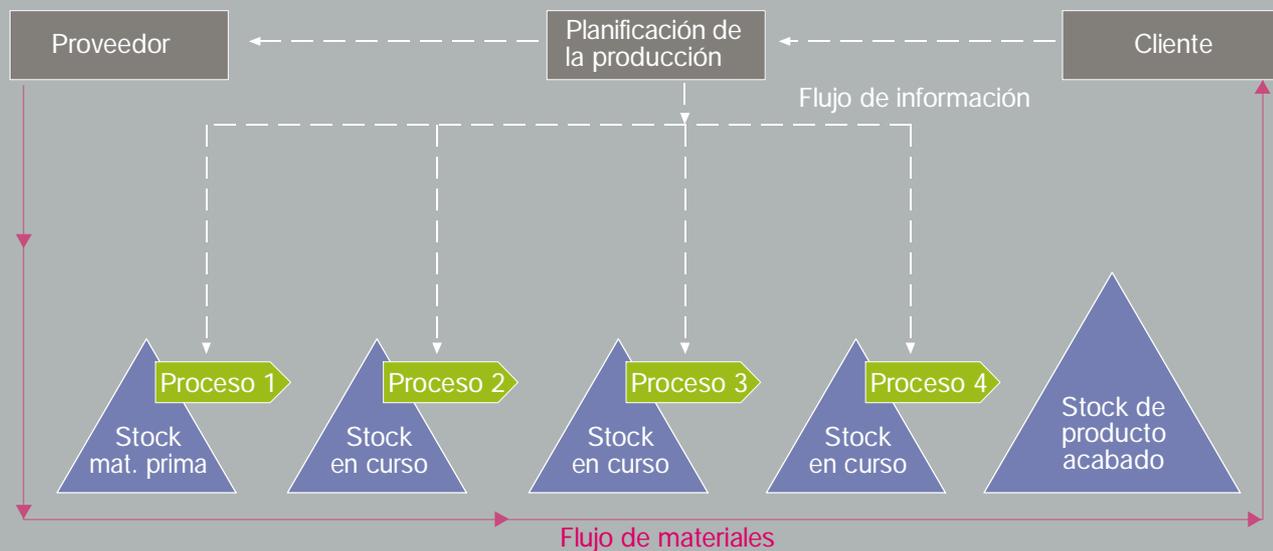


fig 7 Flujo de producción con fabricación en masa

Esta sistemática hace que el departamento centralizado de planificación sea el único que prevea y planifique las necesidades del cliente; por tanto, el primer problema es precisamente que las áreas operativas de producción no tienen ninguna información sobre la demanda real del cliente. Para curarse en salud, el planificador intentará en todo momento tener los stocks asegurados, de manera que pueda garantizar la entrega de los productos al cliente, incluso si se producen cambios de última hora en las previsiones. La práctica de este sistema nos llevará normalmente al círculo vicioso del que hablábamos en el apartado anterior. El stock tenderá a aumentar de manera incontrolada, hecho que nos ocasionará no sólo los costes asociados de espacio y financiación de circulante, sino también errores de inventarios, sobrecoste de seguros, sobrecoste de gestión, personal y activos de almacén, pérdidas, obsolescencias, depreciaciones de material, etc.

*Estudios recientes demuestran que los precios de los componentes de sectores tecnológicos, como la electrónica de consumo, se deprecian alrededor de un 1% semanal. En el campo textil, empresas de respuesta rápida como Zara, con lead times de 20 días, venden en rebajas menos del 10% de su producción, mientras que competidores suyos con lead times de seis meses deben vender en rebajas alrededor del 40% de sus colecciones.*

Además, con este esquema, los problemas de calidad o de averías de las instalaciones quedan ocultos y se tiende a solucionarlos aumentando la capacidad instalada, de modo que se generan todavía más stocks de seguridad. Los inventarios tapan todos los problemas de la fábrica. Las previsiones semanales congeladas con el apoyo estadístico de técnicas de previsiones de demanda y los sistemas de información MRP II (*material resource planning*) intentan poner orden a la producción en masa, con órdenes de producción que van desde los proveedores (al principio) hasta los procesos últimos de la línea de montaje (al final).

En un entorno de producción ajustada (JIT), por el contrario, el flujo de materiales se rige por los sistemas *pull*, es decir, cada proceso estira el proceso anterior y los pedidos del cliente estiran todo el proceso encadenado. El principio es que cada proceso del flujo fabrica exclusivamente lo que le solicita el paso posterior en el momento en que éste se lo solicita.

En la figura 8 podemos observar cómo, en este caso, la información de planificación sólo llega a uno de los procesos de la cadena. Este proceso es el que marcará las necesidades de cada momento, tanto en los procesos anteriores como en los posteriores. Este proceso se denomina proceso marcapasos (*takt*) o punto de penetración del pedido. Desde este proceso hasta el cliente el flujo será continuo, normalmente un montaje final bajo pedido, respetando la doctrina FIFO (*first in first out*, es decir, el primer producto en llegar será el primero en salir). Evidentemente, para poder trabajar con un sistema continuo, los procesos deben estar equilibrados y el flujo de material debe ser suave a lo largo del proceso, en lotes de producción pequeños. Si para arrancar una línea de trabajo bajo pedido nos vemos obligados a producir un gran lote, volveremos a generar stocks innecesarios. Tender hacia un lote unitario es otro de los objetivos del JIT.

Los procesos anteriores al proceso marcapasos se pueden regular mediante sistemas de señalización denominados *kanban* (tarjeta en japonés), que indican órdenes de inicio de producción o de transporte de materiales a solicitud del proceso posterior, que al final llegarán también a los proveedores.

Estos sistemas constan de pequeños almacenes reguladores entre los procesos (siempre descentralizados a pie de línea), y generan la información y la visibilidad necesarias para que el proceso proveedor sepa lo que debe fabricar en cada momento.

Tal y como observamos en la figura 9, el funcionamiento de un sistema *kanban* es sencillo. Según el modelo original de Toyota, el sistema de entrada consta de un tablero en el que depositamos las tarjetas, cada una de las cuales está asociada a un contenedor o paleta de un producto. La cantidad de contenedores entre los dos procesos es fija. Si el contenedor está vacío, la tarjeta estará en el tablero; si está lleno, acompañará al contenedor. Si el tablero está lleno de tarjetas

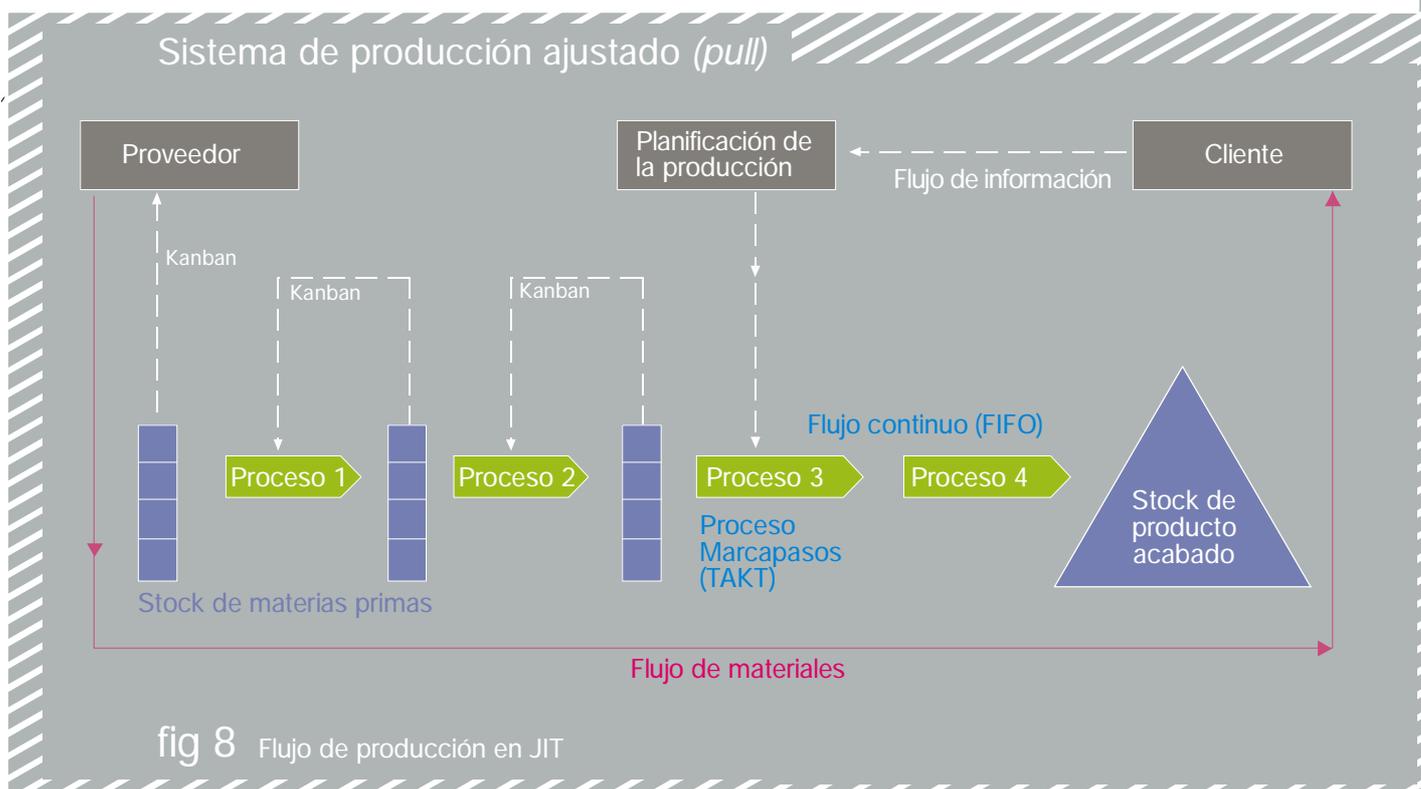


fig 8 Flujo de producción en JIT

(zona roja del tablero), querrá decir que no quedan piezas en stock y que hemos de producir; en cambio, si está en la zona amarilla o verde, significará que hay suficientes piezas en stock y que no hace falta producir.

El proceso proveedor toma las tarjetas del tablero cuando está produciendo y las coloca en cada uno de los contenedores que va llenando; cuando el proceso cliente usa algunos de estos contenedores, vuelve el contenedor vacío al proceso proveedor y la tarjeta al tablero. Predeterminaremos el número de tarjetas que caben en el tablero en función del tiempo necesario de cambio y las cadencias del proceso proveedor y del consumo previsto del proceso cliente. Se puede variar con el tiempo y nos marcará el volumen máximo del stock. Por tanto, sin tarjeta no podremos producir, de manera que el kanban se entiende como un permiso de producción y a la vez una unidad de stock.

Este sistema, que se creó en principio para ser usado manualmente, es susceptible de informatizarse, y hoy en día se aplica con un sencillo sistema de código de barras. Sin embargo, debemos intentar mantener dos aspectos fundamentales: el primero es que el sistema esté diseñado para poder ser gestionado desde el taller por el personal operativo; el segundo es que sea básicamente sencillo y transparente. De esta forma hacemos a los operarios responsables de la planificación y programación de la producción de su unidad.

### Procedimiento Kanban

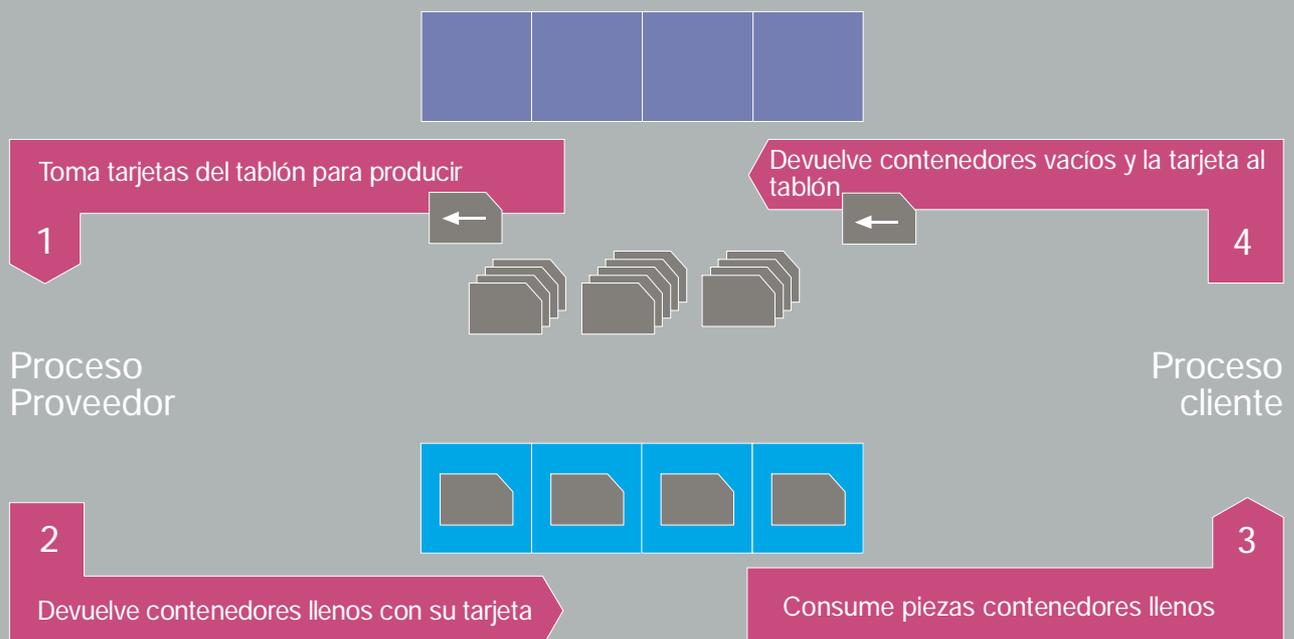


fig 9 Tarjeta Kanban

Al ser tan sencillos, los kanbans tienen el prerequisite de que la producción debe ser nivelada y mezclada, de manera que deberemos fabricar casi siempre los mismos volúmenes. Este sistema no nos permitirá variabilidades de volúmenes de más del 15%-20% sin cambiar el sistema de señalización. En las líneas de montaje fabricaremos con mezcla (*mix*) de productos. Esto es, la manera en que salen los automóviles de las líneas de montaje de Seat (un Ibiza azul de dos litros, después uno blanco de 1.200 cc, etc.), exactamente según la demanda inmediata. Es decir,

tendremos una secuencia de fabricación que, para completar el ciclo, enviaremos también a nuestros proveedores de primer nivel para que nos suministren sus sistemas y subsistemas secuenciados en la línea de montaje (véase la figura 13 del capítulo 2, de compras).

La tarea de pasar de un sistema *push* a otro *pull* no consiste exclusivamente en cambiar los sistemas de información, sino que requiere abordar las causas que nos hacen trabajar con stocks. Las plantas industriales trabajan con stocks por diferentes motivos, todos relacionados con el hecho de asegurar el suministro en el proceso siguiente o, en última instancia, al cliente. Las causas originales están relacionadas con las averías de las instalaciones, el tiempo de cambio de producto y los defectos de calidad. Antes de abordar un cambio en los flujos de producción, es importante abordar estas causas. Veremos estos aspectos en los capítulos siguientes.

Hoy en día, los sistemas *pull* y *push* están mezclados, mientras que la mayoría de sistemas de planificación de recursos (MRP) incluyen módulos de kanban para implantar en los talleres, ya que el objetivo es avanzar hacia sistemas *pull* que estiren todos los procesos desde los pedidos directos del mercado.

### 3.3.2 El aplazamiento (postponement)

Si comparamos las figuras 7 y 8, podemos observar que con el sistema JIT hemos eliminado en todo el flujo casi todos los stocks menos el de materias primas y el de productos acabados. El primero ya lo hemos tratado en el capítulo 2, de aprovisionamiento y compras. En cuanto al segundo, se constituye para garantizar las entregas al cliente y, aunque es necesario para mantener un nivel de servicio, se puede minimizar aplicando diferentes conceptos nuevos, como por ejemplo el que entendemos por *postponement* (aplazamiento).

El *postponement* consiste en trasladar algunas operaciones de fabricación al almacén de distribución (tal y como hace Hewlett Packard con las impresoras, posponiendo la conexión eléctrica y los manuales) o a casa del cliente (como Cisco con los servidores, posponiendo algún *software* específico) y, por tanto, realizarlas en el momento de preparación del pedido, cuando ya conocemos los requisitos específicos. La idea consiste en tener módulos independientes recombinables, de manera que la oferta sea mucho más amplia una vez personalizada. Este hecho nos permite flexibilizar el stock y, de esta manera, reducir su volumen a la vez que podemos personalizar los productos.

*La empresa Peguform Ibérica suministra los parachoques a la empresa Seat. La empresa tiene un centro logístico de consolidación en Martorell, al lado de la planta de Seat, tal como hemos visto en el capítulo 1, donde almacena un stock de dos días de producción por requerimiento del cliente. La planta de producción está en Polinyà, a 35 km. del centro de consolidación. Desde este centro se envían los parachoques secuenciados a la línea de producción del cliente. Cada tipo de parachoques tiene, aparte de la variación de color, la posibilidad de montar o no faros antiniebla y dos tipos diferentes de parrilla. Estas dos operaciones, el montaje de los faros antiniebla y la soldadura de la parrilla, se realizan en el centro de consolidación en el momento de la preparación de cada pedido. Este hecho permite que un mismo parachoques se pueda convertir en cuatro tipos de producto diferente en función del pedido de cada momento, de manera que el stock por colores puede reducirse sin poner el servicio en peligro.*

### 3.3.3 DEMAMC (definir, medir, analizar, mejorar y controlar)

Tal y como hemos visto anteriormente, una de las causas por las que trabajamos con stocks son los defectos de calidad que se generan entre procesos. Estos defectos nos llevan a realizar cambios no planificados y afectan directa e indirectamente al grado de eficiencia. Uno de los

principios de un sistema de producción ajustada JIT es que ningún defecto puede progresar al proceso posterior. Por este motivo, necesitamos que cada proceso tenga las herramientas para medir la calidad de los productos que suministra, así como las personas involucradas y la capacidad de gestión para mejorar los resultados de calidad de sus productos. Para satisfacer esta segunda necesidad podemos utilizar la metodología DEMAMC (definir, medir, analizar, mejorar y controlar), cuyo objetivo es asegurar la calidad de los productos fabricados mediante tres vías. Por una parte, fijando las características de calidad importantes para nuestros clientes (internos y/o externos); por otra parte, buscando los factores de nuestro proceso que afectan a estas características; y, finalmente, estableciendo las tolerancias de control tanto para las características del producto como para los factores del proceso. Los operarios de línea deben tener la posibilidad de interrumpir la línea de forma autónoma para garantizar la calidad.

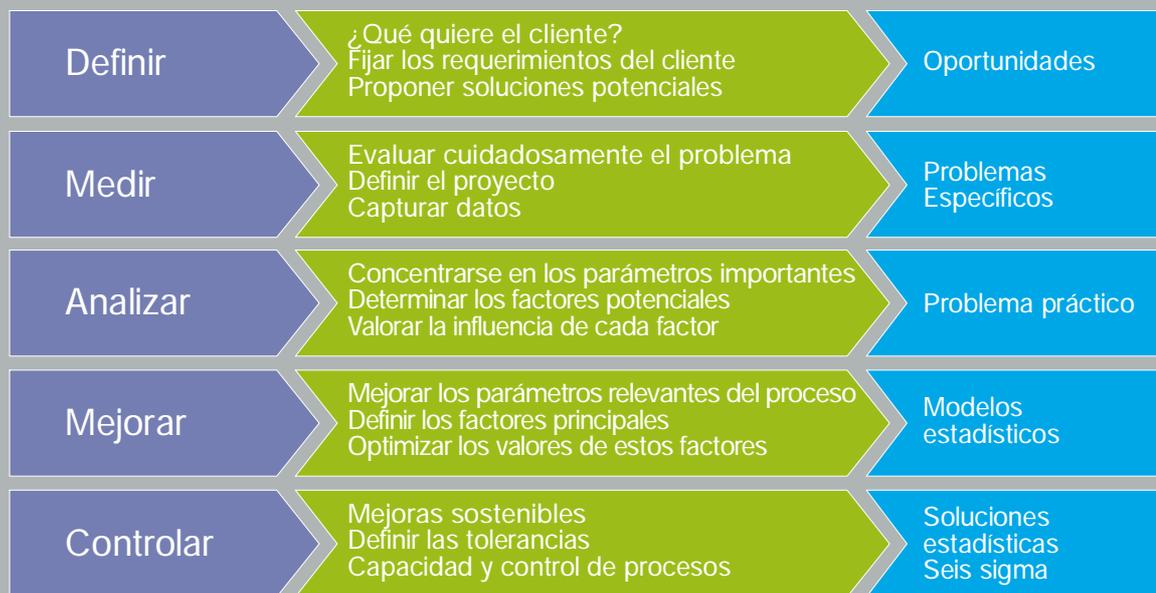


fig 10 Sistema DEMAMC

A la hora de mejorar la calidad de un proceso, debemos tener en cuenta que las mejoras sostenibles en el tiempo son aquellas soluciones que abordan las causas originales de los problemas. Todas las medidas correctoras que no tengan como punto de partida el análisis metódico y ordenado de la influencia de todos los efectos potenciales resultan ineficientes y, a menudo, los defectos que queremos evitar se vuelven a repetir.

En un entorno de producción ajustada no son suficientes los sistemas de control que evitan que productos defectuosos progresen en el proceso; debe mantenerse también un control del proceso que sea capaz de evitar que se generen defectos. Soluciones estadísticas de tipo Seis Sigma nos ayudarán mucho.

### 3.3.4 El TPM y el SMED

Existen dos causas principales (despilfarros) que hacen que un sistema de producción convencional tenga la necesidad de generar stocks de seguridad en el flujo de materiales. Por una parte, las averías inesperadas y, por otra, el tiempo perdido en la preparación de las instalaciones por

cambio de producto. La forma más fácil e inadecuada de atenuar el efecto de este tiempo de cambio es planificar grandes lotes de producción con el objetivo de minimizar el número de cambios. Evidentemente, este hecho provoca una pérdida de flexibilidad productiva y niveles de stock más altos. Es la esencia de la antigua producción en masa.

Para minimizar el efecto del tiempo perdido en la preparación podemos usar las técnicas SMED (*single minute exchange die*, es decir, cambio de matriz en un solo minuto). Esta metodología nace en Japón durante la década de los setenta y es desarrollada por Shigeo Shingo, consultor de Toyota en aquel tiempo. La reducción del tiempo de preparación nos permite trabajar con lotes más reducidos, lo que conduce a tiempos de fabricación más cortos. Por tanto, tendremos procesos más flexibles que nos permitirán hacer frente a las variaciones de la demanda. La reducción de este tiempo de preparación hará aumentar la utilización de nuestras instalaciones. En este sentido, hay que decir que en caso de sobrecapacidad es mejor, desde un punto de vista de la producción ajustada, interrumpir la instalación que producir lo que nos solicitan. Tal y como hemos visto en la figura 4, uno de los despilfarros, seguramente el más importante, es la sobreproducción.

Para reducir el tiempo de preparación, el método SMED (figura 11) se sirve de cuatro conceptos principales:

1. Separar las operaciones internas de las externas.

Diferenciar entre la preparación con la máquina parada y la preparación con la máquina en funcionamiento. En el primer caso (preparación interna), nos referimos a aquellas operaciones que necesitan inevitablemente que la máquina esté parada. En el segundo caso (preparación externa), nos referimos a las operaciones que se pueden realizar con la máquina en funcionamiento. El primer paso consiste en diferenciar este tipo de operaciones. Es decir, cuando la máquina está parada no se debe realizar ninguna operación de la preparación externa. En las operaciones con la máquina parada se deben realizar exclusivamente la retirada y la colocación de los elementos particulares de cada producto (moldes, matrices, etc.). Realizar un vídeo del cambio nos ayudará a separar estas operaciones y ver el tiempo real de cambio, así como también las mejoras de tiempo.

2. Convertir operaciones internas en externas.

Convertir cuando sea posible las operaciones internas en externas. Se trata del concepto esencial de todo el sistema. Un ejemplo sería el calentamiento previo de los moldes de inyección de piezas de plástico fuera de la máquina, antes de montarlos en la máquina.

3. Organizar las operaciones externas.

Durante la preparación externa, todas las herramientas y materiales (matrices, cuños, etc.) deben estar dispuestos al lado de la máquina tras haberse realizado toda reparación de los componentes que deben entrar. Probablemente deberemos realizar inversiones en activos. Asimismo, debemos tener grúas y elementos de transporte, por ejemplo, para la colocación rápida de todas las matrices y moldes.

4. Reducir el tiempo de las operaciones internas.

Eliminar los procesos de ajuste. Este tipo de procesos constituyen entre el 50% y el 70% de las operaciones internas. Una de las formas de eliminación de este tipo de operaciones es la estandarización de las características de los sistemas de sujeción de los elementos móviles de las máquinas. Otro aspecto que hay que tener en cuenta en este concepto es el tiempo perdido con los ajustes para conseguir la calidad del producto. En este caso, debemos pensar en la estandarización de las operaciones del proceso de cambio de utillajes que tengan relación directa con los parámetros de calidad clave. Los trabajos paralelos y las mejoras de ingeniería nos ayudarán a reducir el tiempo de las operaciones externas.

## Técnicas SMED (*Single minute exchange die*)

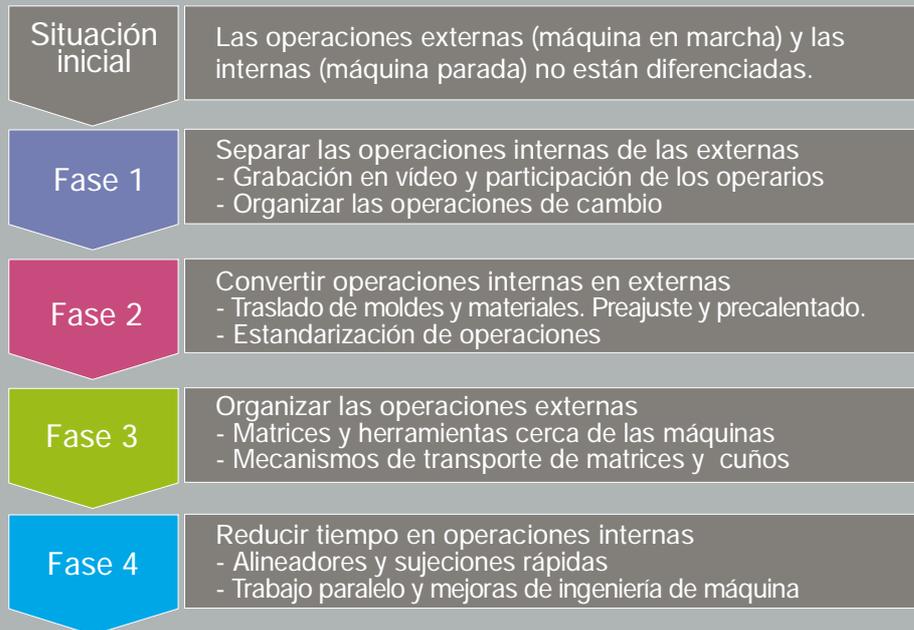


fig 11 El método SMED

*Gallina Blanca Purina (hoy en día Affinity Petfoods) estableció la metodología sistemática SMED en la planta de los Monjos para el cambio de las matrices de las granuladoras para producir piensos y de las extrusoras para producir Petfoods. El tiempo de cambio de las matrices de las granuladoras (figura 12) pasó de 58 a 23,5 minutos, es decir, se redujo a la mitad. De esta manera, se pudieron producir más del doble de productos diferentes en el mismo tiempo y se dobló, por tanto, la flexibilidad de la instalación.*

Es evidente que si aplicamos el método SMED se reducirá el tiempo de cambio, disminuirémos el *lead time* de producción y podremos fabricar lotes mucho más pequeños, con lo cual seremos mucho más flexibles y nos podremos adecuar mucho más a los pedidos específicos de nuestros clientes y a demandas fluctuantes. Al reducir el tiempo de cambio, reducimos también el coste de cambio y, a la vez, reducimos el lote económico de fabricación (EOQ, *economic order quantity*), es decir, la cantidad óptima de piezas que hay que producir para minimizar conjuntamente el coste de cambio y el de almacenamiento, definido en los años veinte por Harris y Wilson y una de las bases de la vieja producción en masa. Podemos ver todos estos aspectos con más detalle en el capítulo 5, de planificación. Producir en lotes más pequeños (idealmente, un lote unitario) incrementa la capacidad de respuesta de la planta productiva.

El otro aspecto que provoca que tengamos stocks en exceso y que mencionábamos al principio de este punto son las interrupciones imprevistas por averías. Reducir el tiempo perdido por culpa de las averías se incluye dentro de los objetivos de cualquier gestor industrial, y no siempre se llega a conseguir. Evidentemente, son las actividades de mantenimiento técnico las que harán que las averías sean más o menos numerosas. Históricamente, el mantenimiento actuaba de manera reactiva, es decir, cuando el problema ya se había producido y el equipo estaba parado. Este mantenimiento se denomina correctivo.

En los años cincuenta nace en Estados Unidos el concepto de mantenimiento preventivo, orientado a la prevención de defectos. Este mantenimiento consiste en actividades diarias,

## Técnicas SMED

### Clasificación ABC

Operaciones	Tiempo inicial (min.)	Tiempo actual (min.)	Tiempo futuro (min.)
Parar el sistema	8,1	3,7	3,7
Limpiar el sistema	8	3,1	3
Desmontar los tornillos de atrás	11,7	6,7	6
Desmontar los tornillos de delante	7,8	4,3	0,3
Descargar / cargar la matriz	7,7	3,8	2,5
Desmontar / montar los conos	4,8	2,7	2,7
Desmontar / montar el deflector	3,4	1,8	1,8
Utilizar el grupo hidráulico	5,3	2,9	2,9
Compuerta y arranque de la máquina	1,2	0,6	0,6
<b>Tiempo total</b>	<b>58</b>	<b>29,6</b>	<b>23,5</b>

### Mejoras recomendadas

Mejoras	Coste (\$)
1. Colocar las herramientas y matrices cerca de la máquina	100
2. Limpieza con aire comprimido	300
3. Utilizar aerosoles de lubricación	---
4. Utilizar sólo cuatro tornillos de fijación rápida	---
5. Utilizar destornilladores neumáticos	800
6. Grúa para la carga/descarga de la matriz	2000
7. Bomba hidráulica de fijación a la matriz	800
8. Junta hidráulica de rodillos	20.000
<b>Coste total</b>	<b>24.000</b>

fig 12 Ejemplo de SMED

semanales, mensuales o anuales que incluyen revisiones parciales planificadas, cambios de aceite, lubricaciones y sustitución de piezas de desgaste antes de que se produzcan problemas. La planificación periódica de actividades es el resultado de la combinación de las recomendaciones técnicas de los fabricantes de bienes de equipo y del histórico estadístico de averías. Una figura útil consiste en determinar el MTBF (*medium time between failure*, es decir, tiempo medio estadístico entre errores) para cada sistema o subsistema, y realizar acciones de prevención antes de este límite estadístico temporal.

Como evolución natural de este tipo de mantenimiento nace el mantenimiento relacionado con las mejoras incrementales; se intentan mejorar los equipos de manera que no se reproduzcan los problemas gracias a la experiencia del operario. De este concepto de mantenimiento nace el TPM (*total productive maintenance*, es decir, mantenimiento productivo total), que aporta al mantenimiento preventivo tradicional el hecho de que las actividades de aquél son llevadas a cabo no sólo por el personal de mantenimiento, sino también por el personal de producción. En un entorno de producción *pull*, lo importante no es que la máquina esté parada (esto lo determina la demanda en cada momento), sino que el operario no esté parado. Por tanto, una característica fundamental será la polivalencia y formación continuada del personal.

Dentro del conjunto de actividades encaminadas a la mejora de la eficiencia de los equipos a través de la reducción de las averías, del rechazo y del tiempo de cambio, el TPM está relacionado

también con las actividades de orden y limpieza de los talleres. La importancia que tienen el orden y la limpieza en el ámbito industrial va mucho más allá de los problemas de imagen: es el primer paso para la implantación del TPM, y tiene un efecto considerable en los resultados de calidad, en el control de stocks y en la motivación del personal. Para que las actividades de mejora del orden y la limpieza sean realmente efectivas deben ser realizadas por el personal productivo. De esta manera, las probabilidades de mantener el entorno ordenado serán mucho mayores. Si visitamos una fábrica y vemos que no está ni limpia ni ordenada, no será necesario mirar su planificación, ya que probablemente será un desastre. El orden y la limpieza son prerequisites claros de la eficiencia y eficacia de nuestras instalaciones.

Un tercer nivel de mantenimiento de equipos es el denominado mantenimiento predictivo, que reúne un conjunto de técnicas destinadas a monitorizar continuamente o periódicamente ciertas variables físicas relacionadas con el funcionamiento de los equipos industriales: la temperatura de los motores (mediante pinturas térmicas), la vibración de los cojinetes (mediante sensores de ultrasonidos), la temperatura de los cuadros eléctricos (mediante termómetros y sistemas de alarmas), los residuos del aceite hidráulico (mediante análisis químicos periódicos) o la desviación estadística (SPC) de los procesos. Cualquier anomalía respecto a la media histórica nos predice y anticipa un posible problema futuro.

### 3.3.5 La distribución en planta sencilla y transparente

Para crear un proceso sencillo, el primer paso consiste en clasificar los productos en familias en función de las operaciones por las que pasa cada uno de los productos (agrupaciones que también se denominan grupos de tecnología, figura 13). A continuación se asocian los procesos y las personas de cada familia de producto. De esta manera, tal y como observamos en la parte inferior de la figura 13, el ordenamiento según líneas de productos quedará mucho más claro. Esta forma se contrapone a otras alternativas clásicas, como la de ordenar los procesos de fabricación en función de la tecnología (que podemos ver en la parte superior de la misma figura 13), que era una de las bases de la producción en masa del siglo XX. Sin contar las excepciones de procesos en que se necesitan grandes inversiones o tecnologías muy específicas, la distribución en planta (*layout*) de los talleres debe estar orientada al mercado, es decir, el primer paso consiste en fijar el flujo de productos y el segundo en determinar la disposición de las máquinas, personas e instalaciones. Recordemos que el espacio es también un bien escaso y caro, y que desde un punto de vista de producción ajustada debemos hacer todo lo posible para minimizarlo. El espacio para los stocks intermedios debe fijarse de entrada y estar en lugares visibles, entre el proceso cliente y el proveedor y, sobre todo, se debe planificar el espacio mínimo para que entre la cantidad planificada. Por tanto, se deben organizar las fábricas según una visión externa de mercado y no según una visión interna de tecnología.

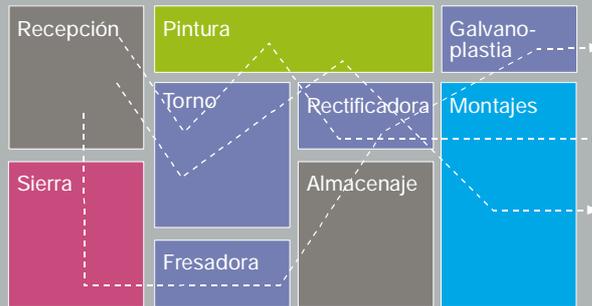
Un proceso simple y lineal será más visible y permitirá un mejor mantenimiento; no sólo habrá menos cosas que funcionen mal, sino que estas cosas serán más obvias cuando sucedan y las reparaciones serán más sencillas. Todo será más transparente y claro para todos.

Es importante tener en cuenta que las máquinas y las instalaciones deben estar dispuestas en función del flujo de producto y no al revés. Por muy caro que nos pueda parecer mover una máquina o instalación, más caro puede resultar trabajar durante toda la vida del producto con los costes derivados del exceso de stock o los errores de cruce de referencias.

En la figura 14 podemos observar un ejemplo de cambio en el sector del automóvil desde un *layout* tradicional en forma de L de una fábrica de producción en masa a una línea en forma de U del entorno de JIT. El dibujo está a escala y podemos observar que se ha producido una reducción de espacio del 50%, así como una gran disminución de stocks de proceso al pasar de fabricar grandes lotes a lotes mucho más pequeños, tras la aplicación del método SMED. La distribución en forma de U da más flexibilidad a la línea y exige una mayor polivalencia del operario.

## Layouts enfocados a productos

El flujo de materiales es errático e intermitente

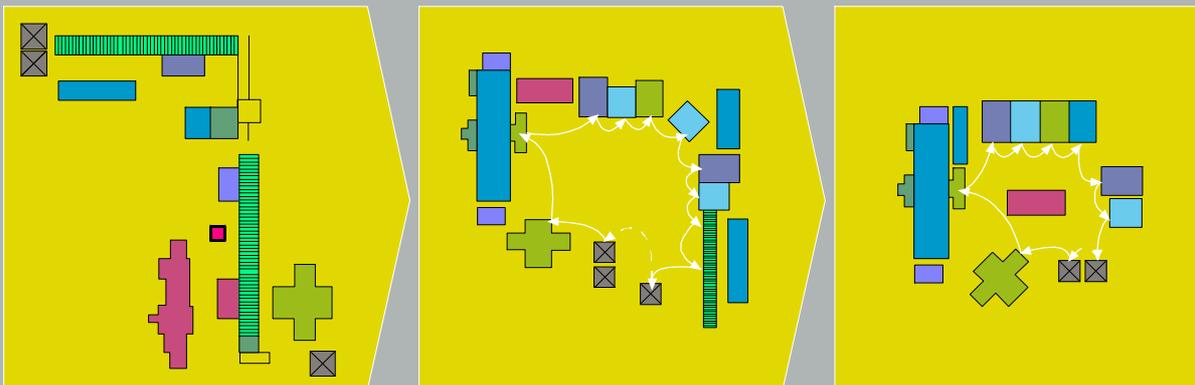


El flujo de materiales es conocido y continuo



fig 13 Grupos de tecnología

## Transformación a líneas en forma de "U"



	Antes	Actual	Propuesto
Operarios	4	2	1-2
Piezas en proceso	542	12	9
Superficie (m <sup>2</sup> )	107	92	56
Transportador (m)	40	3	0
Bancos	5	3	1

fig 14 Ejemplo de la línea en U

### 3.4 Una producción ajustada o ágil (lean/agile)

Si realizamos un análisis de Pareto de los productos que fabrica cualquier empresa industrial, nos encontraremos con un resultado parecido al de la figura 15. En este caso, el 20% de los productos representan el 80% de la demanda, y el 80% restante satisface sólo el 20% de la demanda. La manera de gestionar este 80% de productos debe ser diferente al 20% restante. Normalmente, el 20% de productos que satisfacen el 80% de la demanda suelen ser más previsibles y, por tanto, conseguiremos economías de escala aplicando los principios de producción ajustada (*lean*) que hemos visto en este capítulo. Por otra parte, el 80% restante de productos son de predicción más difícil, y requieren más agilidad (mejor tiempo de respuesta) para ser gestionados.

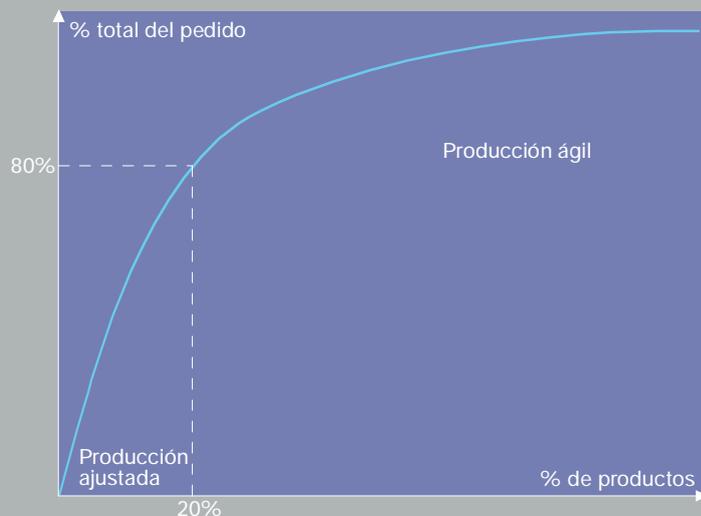


fig 15

En un entorno de producción ágil, debemos dar prioridad a todo aquello que haga más flexible nuestros procesos. El punto clave será reducir el tiempo total (inventarios, proceso y transporte), ya que los volúmenes serán pequeños, los productos no estarán estandarizados y la previsión de la demanda será muy poco precisa.



fig 16 Producción *lean* vs. ágil

Otra aproximación, por la diferenciación entre la gestión ajustada y ágil, la proporciona la creación de inventarios estratégicos, en el punto de penetración de la demanda. Este punto es similar al que describimos en el punto 3.3.1 y en la figura 8 del sistema *pull*.

Se trata (figura 16) de dividir el flujo de productos en dos partes, las partes anterior (*lean*) y posterior (*agile*) en el punto de penetración del pedido. El objetivo sería fabricar antes de este punto elementos modulares del producto final, que podrían planificarse según previsiones a largo plazo para constituir un stock estratégico, punto en que se reciben los pedidos concretos de los clientes. Después de este punto, llevaríamos a cabo las operaciones de montaje final para personalizar los productos. Este proceso de montaje final debe caracterizarse por una gran flexibilidad.

En el capítulo 4 desarrollaremos un poco más este nuevo concepto de operaciones ágiles del siglo XXI.

### 3.5 El proceso de implantación

El proceso de implantación del sistema de producción ajustada *lean* no es fácil ni inmediato; debemos tener en cuenta que en este sentido existe un fuerte componente de cultura de empresa y de legislación laboral y, por tanto, el proceso puede llegar a ser largo. El proceso de diseño e implantación debe seguir los siguientes pasos:

1. Crear un sistema de indicadores que genere información sobre eficiencia de instalaciones, rechazo de calidad, *lead time*, cumplimiento de plazos de entrega, giros de stock, reclamaciones de cliente, costes totales de operaciones, etc.
2. Clasificar los productos por familias en función de los procesos necesarios para fabricarlos (familias o líneas de producto, no tecnologías).
3. Elegir una familia de productos para iniciar una experiencia piloto. Empezar haciendo una distribución en planta enfocada específicamente a esta familia.
4. Documentar gráficamente el flujo real de la familia de productos, así como también el flujo de información. Añadir toda la información disponible sobre material en curso, stocks de materias primas y productos acabados. Calcular también los indicadores de proceso y producto más relevantes de cada etapa. Calcular el *lead time* del producto.
5. Dibujar en un papel el flujo ideal, calcular los stocks máximos y mínimos en cada paso, fijar los kanban, ajustar procesos cuando sea posible, determinar un nuevo flujo de información y decidir cuál será el proceso marcapasos. Llegado este momento, determinaremos si resulta posible el aplazamiento (*postponement*) en nuestro proceso.
6. Confeccionar un plan de acciones para pasar desde la situación actual a la planificada. Este plan debe tener actividades relacionadas con mejoras de la calidad, reducción del tiempo de cambio y reducción de las averías.
7. Hacer participar a toda la plantilla implicada en este proceso de mejora.
8. Repetir el mismo proceso para las otras familias de productos, una vez la primera experiencia haya tenido éxito.
9. Presentar el proyecto de éxito con la primera familia de productos.
10. Ir corrigiendo los diseños iniciales con las experiencias de puesta en marcha, siguiendo la

figura 6, que se fundamenta en los sistemas de mejora continua y la participación de todas las personas de la fábrica.

### 3.6 Las tecnologías de producción

Para conseguir un funcionamiento perfecto del modelo organizativo elegido, cada vez resulta más necesario contar con un apoyo tecnológico adecuado. No hablamos ya de absorber tecnologías estrictas de proceso (prototipaje rápido, materiales compuestos, corte por láser, mecanizado de alta velocidad, sinterización, etc.), que dependerán del sector y de la empresa en concreto, sino de incorporar tecnologías de automatización y control del proceso.

*Zanini, empresa catalana fabricante de embellecedores de rueda para el sector de la automoción, es líder en la implantación de nuevas tecnologías que ayuden a desarrollar unos procesos de fabricación más eficientes que los de sus competidores. De esta manera, han sido pioneros en la implantación de sistemas de pintado automático, inyección de plástico con gas o herramientas de control de la inyección mediante inteligencia artificial (2).*

La aplicación de la informática y las tecnologías de comunicación en el ámbito de planta ofrece posibilidades a menudo inexploradas. Si queremos avanzar hacia la empresa de respuesta rápida, la información de lo que está sucediendo en la planta productiva se debe obtener en tiempo real. Por este motivo, es imprescindible incorporar sistemas informáticos de control y adquisición de datos industriales (SCADA), que puedan reunir datos de todos los puntos de control deseados en el flujo productivo y visualizarlos en un entorno gráfico adecuado. La sensorización e informatización de los flujos productivos nos permitirá obtener la evolución de los indicadores en tiempo real, detectar cuellos de botella y reaccionar en consecuencia.

La tecnología de automatización nos permite, por otra parte, incorporar programas informáticos para que los equipos reaccionen de manera autónoma ante diferentes condiciones del entorno. Actualmente se avanza hacia nuevas tecnologías de inteligencia artificial que permiten tomar las decisiones más adecuadas en función del estado de la planta, sistemas expertos que reconocen patrones de comportamiento, visión artificial para el control de la calidad y máquinas modulares para incrementar la flexibilidad.

*Una empresa de acabados textiles que participó en un proyecto de innovación con el CIDEM incorporó un sistema experto (sistema informático de reconocimiento de patrones) para aprender de la experiencia del supervisor de planta, que decidía el mejor circuito productivo para cada tipo de producto en función de su percepción y conocimiento acumulado a lo largo de cuarenta años de trabajo en planta. Los tejidos pasaban por una matriz de máquinas en un itinerario que decidía este supervisor, sin criterios establecidos explícitamente. El sistema informático reconoció los patrones de decisión del supervisor y, tras un tiempo de trabajo paralelo, se hizo cargo de la definición de circuito productivo.*

*En el sector auxiliar de automoción, una empresa participante en una ayuda del CIDEM disponía de una línea de proceso formada por un conjunto de calderas de vapor, donde una grúa automática iba depositando moldes para la cocción según un circuito secuencial (una cola de órdenes de producción). La empresa incorporó un autómata con un módulo de inteligencia artificial para que la grúa decidiera autónomamente (event-driven) su circuito en función del estado de las calderas, el tiempo de cocción de cada producto y las incidencias de la línea. La productividad se incrementó un 20% cuando se eliminaron las esperas y los cuellos de botella.*

(2) Casos de éxito de empresas galardonadas con los Premios a la Innovación Tecnológica, CIDEM, 2002.

Es muy importante interconectar el nivel de automatización de la planta industrial (mediante los denominados sistemas de ejecución de manufactura, *manufacturing executing systems*, MES) con los niveles superiores de planificación (ERP, en su caso), que veremos en el capítulo 5 para que éstos se alimenten de datos ciertos y obtenidos en tiempo real.

### 3.7 Conclusiones

Los sistemas de producción tienen una importancia decisiva en el funcionamiento de las empresas industriales. Cuando hablamos de innovación, a menudo nos referimos a los procesos de desarrollo del producto, los sistemas de información o los flujos logísticos, ya sean de aprovisionamiento o de distribución. Todos estos sistemas están relacionados con la fabricación. Algunos parámetros que hoy en día resultan ser factores de éxito de las empresas, como la

#### El camino central del control cuantitativo

La disciplina básica: organización y orden en la fábrica

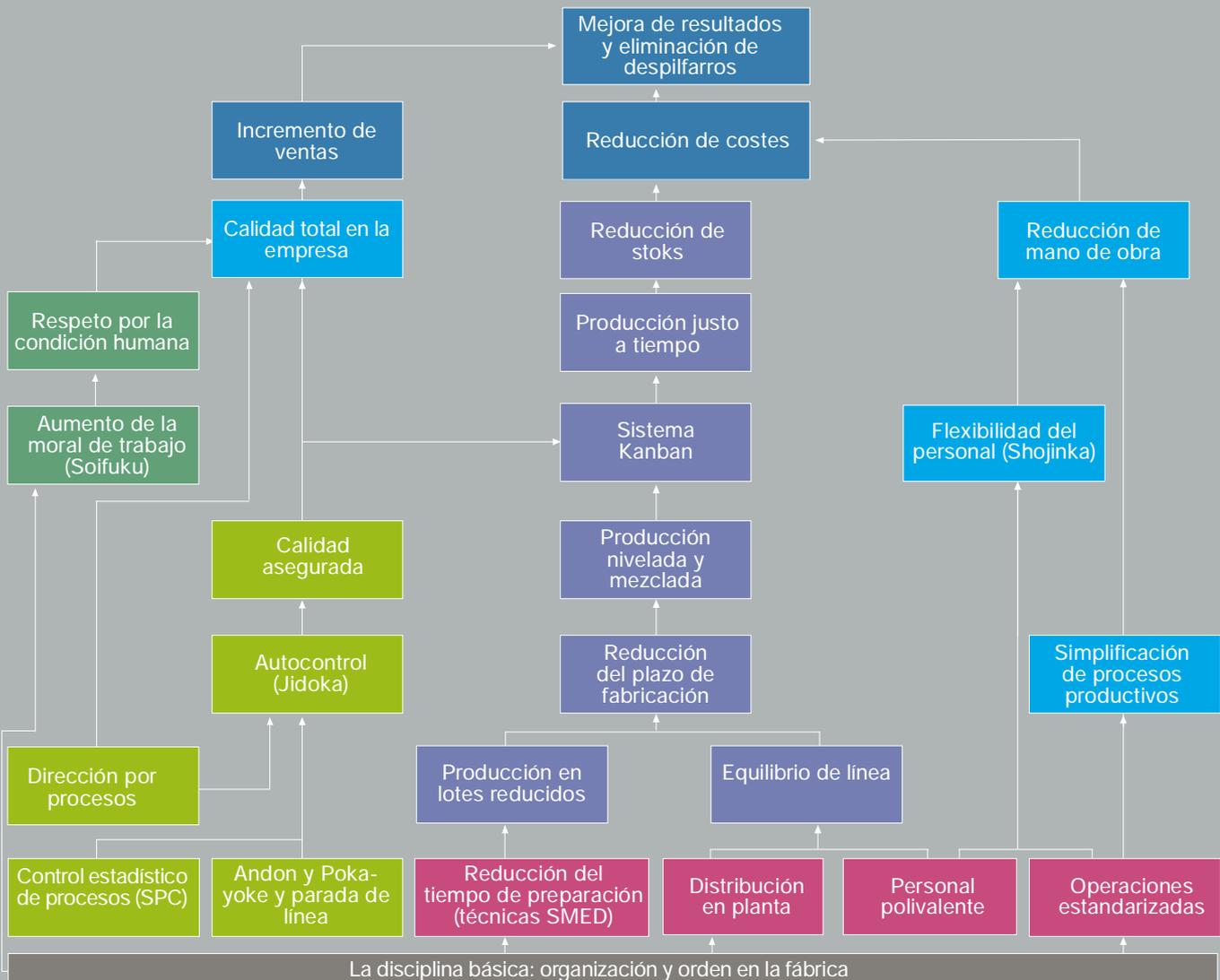


fig 17 Sistema de producción JIT en Toyota



satisfacción de los clientes, se ven afectados por el funcionamiento de los sistemas de producción; por ejemplo, el cumplimiento de los plazos de entrega depende de nuestros tiempos de respuesta internos, así como de la eficiencia de nuestras plantas.

Por tanto, es importante no olvidar los sistemas productivos a la hora de definir y llevar a cabo nuestra estrategia de innovación en las operaciones. No debemos renunciar a ningún objetivo de flexibilidad, servicio o coste. La implantación de sistemas de mejora continua en nuestras plantas, así como la innovación tanto de los sistemas de producción como de los logísticos, nos abrirá las puertas a aquello a lo que hoy no podemos acceder por coste, calidad, flexibilidad o servicio. Analizar la situación desde una perspectiva de proceso de negocio y hacer participar a toda la plantilla creando grupos de mejora en el desarrollo de las soluciones (por ejemplo, DEMAMC, TPM, sistemas SMED y *layouts* sencillos centrados en el producto) son dos pilares para la innovación de nuestros sistemas productivos, tal y como hemos visto en la figura 6.

A pesar de la importancia que tienen las innovaciones tecnológicas en las instalaciones, para obtener el máximo beneficio se hace imprescindible contar con sistemas organizados para que las personas no sólo los puedan gestionar, sino también mejorar continuamente. Tal y como hemos visto en el capítulo 1, la infraestructura (las personas, la organización, la planificación, los indicadores, etc.) es quizás más importante que la estructura (la localización, la clase de proceso, el enfoque, etc.).

No querría finalizar estas conclusiones sin referirme al profesor Monden, autor del libro del sistema de producción de Toyota (figura 17) y que tanto ha contribuido a implantar el justo a tiempo en este país. Monden definió el camino central cuantitativo del JIT como la secuencia de implantar el método SMED, es decir, de trabajar con lotes más pequeños, nivelar y secuenciar la producción; como sabemos, este es un prerequisite para poder implantar el sistema kanban y, de esta manera, llegar a ser más flexibles y tener menos stocks y menos costes en las fábricas.

La flexibilidad de máquinas y operarios y la calidad total son inherentes a este sistema central; nuestras fábricas no se pueden separar de la filosofía JIT para conseguir que sean más competitivas, tal y como observamos a la derecha e izquierda de la figura 17, resumen que usamos en ESADE.

## 4 Nuevos avances de la logística de distribución

### 4.1 La logística y la cadena de suministro

Durante los últimos años se constata no sólo un notable “debate” sobre la importancia de la logística en el seno de las empresas, sino también una serie de medidas estratégicas y operativas encaminadas a mejorar la gestión del flujo de materiales y de información en los procesos de aprovisionamiento, de fabricación y de logística de distribución. Se observa, a la vez, una considerable optimización de la gestión de la información que se deriva de ello, ya que los flujos de materiales y de información no deben ir siempre unidos y ciertos aspectos de los procesos logísticos pueden ser virtuales. Esto es así por dos razones: por un lado, se redescubre el potencial de la logística como generadora de claras ventajas competitivas, cada vez más orientada al marketing y menos a la ingeniería y, por otro lado, se ha desarrollado una serie de modelos de gestión que facilitan la implantación de programas de actuación que van más allá de la mejora de la eficiencia de las organizaciones (mejorar servicio y coste en las líneas de productos clásicas) y que, en muchos casos, permiten redefinir o rediseñar los modelos de negocio (aportando innovación y respuesta rápida a las nuevas líneas de producto), tal y como vemos en la segmentación de la figura 1. (1)



Casi todas las empresas conviven en un entorno competitivo muy condicionado por el fenómeno, a todas luces imparable, de la globalización, la integración y la centralización de la logística. La facilidad de acceso a nuevos mercados obliga a rediseñar las redes de distribución y, cada vez con mayor frecuencia, a relocalizar las capacidades productivas y a definir un modelo global de gestión de compras.

(1) Christopher, Martin. *Logistics and Supply Chain Management*. Financial Times Management, 1999.

Paralelamente a este hecho, y muy probablemente como consecuencia de ello, aumenta la presión competitiva y los clientes son cada vez más exigentes respecto a la propuesta de valor que les ofrece la empresa. También existe coincidencia en afirmar que esta tendencia parece no tener freno de momento y que la transformación de las cadenas *push* o *pull* que hemos visto en los capítulos 2 y 3 es prácticamente imparable. Los datos del mercado son cada vez más esenciales para dirigir e integrar las cadenas de suministro.

Así pues, no se puede hablar de logística sin tener una clara orientación al cliente. A pesar de ello, las formas organizadas de las empresas no siempre responden adecuadamente en su orientación (a menudo la logística está demasiado enfocada a cuestiones de tipo tecnológico y poco al marketing).

Debemos señalar que este documento no pretende dar una respuesta personalizada a las necesidades individuales y sectoriales de las empresas, sino servir como herramienta para la reflexión y convertirse en una guía para definir y centrar el marco conceptual, así como para apuntar las líneas maestras de actuación en nuevas tendencias.

#### 4.1.1 El proceso de integración de la logística y la gestión de la cadena de suministro

Martin Christopher (2) sintetiza de la manera siguiente los estadios (figura 2) por los que la logística transita y evoluciona dentro de las organizaciones:

- a) Fase 1: situación inicial. En una fase embrionaria o base de partida, considera que la función logística actúa como actividad subsidiaria de las grandes áreas funcionales de las empresas (compras, producción, distribución, etc.). Las empresas centran sus esfuerzos en conseguir costes unitarios de producción bajos que faciliten una buena salida de los productos al mercado. Los costes logísticos no son casi nunca medibles ni, por tanto, prioritarios para las empresas. Tampoco lo es el servicio, si no que la prioridad está en los elementos tangibles del producto.
- b) Fase 2: integración funcional. La independencia y el aislamiento de las diferentes funciones de negocio dan paso a un primer proceso de integración en el que el coste total prevalece sobre la suma de costes unitarios. La logística y la gestión sincronizada de los flujos de materiales permiten conseguir una mejora clara en la eficiencia de la organización. Por otro lado, las empresas reconocen la necesidad de rentabilizar sus activos físicos (instalaciones y equipamientos) y realizables (inventarios de materias primas, de productos semielaborados y de productos acabados). La gestión eficiente del binomio servicio-coste ha llevado incluso a algunas empresas a convertir en unidad de negocio sus departamentos de logística (por ejemplo Tabacalera con la creación de la empresa Logista).
- c) Fase 3: integración interna. Es la integración de los diferentes procesos de negocio en un único proceso que gira en torno a la cadena de suministro. La organización, plenamente integrada, se dirige por procesos (3) generados y comandados por equipos multifuncionales bajo el dictado del comportamiento de la demanda, que está en constante planificación. Este proceso de integración mejora la coordinación de funciones, integra el flujo físico de materiales y de información, unifica responsabilidades y mejora los sistemas globales de gestión, lo cual facilita la consecución de los objetivos generales de las empresas.
- d) Fase 4: integración externa. Con esta visión externa, la empresa pasa a formar parte de una cadena constituida por diversas entidades de proveedores de materiales, fabricantes, distribuidores y clientes finales. Para que esta cadena sea competitiva debe entrelazar las

(2) Cranfield Business School, Reino Unido.

(3) Consultar el capítulo 1, punto 1.5 (“La dirección por procesos”)

partes mediante un proceso operativo perfectamente sincronizado y mediante unos sistemas de información que faciliten un alto grado de comunicación en tiempo real. Dicho de otra forma, las ventajas de estas redes de empresas frente a sus competidores radican en su capacidad de coordinar con agilidad y rapidez las competencias individuales de cada miembro y en la posibilidad de establecer estrategias y objetivos comunes entre ellos. La competencia no surge tanto entre las empresas como entre las diferentes cadenas de suministro en que estas empresas participan (figura 3).

## La integración de la cadena logística

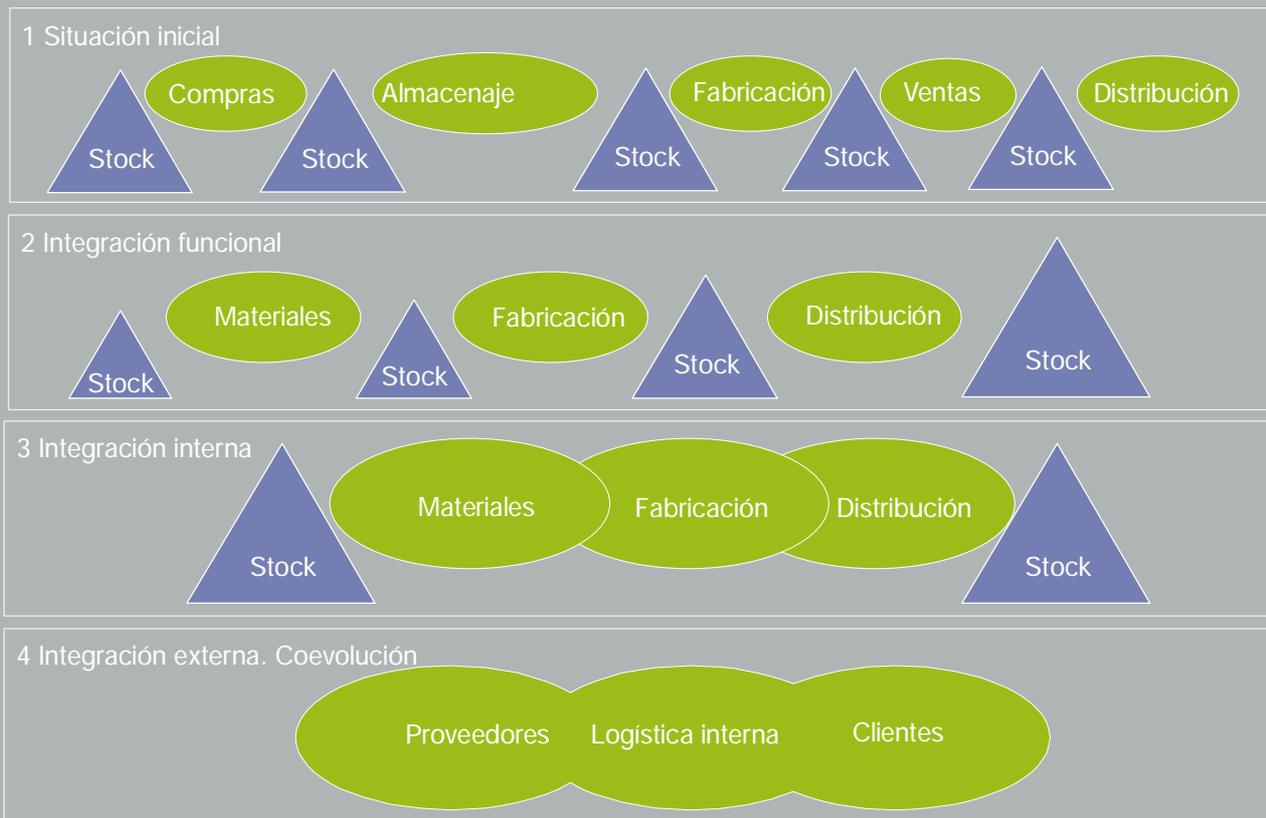


fig 2 Fases de integración logística

Los avances que se han producido en el campo de la logística y la gestión de la cadena de suministro han sido, indudablemente, considerables. Encuestas de diferentes fuentes señalan que la pequeña y mediana empresa se encuentra mayoritariamente entre los estadios 2 y 3 descritos. Algunas de estas empresas, a veces por falta de conocimientos y otras veces por falta de recursos, pero sobre todo por la posibilidad de crear sinergias entre ellas, entran en procesos de asociación. Consideremos, por ejemplo, la oferta de servicios logísticos que incorpora la central de compras de gran consumo Euromadi para sus asociados.

Por otro lado, la gran empresa se encuentra mayoritariamente en el estadio 4 e impulsa con fuerza programas de integración con sus proveedores y distribuidores, lo cual provoca un efecto de onda expansiva. Los programas de los que oímos hablar hoy en día son, en la logística de entrada, el VMI (inventarios dirigidos por los proveedores) y, en la logística de salida, el CRP

(proceso de aprovisionamiento continuo), tal y como ya hemos visto en el capítulo 2. Parece que los procesos futuros se basarán en nuevos programas de colaboración en la cadena de suministro y, sobre todo, en planificar y optimizar conjuntamente el sistema de transporte entre diferentes empresas (por ejemplo, mejorar los retornos de vacío), tal y como vemos al final de la figura 3.

### Colaboración en la cadena

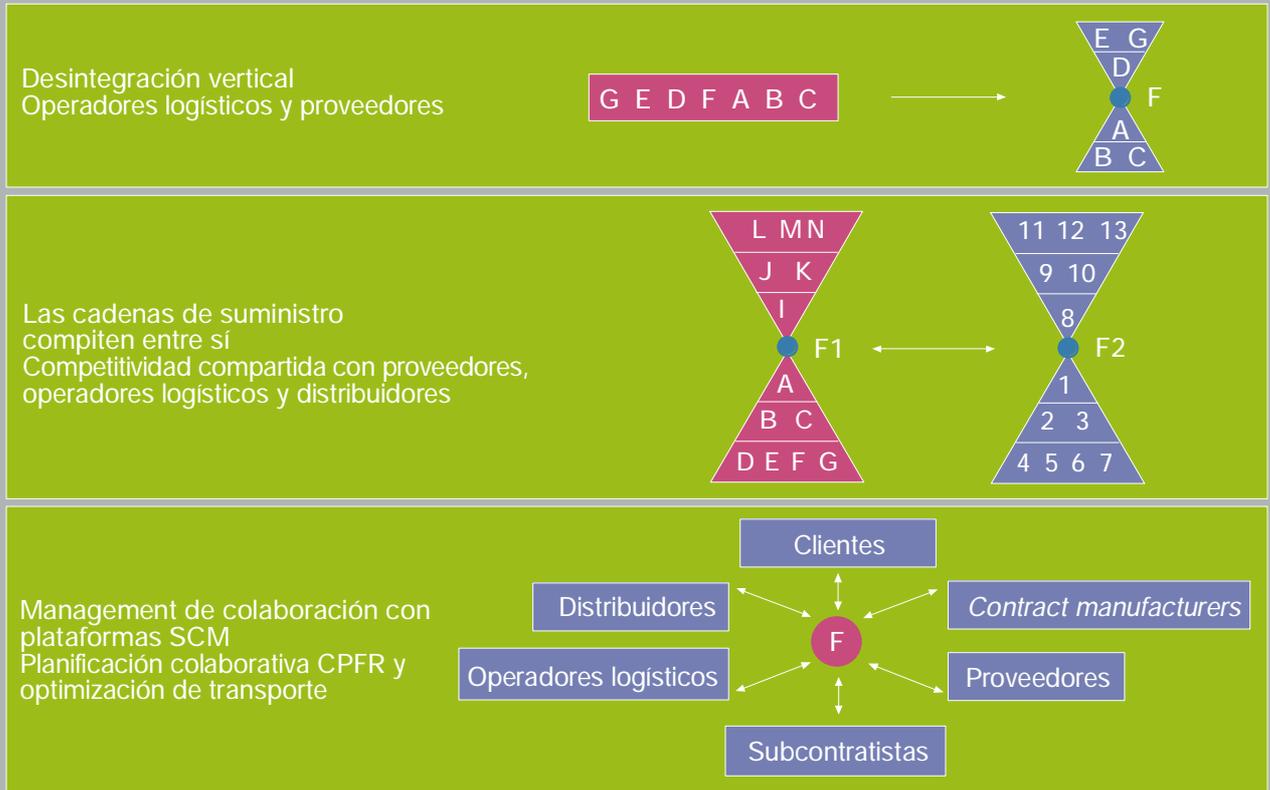


fig 3 Competencia entre cadenas de suministro

#### 4.1.2 Los factores que determinan una estrategia logística

Si huimos de la visión técnica de algunos especialistas en logística encontraremos expertos en estrategia competitiva, como Michael Porter (figura 4), que señalan unas líneas de actuación en este campo en plena concordancia con la visión externa de mercado que defienden los expertos en logística, es decir, mejora de las variables competitivas de innovación, flexibilidad, calidad, servicio y coste que hemos visto en el capítulo 1. Pero, por encima de todo, este nivel de coincidencia se produce por la enorme capacidad de interacción que tiene la función logística con las principales áreas funcionales de la empresa: marketing y finanzas. ¿Pueden crearse y desarrollarse canales de venta sin un buen sistema de distribución física? ¿Tiene sentido hablar de sistemas de producción flexibles sin una gestión de aprovisionamiento optimizada? ¿Puede definirse una política de compras y de segmentación de proveedores sin unos buenos KPI (indicadores de negocio)? ¿Puede gestionarse la tesorería de la empresa con independencia de la política de stocks?

Mejorar la colaboración con nuestros proveedores y distribuidores mediante la planificación reduce los costes de transacción y optimiza el servicio al cliente.

Reducir el tiempo: la logística ágil y la dirección de la cadena de suministro desempeñan un papel muy importante en el tiempo de lanzamiento de nuevos productos y mejoran la flexibilidad.

Utilizar datos reales de ventas y planificar la demanda facilita la mejora y la capacidad de innovar los procesos y reduce el *lead time logistic* total, las carencias y los inventarios. Las cadenas *pull* se están imponiendo cada vez más.

Integración de sistemas de información: difícilmente podremos diseñar nuestro modelo de negocio solos, sin una buena integración interna y externa de los sistemas de información de la logística.

Localización, externalización y factores institucionales: la localización de los centros productivos y de los centros de distribución tiene un gran impacto en los costes, el acceso a personal cualificado, los tipos impositivos y el grado de servicio. Los clústers son un modelo optimizado que permite fácilmente externalizar partes de la logística.

fig 4 Crear y mantener la ventaja competitiva

las empresas como en el balance, con el fin de entender la fuerte relación que debe existir con la dirección financiera (figuras 5 y 6).

### Impacto de la logística en el beneficio

Estado de resultados	Variable logística
Ventas netas	Servicio al cliente
Coste de los productos vendidos	Costes de compras Planificación de capacidad Costes de fabricación
Gastos de administración y ventas	Proceso de pedidos Transporte Almacenaje Control de inventarios Packaging Administración
Gastos financieros	Financiación de inventarios
Beneficio antes de impuestos	

fig 5 Logística y estado de resultados

## Impacto de la logística en el balance

	Balance	Variable logística
Activo	Circulante	Ciclo de pedido Cumplimiento de pedidos Inventarios
	Fijo	Almacenes y flota Fábrica y equipos
Pasivo	Circulante	Cantidades de compra
	Deuda Capital	Financiación de inventarios Financiación de inversiones

fig 6 Logística y balance

que existen dos grandes áreas de intervención que facilitarán la consecución de los objetivos de la logística (figura 7), y que las decisiones, tanto estructurales como infraestructurales que tomamos en el día a día en cada una de las diez áreas de la figura 7 deben ser coherentes y consistentes con los objetivos logísticos de coste, servicio, calidad de suministro (incluyendo asimismo la calidad en la distribución), flexibilidad e innovación.

- a) Decisiones estructurales: son las que se refieren a la construcción de los medios estructurales necesarios para diseñar el sistema logístico. De este modo, las empresas se plantean la dimensión y la ubicación de la red de distribución física teniendo en cuenta tanto las fábricas y su enfoque como los centros de distribución y las plataformas de tránsito (almacén de conexión sin prácticamente existencias que sirven para hacer la distribución capilar), así como las características, la dimensión y las distancias de los mercados que se quieren servir. Se definen asimismo las tipologías de los centros de distribución y se diseñan sus *layouts*; se determinan las políticas y los medios de transporte más adecuados, pero, sobre todo, se toman las grandes decisiones relacionadas con el nivel de integración y los modelos de crecimiento, es decir, el grado de externalización de las funciones logísticas. Finalmente, y probablemente esto sea lo más difícil, debe seleccionarse y en muchos casos apostar por el sistema de información principal que conducirá el sistema logístico.
- b) Decisiones infraestructurales: la empresa considera aquellos niveles de competencias necesarias para que el sistema creado opere con eficacia: cómo se definirá una política de inventarios y su ubicación en la cadena de suministro, cuándo y cómo circulará este inventario, cómo se gestionará el ciclo de pedido (*push o pull*), cómo se definirá y gestionará la política de servicio, cuáles serán los sistemas de planificación y control más adecuados. Toda esta serie de decisiones determinan el nivel de conocimientos y prácticas directivas que requiere la empresa, la manera de organizarlas y de medir su eficacia.

Lógicamente, el conjunto de decisiones y de actuaciones están íntimamente relacionadas. Así, por ejemplo, con un buen nivel de planificación de la demanda podemos disminuir los stocks y optimizar las capacidades de producción y de almacenaje.

## Los niveles estratégicos i la estrategia de logística



fig 7 Decisiones estratégicas en logística

### 4.1.3 La logística y la gestión de la cadena de suministro en las pimes

A menudo, los ejecutivos y propietarios de pequeñas y medianas empresas comentan que el potencial para generar ventajas competitivas mediante la logística y la gestión de la cadena de suministro queda limitado al ámbito de la gran empresa, que dispone de más recursos.

Nosotros no somos de esta opinión. Vemos cómo las pimes han hecho y hacen esfuerzos considerables para abrirse a nuevos mercados, para desarrollar nuevos canales de comercialización de sus productos y adaptarse a las necesidades individuales de sus clientes, para innovar y ser competitivas. Y para lograr estos objetivos cuentan con organizaciones flexibles, aún poco estructuradas, orientadas a la acción, con sistemas de comunicación informales muy desarrollados y con una dimensión que facilita el trabajo multidisciplinario y en equipo. Si ello es así, no hay razón para cerrarse a nuevos caminos que vayan más allá de los movimientos tácticos y operativos. Empresas como Inditex o Mango tenían en el pasado reciente una dimensión de pime y han sabido evolucionar hasta alcanzar las posiciones de liderazgo logístico que ocupan en este momento.

Está claro que para las pequeñas empresas ya no es prioritario el hecho de vender al exterior. También deberán comprar al extranjero y desarrollar sistemas logísticos innovadores, enfocados a sus clientes, cada vez más internacionales y sofisticados. El gran esfuerzo y el acierto realizado en la venta internacional deberá tener igualmente continuidad en las compras y en la logística, es decir, en la dirección e integración de la cadena de suministro.

## 4.2 La implantación de programas de superioridad logística: la gestión eficaz del sistema tiempo-servicio-coste

El objetivo principal que se marcan las empresas cada vez que incorporan el “factor logístico” en sus agendas de trabajo es buscar fórmulas que permitan minimizar costes, mejorar los niveles de servicio y acortar el tiempo de respuesta. En principio, se podría pensar que son tres elementos contrapuestos. Pero la realidad se encarga de demostrar que esta voluntad es claramente alcanzable. A nivel general, reducir el tiempo es casi más importante que reducir los costes. Y la logística es una de las pocas actividades empresariales susceptible de reducir el coste a la vez que se convierte en un factor diferenciador en servicio o tiempo.

Se constatan, sin embargo, dos elementos contradictorios:

- Son muy pocas las empresas que saben con exactitud cuál es la “factura total” de sus costes logísticos, ya sea porque tienen una parte contabilizada dentro del coste de las compras o porque tienen los costes externalizados. La figura 8 nos muestra que los costes logísticos corresponden a almacenaje, transporte, financiación de inventarios y gestión logística y que, contrariamente a lo que podría parecer, la posición óptima no es siempre la de mínimo coste sino la de optimización del binomio servicio-coste con el fin de evitar sobrecostes que casi nunca valoramos, como son las obsolescencias y la venta perdida. Así, por ejemplo, con un modelo de costes mínimos, una huelga de transporte en Francia de pocos días nos podría suponer, a escala de pérdida de mercado, los ahorros conseguidos durante los últimos años con un modelo logístico orientado únicamente a un coste mínimo.
- Pocas empresas definen una política formal de servicio al cliente que vaya más allá del “mejor servicio posible” y pocas son las que disponen de indicadores o de métricas adecuadas; pero lo más significativo es la falta de conocimiento cuantitativo de su impacto sobre las ventas. El elemento en que convergen los costes logísticos y el nivel de servicio son las cuentas de resultados de las organizaciones: de la misma manera que entendemos que unos costes logísticos elevados deterioran las partidas de gastos operativos, las rupturas de stocks o la falta de un nivel de servicio adecuado afectan negativamente a los ingresos por ventas y producen muchas ventas perdidas. Los buenos indicadores de servicio al cliente deben codiseñarse con clientes mediante técnicas de investigación cualitativa y cuantitativa.

### Costes logísticos

- Cada nivel de servicio lleva asociado un coste de venta perdida
- El objetivo es reducir los costes totales y colocarse en el nivel de servicio de beneficio máximo.

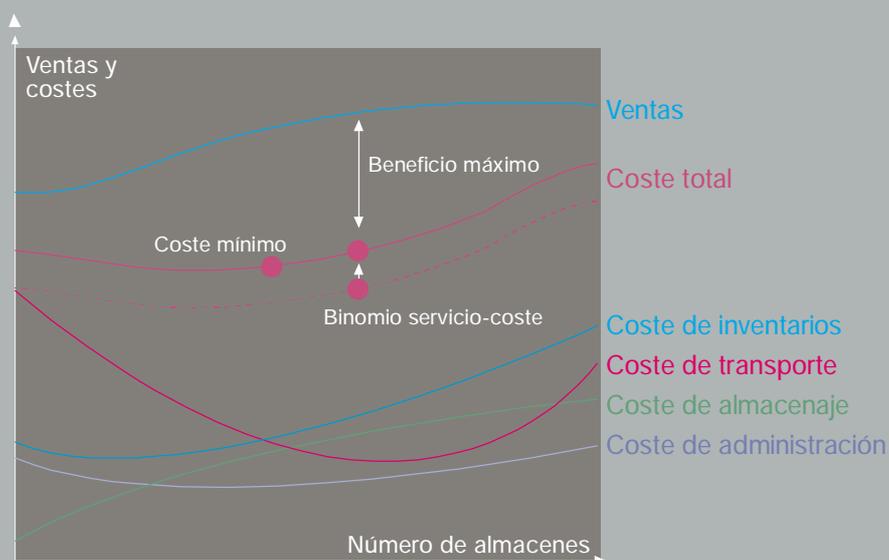


fig 8 Binomio servicio-coste

## Calidad de servicio

“El servicio al cliente es un concepto perceptivo que debe ser visto a través de los ojos de los clientes”

$$\text{Tasa de cumplimiento de la orden} = \frac{\text{Número total de unidades recibidas}}{\text{Número total unidades solicitadas}}$$

$$\text{Tasa de cumplimiento en línea} = \frac{\text{Número total SKU* con unidades recibidas igual a solicitadas}}{\text{Número total SKU con unidades solicitadas}}$$

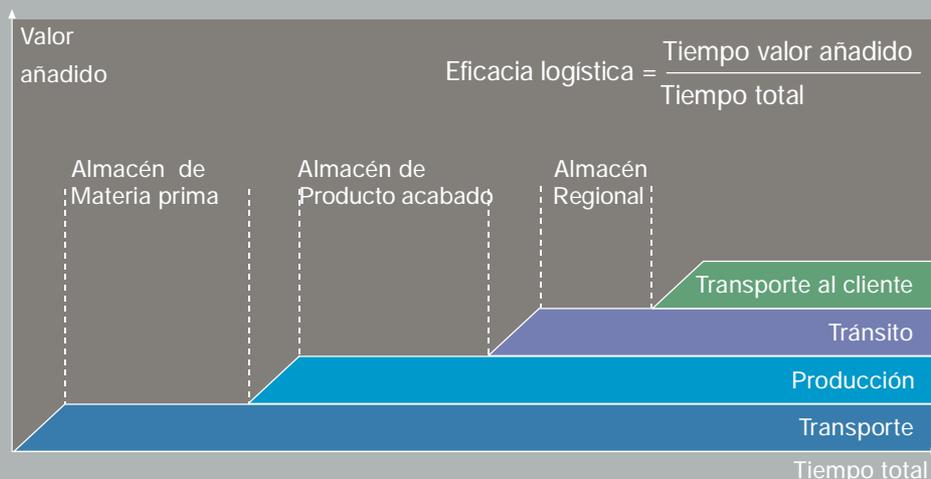
SKU: Unidad de almacenaje en stock

SKU	Escenario 1		Escenario 2	
	Solicitado	Recibido	Solicitado	Recibido
A	1000	990	1000	1000
B	2000	1990	2000	2000
C	4000	3990	4000	0
D	2000	1990	2000	2000
E	1000	990	1000	1000
Total	10000	9950	10000	6000
<i>Order Fill Rate</i>	99,5%		60%	
<i>Line Fill Rate</i>	0,0%		80%	

Se utilizan también porcentajes de pedidos completos (*Orders Complete*) y porcentajes de entregas a tiempo (*On Time Delivery*)

fig 9 Ejemplo de indicadores de nivel de servicio en gran consumo

## ¿Qué actividades añaden valor?



Una actividad añade valor si:

- 1 Es importante para el cliente
- 2 Cambia físicamente el producto
- 3 Aproxima el producto al cliente

fig 10 Valor añadido con el mínimo tiempo

En la figura 9 podemos ver un ejemplo de dos indicadores de servicio que utilizan las empresas de gran consumo: los llamados cumplimiento de pedidos (*order fill rate*) y cumplimiento de líneas de pedido (*line fill rate*).

En lo que se refiere a la nueva variable tiempo, la eficacia logística en aquellos sectores en que la moda o la tecnología son determinantes se valora por la rapidez.

*Zara tarda menos de tres semanas desde la elaboración del diseño hasta que la ropa llega a sus tiendas. Fuera de Europa, todos los pedidos se sirven en avión. El tiempo de respuesta es la gran fuente de ventaja competitiva de la empresa.*

Tal y como muestra la figura 10, debemos analizar y eliminar todas las actividades que no aportan valor añadido a nuestros productos (por ejemplo, los inventarios). Ningún cliente pagará más por tener stocks elevados.

#### 4.2.1 Modelos para la gestión del sistema tiempo-servicio-coste

Con el fin de avanzar en el conocimiento de las mejores prácticas logísticas que ayuden a la gestión del sistema tiempo-servicio-coste, proponemos el análisis de tres opciones:

- Modelo de estrategias logísticas basadas en el ciclo de vida del producto.
- Modelo para determinar la mejor cadena de suministro para una línea de productos.
- Modelo de operaciones ágiles (*agile*) frente al modelo de operaciones ajustadas (*lean*).

Cada modelo proporciona respuestas concretas a la problemática que se nos plantea, pero su mayor riqueza proviene del hecho de que son modelos conectados e interrelacionados, como veremos más adelante.

##### 4.2.1.1 Modelo de estrategias logísticas basadas en el ciclo de vida del producto

El modelo de estrategias empresariales basadas en el ciclo de vida de las líneas o familias de productos tiene un alto nivel de aplicabilidad a la hora de definir estrategias logísticas. Como vemos en la figura 11, en una fase inicial de lanzamiento de nuevos productos, las prioridades logísticas se centran en la disponibilidad del producto, en la flexibilidad de gestionar volúmenes y tipologías de clientes y en la capacidad de suministrar pedidos de todo tipo y casi siempre difíciles de prever con anticipación. Las variables competitivas son, de nuevo, la flexibilidad y la innovación.

En fase de crecimiento, la logística prioriza el servicio, la rapidez y la fiabilidad de las entregas. En fase de madurez, el enfoque logístico se centra en la gestión eficiente del binomio servicio-coste (la calidad debe ser totalmente consistente en toda la cadena de suministro a la vez que deben minimizarse los costes). En fase de declive, la prioridad competitiva de la logística radica en la máxima reducción de los costes y en la atención de únicamente aquellos clientes o aquellos pedidos que justifiquen un determinado nivel de rentabilidad.

Así pues, a medida que nuestras líneas de producto recorren el ciclo de vida y cambian las variables competitivas, deberemos ir adaptando todas las decisiones que tomemos, tanto en lo que se refiere a las variables estructurales (figura 12) como a las variables infraestructurales (figura 13).

## Estrategias logísticas y ciclo de vida del producto

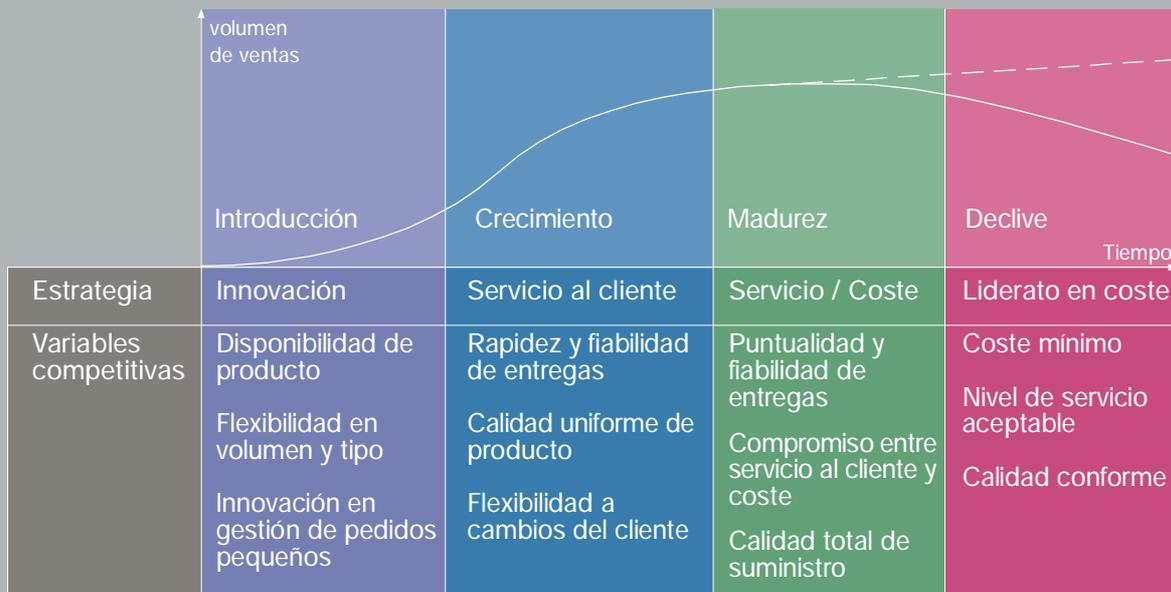


fig 11 Modelo de ciclo de vida

## El hardware de las estrategias logísticas clave

	Innovación	Servicio al cliente	Servicio/Coste	Liderato en coste
<b>Centros logísticos (almacenes)</b>	Uno o pocos Control de producto Gestión externa	Reguladores y regionales Gestión informatizada Gestión mixta	Regional y plataformas Gestión y mantenimiento automatizadas Gestión mixta	Uno o pocos Totalmente automatizados Gestión propia
<b>Red logística</b>	Entregas directas desde una única fábrica Pocos almacenes Almacenes externos	Red multiescalones Descentralización de fábricas Almacenes reguladores y almacenes regionales y locales mixtos	Reducir escalones y entrega directa Enfoque de fábricas Reducir almacenes locales y regionales externos	Número mínimo de almacenes Automatización de cargas y descargas Fábrica enfocada a producto
<b>Transporte</b>	Rápido Externo Agrupamiento	Emergencia (escoba) Courier Externo/propio Agrupamiento (clientes) y cargas completas (red)	Expedición directa a clientes. <i>Back haul</i> Propio (larga distancia) y externo (capilar) TL ( <i>truck load</i> ) y descuentos por volumen	Bajo coste Propio TL ( <i>truck load</i> ) y tren <i>Back haul</i> total
<b>Integración vertical</b>	Continuidad de suministros Calidad de suministros Proveedores flexibles a cambios de especificaciones	Proveedores con rapidez Fiabilidad de entregas Alta capacidad de respuesta	Proveedores con puntualidad de entrega Fiabilidad de entregas Disponibilidad de línea completa	Economía de escala Centralización de compras Suministradores que compiten en precio

fig 12 Cambios en las variables estructurales

## El software de las estrategias logísticas clave

	Innovación	Servicio al cliente	Servicio / Coste	Liderato en coste
Servicio al cliente	Individualizado Flexible Innovador	Generalizado Descentralizado Indicadores de entregas	Diferenciación según ABC Diferenciación clientes clave Indicadores de fiabilidad	Centralizado Grandes clientes Indicadores de coste
Pedidos	Sistema a medida Flexibilidad de pedidos Innovación	<i>Lead time</i> único Flexibilidad a cambios Sistemas de pedidos urgentes	<i>Lead time</i> según ABC Segmentación por canales EDI en clientes clave	Pedidos mínimos Descuentos por volumen Pedidos centralizados
Sistema de planificación y control	Informal Centralizado Flexible	MRP de JIT, secuenciador y DPR Descentralizado Período congelado para Cs	DPR, APS Centralizar Período congelado según ABC	Integrado Centralizado Rígido
Inventarios	Empezar a descentralizar Evitar obsolescencias Gestión externa	Descentralización de inventarios Niveles altos de stock cerca de los clientes Gestión mixta: empresa y operador	Iniciar centralización de inventarios Reducir niveles de stock regionales Gestión mixta: empresa y operador	Inventarios centralizados Niveles mínimos de inventarios Gestión propia

fig 13 Cambios en las variables infraestructurales

A medida que las líneas de producto van madurando deberemos adaptar también la red logística (figura 14). Pasaremos de una red descentralizada, con almacenes reguladores y regionales (válida para una estrategia de servicio al cliente), a una red centralizada de servicio-coste, donde, desde las fábricas enfocadas se llega a los clientes mediante almacenes regionales, muchos de ellos convertidos ya en plataformas logísticas con muy poco inventario.

Desde el punto de vista clásico, las empresas reconocen que para desarrollar un sistema de distribución física deben trabajar sobre cuatro grandes políticas (que coinciden con los costes logísticos de la figura 8). Son las siguientes:

- Inventarios: reducción permanente de stocks, sin llegar a rupturas de pedidos.
- Política de transportes: la rapidez y la flexibilidad frente a un bajo coste.
- Costes de almacenamiento: red y tipología de centros de distribución, optimización de espacios de almacenaje y máxima productividad en la gestión y preparación (*picking*) de pedidos.
- Administración: mejora de la eficiencia de los costes transaccionales y de los índices de servicio con los clientes y los proveedores.

La gestión individualizada de estas políticas alcanza un nivel de complejidad elevado cuando se constatan las interconexiones y los compromisos (*trade-offs*). De tal forma, si gracias a una política más cuidadosa en la gestión de stocks conseguimos reducir el número de almacenes, se pueden ver incrementados los costes de transporte. El mismo ejercicio puede hacerse confrontando el resto de variables. Este nivel de complejidad aumenta al relacionar los elementos que componen el sistema de distribución física, como parte de la política de distribución de la empresa, con las políticas de marketing: políticas de producto, precio, publicidad y promociones.

## La matriz producto – distribución



fig 14 La matriz producto distribución

Para ayudar a gestionar esta complejidad comentaremos dos propuestas necesarias:

- Segmentación por clientes, canales y líneas de productos. La primera propuesta se basa en la determinación de establecer mecanismos de cálculo de los costes logísticos basados en los criterios de la contabilidad de costes: desglosar los costes logísticos de la misma manera que calculamos los costes estándar de un producto en su proceso productivo. Cuando se alcanza este nivel de conocimiento de los costes logísticos, los podemos imputar a clientes o incluso a los pedidos. Así veremos cuál es la rentabilidad asociada a cada pedido, a cada cliente, a cada línea de producto o a cada canal. Es el sistema de contabilidad ABC, basado en la actividad. El resultado es que la empresa podrá segmentar su cartera de clientes y aplicar políticas concretas para cada segmento o canal.

Este ejercicio podría hacerse de forma inversa: en primer lugar, segmentar los clientes en función de sus necesidades y tipologías y, a continuación, definir una política de servicio con unos costes asociados que transparenten la rentabilidad de las operaciones, los clientes o los canales. Esta segmentación debería ser previa a la decisión de qué haremos nosotros y qué podemos externalizar. Por tanto, igual que ya hemos visto en compras, deberemos también segmentar por clientes y canales con el fin de definir los modelos de logística de distribución.

- Operadores logísticos externos. La segunda propuesta consiste en externalizar todo o una parte del sistema logístico. Una ventaja asociada a esta opción es que el operador permite visualizar los costes (mediante las facturas). Esto puede facilitar, y casi siempre lo hace, un

## Ejemplo de evolución de una red de distribución de gran consumo



fig 15 Ejemplo de red de gran consumo

marco tarifario específico para cada proceso logístico y/o canal y cliente. En general, externalizaremos el almacenaje y la repartición capilar, pero difícilmente podremos externalizar el diseño de la logística.

*En la figura 15 podemos ver un ejemplo de red de gran consumo (producción y distribución de Pet Foods en España), con las diferentes áreas en que deben servirse los pedidos de los hipermercados en menos de 48 horas. Hoy en día esta red ya ha eliminado el almacén de Sevilla y está estudiando convertir el almacén regional de Madrid en plataforma de tránsito, de manera que únicamente quede el almacén de la fábrica de Cataluña. La base del sistema son las plataformas de tránsito de los operadores multiclientes. Esta red opera con dos operadores logísticos, uno específico para el Mediterráneo y el País Vasco y otro para el centro y el sur del país. En este sector, el stock máximo de distribución es de unos doce días. Esta red operaba con el 35% de pedidos directos a clientes, que se superponía a la red diseñada.*

### 4.2.1.2 Modelo para determinar la mejor cadena de suministro para un producto

Otro modelo analizado (4) plantea cómo construir cadenas de suministro a partir de la naturaleza de los productos. Se basa en discriminar los productos según el nivel de predictibilidad de la demanda. Los productos con una demanda fácil de predecir y de estimar se definen como productos "funcionales". Los productos que tienen una demanda difícil de prever (como son por ejemplo los productos muy ligados a la moda) o, en algunos casos, de demanda totalmente impredecible o estacional se catalogan como productos "innovadores". Estas categorías de productos llevan asociadas un conjunto de atributos que aparecen definidos en la figura 16.

(4) El de Marshal Fisher, profesor de la *Wharton Business School*, sintetizado en el trabajo *What is the right Supply Chain for your product?* y publicado en la *Harvard Business Review*, marzo-abril de 1997.

	Funcionales (Demanda predecible)	Innovadores (Demanda difícil de prever)
Vida	+2 años	3 meses – 1 año
Margen de beneficio	5 – 20%	30 – 60%
Variedad	aprox. 15 categorías	Alta (en miles)
Error en la estimación	10%	40 – 100%
Carencias	1 – 2%	10 – 40%
Rebajas en precio	0%	10 – 25%
Lead Time (fabricar por pedido)	6 meses	1 semana

fig 16 Atributos de los productos funcionales y de los innovadores

Así pues, la naturaleza de los productos determina la selección de la cadena de suministro. A partir de esta premisa, determinaremos dos tipos de cadena de suministro (figura 17):

- a) Para los productos funcionales: redes eficientes orientadas a conseguir unos costes logísticos muy competitivos. La baja marginalidad del producto y su largo ciclo de vida nos fuerzan a ser muy estrictos en la gestión del binomio servicio-coste. Se observa una fuerte coincidencia con las estrategias logísticas que deben desarrollarse durante la fase de madurez del ciclo de vida del producto. Un ejemplo de producto funcional serían las sopas de Gallina Blanco o los *donuts* de Panrico.
- b) Para los productos innovadores: redes de respuesta rápida. La prioridad es la flexibilidad y la capacidad de respuesta inmediata. La brevedad del ciclo de vida de estos productos comporta que la prioridad del sistema logístico sea la adaptación a una demanda impredecible y, con frecuencia, muy variable. Se podría hacer un paralelismo con los productos de la fase de crecimiento que comentábamos en el modelo del ciclo de vida de la figura 11. Un producto innovador sería, por ejemplo, los bolígrafos y las plumas Innoxcrom o la ropa de Mango.

Dicho esto, muchas empresas tienen una única red de distribución por donde hacen pasar todas sus líneas de productos. Este modelo, igual que el modelo de ciclo de vida, determina que, puesto que las variables competitivas de las diversas líneas de productos son diferentes, necesitamos redes diferentes orientadas a un coste-servicio para los productos funcionales y orientadas a una respuesta rápida para los productos innovadores.

Este modelo puede dar un primer nivel de propuestas de soluciones para las nuevas necesidades logísticas que plantea el comercio y las transacciones aún limitadas entre empresas a través de Internet. Las nuevas tecnologías serán un gran facilitador para el acceso a nuevos mercados y para la creación de nuevos canales de comercialización; una gran herramienta al servicio de la desintermediación, un motor de mejora y de eliminación de costes de transacción, y un instrumento para el desarrollo de servicios personalizados.

## Cadena de suministro *Agile*

del *lean* al *agile*

“Adecuar las cadenas de suministro a las variables competitivas de las líneas de productos o divisiones”

Cadena de suministro	Productos funcionales (maduros)	Productos innovadores (nuevos)
Coste (coste/servicio)	Red eficiente (Campbell Soup, P&G)	Red no adecuada
Respuesta rápida (Innovación / flexibilidad)	Red a centralizar	Red rápida (Sport, Obermeyer's, Zara)

Debe evitarse hacer pasar los nuevos productos por cadenas de suministro tradicionales orientadas a coste

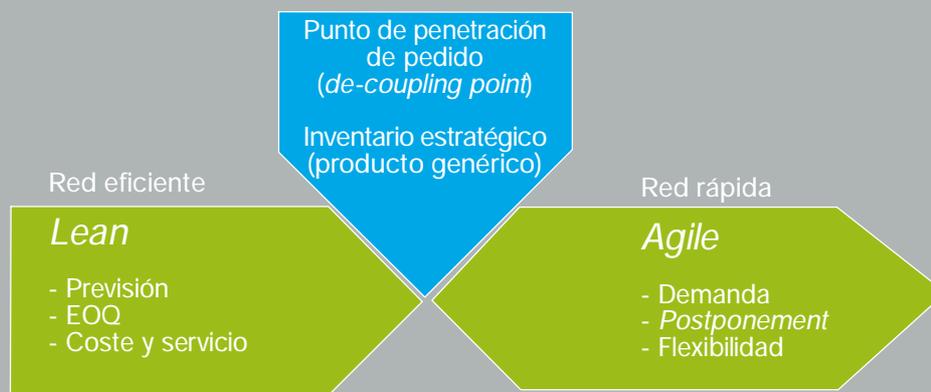


fig 17 El modelo de Fisher

### 4.2.1.3 El modelo *agile* frente al modelo *lean*

Muy íntimamente relacionados con el modelo anterior y los últimos avances en el campo de la logística se centran en combinar los modelos logísticos encaminados a mejorar la eficiencia de los sistemas (ajustados, *lean*) con aquellos que facilitan una capacidad de respuesta rápida (*ágiles*, *agile*). Así pues, los mismos conceptos de producción que hemos visto en el capítulo 3 son válidos para la logística (figura 17).

Mientras que el modelo *lean* agrupa los conceptos y las prácticas que mejoran la eficacia operativa y la eliminación de procesos que no aportan valor, el modelo *agile* se centra en implantar programas que faciliten el análisis y la capacidad de adaptación al comportamiento de la demanda. Una cosa es cumplir los compromisos que exigen nuestros clientes y otra muy diferente es entender cuáles son las claves a partir de las cuales nuestros clientes definen las ventanas de servicio. El modelo *ágil* se basa en una alta velocidad de distribución y de fabricación (figura 18) desde el momento en que recibimos los pedidos o hemos estimado la demanda futura, ya sea estadísticamente por la historia (productos funcionales) o con un comité de expertos (productos innovadores).

El llamado suministro *ágil* no es una filosofía o una visión sino una aproximación práctica a la organización de la gestión de la cadena de suministro y su capacidad de estructurarse en torno a cada cliente individual. El objetivo es organizarse en torno al ciclo de pedido en lugar de crear un producto o un servicio para que sea posteriormente suministrado al mercado.

Allan Harrison y René Van Hoek (5) proponen un mecanismo muy comprensible que permite marcar las fronteras entre el *lean* y el *agile* y lo hacen a partir de entender lo que definen como costes del proceso de suministro: a los costes de distribución física mencionados en la figura 8 de este capítulo deben añadirse los costes de adaptación al comportamiento del mercado, es decir, los costes derivados de las obsolescencias o las depreciaciones de los productos y los costes derivados de las rupturas de stocks (ventas perdidas).

Demasiado a menudo vemos que las empresas, por la razón que sea, no "contabilizan" estas otras partidas de coste. Dicho esto, también es cierto que cada vez son más las empresas que inician programas de rediseño del proceso logístico a partir de la constatación de que estos costes pueden, en muchos casos, superar los costes de distribución física. Esta línea de trabajo les permite alcanzar tres nuevos objetivos:

- Mejorar los sistemas de planificación de la demanda en un entorno caracterizado por constantes turbulencias.
- Facilitar los procesos de integración interna y externa al conectar los sistemas de información.
- Optimizar las capacidades productivas y de almacenaje.

El suministro ágil, completamente relacionado con las cadenas *pull*, dirigidas por la demanda, supone, pues, un salto cualitativo para la logística y la gestión de la cadena de suministro orientado a reforzar la importancia de la rapidez del servicio como elemento diferenciador y clave para la competitividad empresarial.

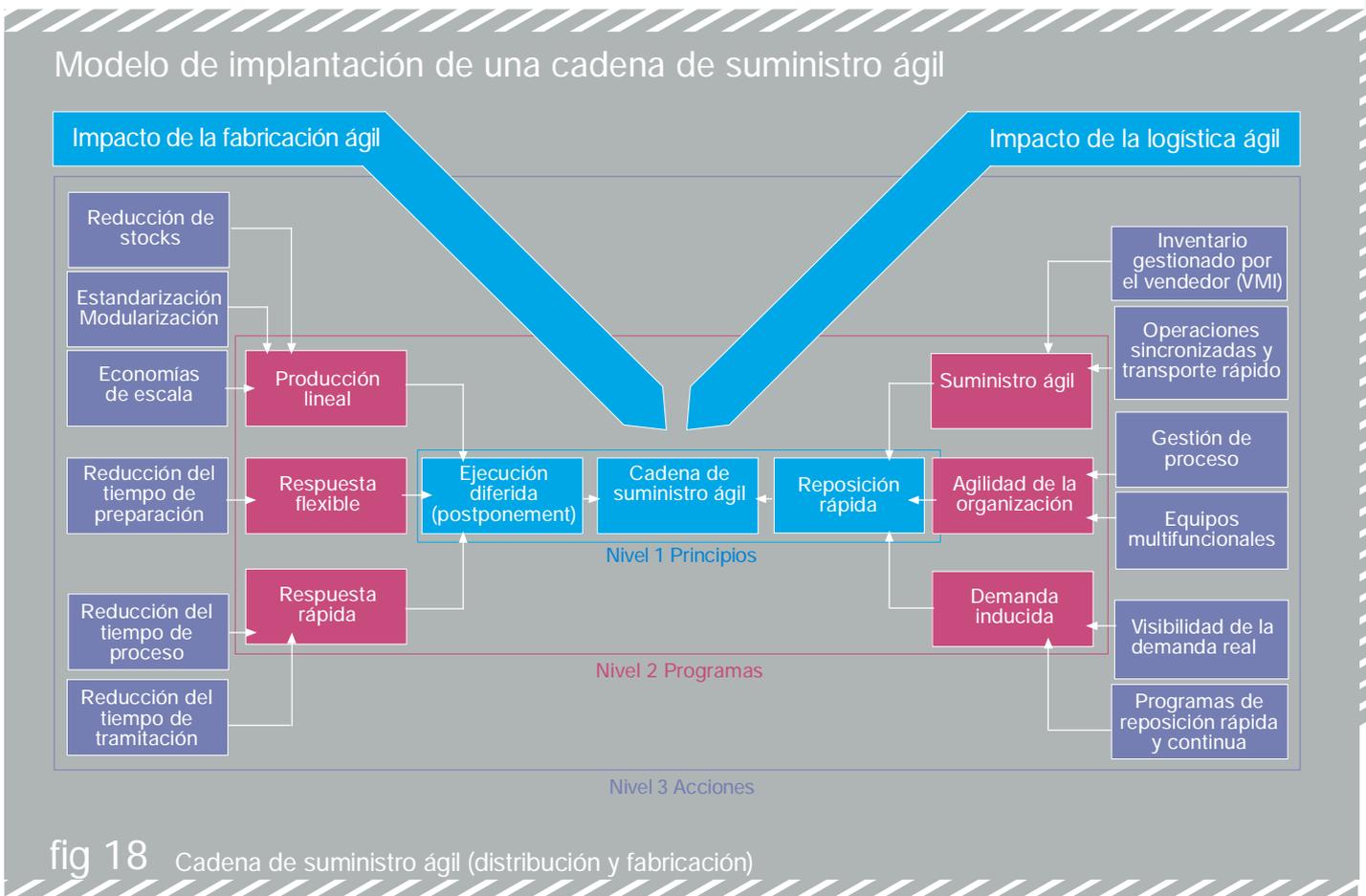


fig 18 Cadena de suministro ágil (distribución y fabricación)

(5) Profesores de la Cranfield School of Management. *Logistics and Supply Chain Management*. Prentice Hall, 2002.

Lógicamente, las empresas se ven obligadas a combinar cadenas de suministro con capacidades de mejora de la eficacia operativa y con capacidades de respuesta rápida. Así lo requieren la naturaleza de sus productos y las características de sus mercados, tal y como ya hemos visto en los modelos del ciclo de vida y de Fisher.

Allan Harrison, director de investigación de la *Cranfield School of Management* (Reino Unido) y profesor visitante del MBA de ESADE, lo ilustra de una manera muy precisa relacionando plazos de suministro y características de la demanda, tal y como podemos ver en la figura 20.

La logística ágil va unida, sin duda, a la baja predicción de la demanda y a volúmenes de fabricación muy pequeños y poco estandarizados.

*The Limited fue una empresa pionera y, ya en los años ochenta, redujo a menos de un mes el ciclo de diseño, producción y distribución de sus colecciones. Producía en Asia y traía la ropa desde Hong Kong a Estados Unidos varias veces por semana. Con jumbos 747 alquilados la transportaba a su centro de distribución de Columbus (Ohio) y desde allí, en camión, tren o avión, a las más de 2.400 tiendas que tenía en Estados Unidos. (Ver con detalle la figura 19).*

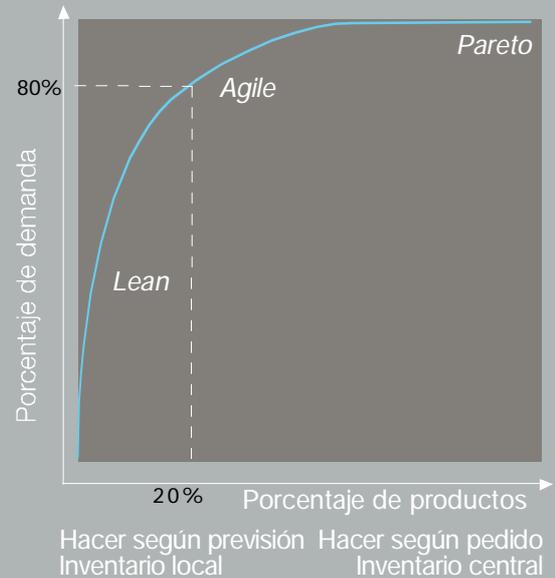
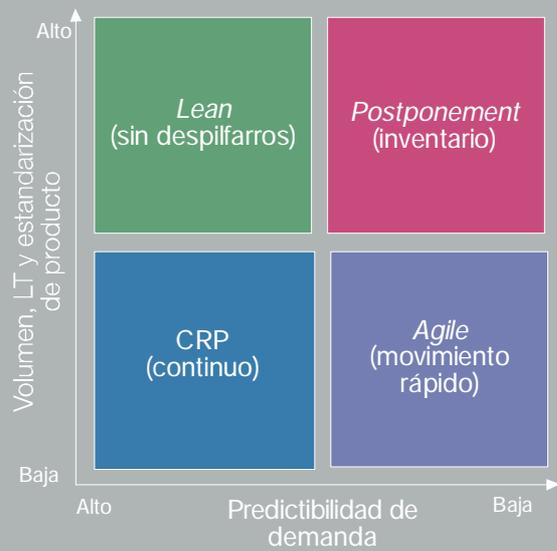
¿De qué forma The Limited reduce el plazo de reaprovisionamiento de la moda a 30 días?



fig 19 Ejemplo de logística ágil del grupo textil The Limited

Sin embargo, muchas empresas buscan fórmulas que combinen las ventajas de las economías de escala de fabricación (restricciones del sistema productivo) con sistemas de distribución rápida y personalizada. Tal y como hemos visto en el capítulo sobre producción, posponer las últimas fases del proceso productivo y de distribución facilita conseguir este doble objetivo, siempre que el volumen sea alto, los productos estén estandarizados y la predicción de la demanda sea baja (figura 20).

## ¿Cadena Agile o Lean?



CRP: *Continuous Replenishment Program*

fig 20 Predictibilidad de la demanda y programas de distribución

*Una empresa catalana de gran consumo modificó la entrega de sus productos a los mercados exteriores: en vez de enviar el producto acabado pasó a transferir las operaciones de embalaje y etiquetaje a los mercados de destino. De tal forma, la empresa no sólo ahorra en costes de transporte (ya que las unidades de embalaje se adquieren en los mercados de consumo) sino que resolvió la gestión de referencias derivadas de las condiciones específicas de etiquetaje de cada país (etiquetas diferentes según la normativa y los idiomas del país). A su vez, consiguió una gestión mucho más eficiente de los stocks con un nivel de rupturas de pedido inferior. Mantiene, pues, los stocks estratégicos y, por tanto, el punto de penetración del pedido (ver figura 17) en los envases de color sin etiquetar ni agrupar. Este punto coincide con el cuello de botella de la fabricación. A medida que van llegando los pedidos por país, se etiquetan los embalajes y se agrupan.*

La logística *lean* clásica se centra en volúmenes altos y en una alta predicción de la demanda. Coincidiría con el ejemplo de gran consumo de Pet Foods de la figura 15. Para volúmenes bajos de productos estandarizados con alta predicción de la demanda aplicaríamos, tal y como hemos visto en el capítulo sobre compras, los programas CRP (proceso de aprovisionamiento continuo).

*La figura 21 muestra el proceso CRP que inventó, hace ya más de diez años, Procter and Gamble y Wal-Mart, la empresa que más factura del mundo (250 billones de dólares) y el gran inventor de la logística detallista moderna. El programa se basa en tener datos de venta de todas las tiendas de Wal-Mart o su equivalencia (salidas de centro de distribución) y, a partir de aquí, fijar unos niveles máximos y mínimos de detergentes en los centros de distribución para que el fabricante los pueda ver con los sistemas de información de ambas empresas y vaya reaprovisionando de forma continuada.*

## EL CRP (Continuous Replenishment Process): P&G y Wal\*Mart



fig 21 El proceso de aprovisionamiento continuo entre Procter and Gamble y Wal-Mart

Así pues, el modelo ágil no sólo está relacionado con el ciclo de vida del producto y el modelo de Fisher, sino también con el sistema *pull* y el modelo de producción ajustada que hemos visto en el capítulo 3 y que podemos analizar con más detalle en la figura 18, (6) donde todo empieza con técnicas de cambio rápido (SMED).

*CIMSA Ingeniería de Sistemas es una empresa catalana líder mundial en fabricación de paracaídas deportivos. Si bien su mercado tradicional había sido el paracaídas militar, producido en masa para el ejército español, actualmente su enfoque de negocio (fruto de un replanteamiento estratégico sustentado en un afinamiento perfecto y en la agilización de sus procesos logísticos) es centrarse en el mercado de paracaídas deportivos, produciendo por pedido, personalizando el diseño y sirviendo el modelo deseado en tan sólo quince días. Es el modelo Dell de respuesta rápida y de personalización del pedido, aplicado, en este caso, al sector textil.*

### 4.3 Cómo organizar la competitividad de la logística

En el primer apartado de este capítulo hemos puesto un énfasis especial en detectar cuáles son las oportunidades que nos ofrece la logística y la gestión de la cadena de suministro en tanto que motores impulsores de la competitividad empresarial. En el segundo hemos repasado algunas de las estrategias de nos facilitarán alcanzar una gestión eficiente del sistema tiempo-servicio-coste. Para concluir facilitaremos ciertas líneas de trabajo que ayuden a organizar el proceso de mejora y desarrollo de logística.

(6) Martin Christopher, director del Centro Ejecutivo de la *Cranfield School of Management*.

a) El cambio interno

La logística es una actividad que interactúa con el resto de procesos de negocio de la empresa. Así pues, es una actividad que requiere la multidisciplinariedad y la participación activa de los directivos de las empresas. Por esta razón obliga a un cambio de enfoque sustancial: del movimiento físico de los productos a la dirección de personas e información. Como decimos a menudo, la función de un director de logística no es resolver los problemas logísticos entendidos en el sentido de "correr detrás de los pedidos", sino diseñar e implantar redes innovadoras y actuar como facilitador de cambios. A pesar de que esta afirmación no despierta un entusiasmo generalizado, el número de partidarios aumenta día a día. Es igualmente indiscutible que cada vez son menos las empresas que confían la logística únicamente a las funciones que realiza el jefe de almacén o el jefe de transportes.

b) El diseño organizativo orientado al proceso y no a la función

Las filosofías modernas de gestión se apartan cada vez más de las funciones y se orientan a procesos (consultar el capítulo 1). Es mucho más importante alcanzar unos niveles de resultados totales superiores a la suma de resultados internos de cada uno de los departamentos o áreas funcionales. La logística (visión interna) y la gestión de la cadena de suministro (visión externa) realizan aportaciones muy concretas en este campo:

- Desde una perspectiva comercial aportan capacidad de interacción con los clientes porque determinan y administran el nivel de servicio adecuado para cada cliente, canal o segmento y porque minimizan los costes transaccionales. Pero, muy especialmente, ayudan a mejorar los sistemas de planificación y gestión de la demanda.
- Desde una perspectiva de producción contribuyen a nivelar las capacidades y a determinar, en función de los plazos de entrega requeridos, las prioridades, la planificación y los ritmos de producción. Asimismo, contribuyen al proceso de desarrollo de nuevos productos, en la medida que reducen el tiempo de llegada al mercado de estos productos.
- Desde una perspectiva de compras, ayudan en el proceso de selección de proveedores y de materiales y a aplicar el nuevo marketing de compras que hemos visto en el capítulo 2.

c) La necesidad de crear relaciones de colaboración de beneficio compartido

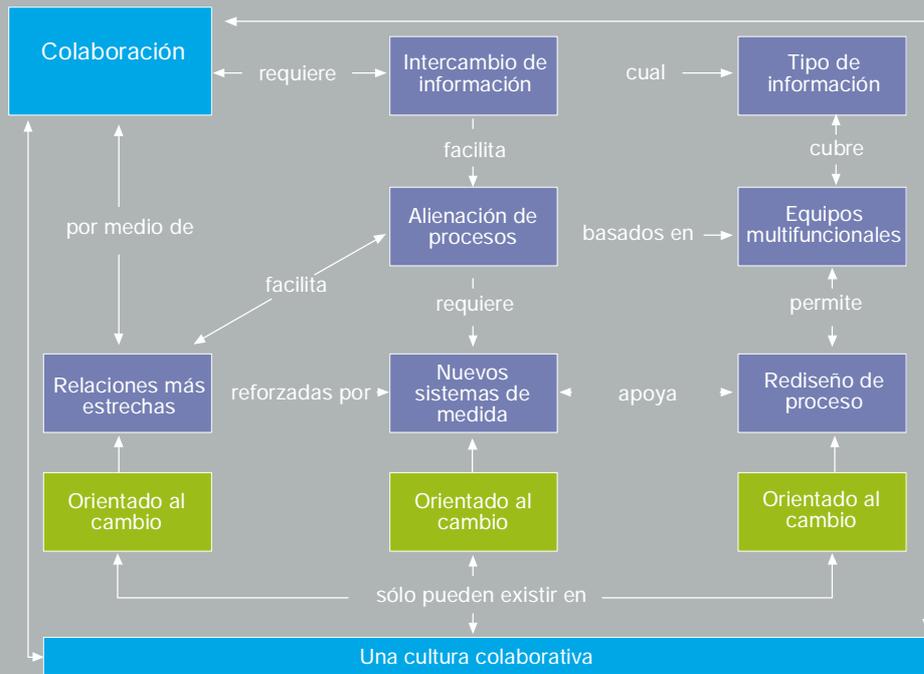
La integración interna da paso a la integración externa. Los procesos de concentración empresarial y la necesidad de crear alianzas estratégicas, junto con la necesidad ya mencionada de mejorar la competitividad, fuerzan a las empresas a establecer nuevos marcos de relaciones basados en la colaboración, el intercambio de información y la compartición de recursos. Para transformar relaciones competitivas en relaciones colaborativas nos encontramos ante tres obstáculos: el primero son los propios legados históricos, el segundo es la poca predisposición que tienen las empresas para compartir información y el tercero, y probablemente el más difícil de resolver, son los criterios de distribución de los beneficios que se derivan de ello.

Mark Barrat y Marteen Green (7) proponen un modelo de relaciones colaborativas en que se considera la necesidad de introducir cambios culturales, la necesidad de crear equipos multiempresas, la compartición de información y la alineación de los procesos. En la página web: [www.cpfr.org](http://www.cpfr.org) podemos ver el modelo colaborativo CPFR (*Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment*, colaboración en planificación, previsiones y aprovisionamiento) de "cómo debemos hacerlo" para poder planificar juntos.

(7) *The cultural shift: The need for a Collaborative Culture: proceeding of the Supply Chain Management Conference.* Cranfield School of Management, 2001.

El *Supply Chain Council*, formado por representantes de más de 500 empresas de diversos sectores, publicó también un modelo de referencia ([www.supply-chain.org](http://www.supply-chain.org)) para la creación de un estándar consensuado respecto a la definición, el alcance y los sistemas de evaluación de los procesos operativos para la gestión de la cadena de suministro, es decir, "lo que debemos hacer" para integrar la cadena de suministro. Este modelo, denominado SCOR (*Supply Chain Operations Reference*), y que se basa en suministrar, producir, entregar y retornar (logística inversa) se presenta también en la figura 22.

### Modelo de colaboración (el cambio cultural)



### Modelo SCOR: cinco procesos diferentes de gestión de la cadena

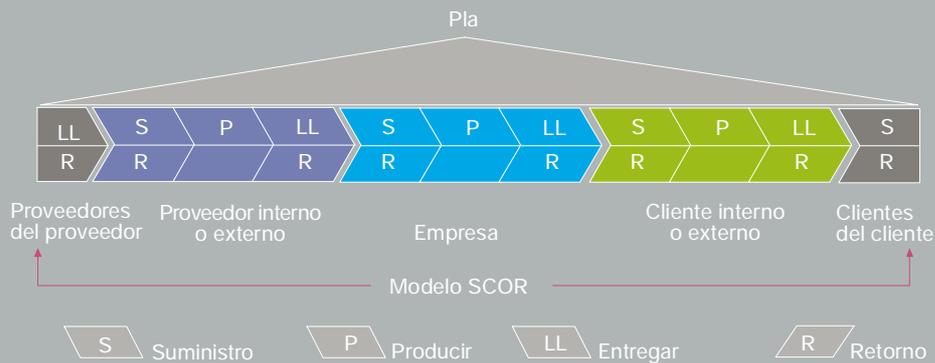


fig 22 El modelo colaborativo y el modelo de referencia SCOR

#### d) El desarrollo y la implantación de nuevos sistemas de información

Las implantaciones de nuevos sistemas de información acostumbran a ser tan dolorosas como necesarias. Si bien es cierto que el nivel de desarrollo de las tecnologías de la información y la comunicación ha experimentado progresos evidentes, también lo es que persiste un cierto grado de confusión a la hora de seleccionar las aplicaciones más idóneas y escoger

los proveedores más adecuados (sobre todo para las pimes). Este aspecto se tratará en el capítulo 5. (8) Deben señalarse las siguientes consideraciones:

- Consideramos necesaria la introducción de sistemas de gestión de almacenes (SGA) que incorporen, preferentemente, el uso de la radiofrecuencia y los códigos de barras y sus lectores ópticos. La asociación AECOC, (9) por ejemplo, estandariza las prácticas en el mercado de gran consumo; Odette lo hace en el automóvil. El mercado de oferta está en disposición de ofrecer toda una gama de aplicaciones de alto rendimiento a unos costes asumibles. Asimismo, proponemos la posibilidad de analizar la implantación de sistemas de gestión de transporte. Estas sugerencias son especialmente destacables si consideramos las carencias que presentan en este campo los grandes sistemas de gestión global.

*La empresa ISDIN, fabricante de productos farmacéuticos, conecta las aplicaciones en sistemas de gestión de almacén con su sistema de planificación de recursos (ERP).*

- Recomendamos invertir en las interconexiones (interficies) informáticas con proveedores y distribuidores (*hubs*). El intercambio de información entre las partes facilita una comunicación más fluida, de mejor calidad, a la vez que reduce los costes de transacción. Internet es, sin duda, un área que debe explotarse en este sentido. Del EDI (intercambio electrónico de datos) pasaremos sin duda al protocolo XML (*extensive markup language*, lenguaje de etiquetaje sensible), ya que la inversión es menor y, además, permite compartir información entre diferentes empresas.

#### e) La externalización de la función logística

La industria de prestatarios de servicios logísticos ha experimentado un fuerte crecimiento durante los últimos años. Y lo ha hecho de forma sostenida, tanto desde un punto de vista cuantitativo como cualitativo. La gama de servicios logísticos ofertados ha aumentado significativamente para atender las nuevas necesidades de los clientes, a la vez que se han mejorado las condiciones de contratación.

Dejar en manos de operadores logísticos algunas actividades como son el almacenaje, la manipulación y la distribución de los productos supone aprovechar el nivel de competencias derivadas de la especialización, acceder a recursos que las pymes no pueden hacer frente de forma individualizada, mejorar la flexibilidad y, a la vez, contribuir a transparentar y a hacer variables partes de los costes logísticos (lo cual evita mantener una estructura fija permanente).

#### f) Los indicadores

No se puede gestionar lo que no se mide. No hay ningún sistema logístico fiable sin mecanismos de medida y control: las métricas o los indicadores sirven de instrumento de aceptación común para evaluar el nivel de progreso, pero sobre todo son muy útiles a la hora de determinar el origen de los problemas y la aplicación de medidas correctoras.

Para fijar un sistema de indicadores deberemos definir lo que se mide, cuáles son los mecanismos utilizados para medir, la periodicidad con que se realizará y cómo se utilizarán los resultados obtenidos.

(8) Ver también *Eines de Gestió de la Cadena de Subministrament*. CIDEM, 2003.

(9) AECOC es la Asociación Española de Codificación Comercial.

En una primera fase, las empresas acostumbran a establecer sistemas de indicadores de tipo cuantitativo. Nosotros proponemos completarlos con indicadores cualitativos que contribuyen a evaluar el nivel de competencias alcanzado por las organizaciones en el campo de la logística y la gestión de la cadena de suministro (figura 23). (10)

En la figura 24 vemos un ejemplo de cuadro de mando con indicadores KPI (*Key Performance Indicators*, indicadores clave de eficiencia).

g) El tiempo total

Finalmente, queremos reincidir en la importancia de conocer el tiempo total de una cadena de suministro (tiempo de proceso, tiempo de transporte y tiempo de inventarios).

*La empresa de alimentación de la figura 25 se dio cuenta, elaborando el mapa temporal, de que entre ella, un fabricante y un suministrador, la cadena de suministro se elevaba a casi 200 días de tiempo total, incluyendo 140 días de inventarios, mientras que el tiempo de proceso era sólo de 55 días. Optimizando el mapa de tiempo se puede conseguir una mejor previsión de la demanda y una reducción total del coste de inventario (ahorros de financiación, obsolescencia, seguro, gestión, etc.)*

<b>Distribución</b>	<b>Satisfacción del cliente:</b>
Plazos de distribución Fiabilidad de los plazos de distribución Entregas en fechas predeterminadas Frecuencia de entregas Plazos de preparación de pedidos Fiabilidad de los pedidos Productividad Costes de distribución	Tasa de fidelización Preferencia por la marca Satisfacción de los distribuidores Nivel de servicio
<b>Stocks</b>	<b>Flexibilidad:</b>
Niveles de stocks Disponibilidad de stocks Velocidad de rotación de inventarios Rupturas de stock Fiabilidad de stocks Costes de almacenaje	Tiempos de reacción a nuevas peticiones Comunalidad de componentes y materiales Tiempos de cambio de productos
<b>Administración</b>	<b>Compromiso del personal:</b>
Reclamaciones Procedimientos de reclamación Ciclo de pedidos (días) Conformidad de las facturas, notas de entrega	Rotación de personal Sugerencias presentadas y aceptadas Cultura de servicio de los colaboradores Formación y entrenamiento del personal
<b>Devoluciones</b>	
Porcentaje de devoluciones Tipología de devoluciones	

fig 23 Lista de indicadores logísticos

(10) Consultar la herramienta de diagnóstico logístico *AD log*. CIDEM, 2003.

## SCM Score Card: cuadro de mando de la cadena de suministro



fig 24 Ejemplo de cuadro de indicadores de mando

### 4.4 Conclusiones

A partir de la primera definición de A. T. Kearney de lo que es una cadena de suministro (figura 26) es importante resaltar que la gestión debe comenzar siempre desde el mercado, con datos reales (sistemas *pull*), y evitar las previsiones de una demanda que cada vez será más fluctuante.

Debemos decir que los errores de previsión se amplifican a medida que retrocedemos en la cadena de suministro a causa de retrasos temporales, de la existencia de lotes mínimos económicos de producción, de la política comercial de promociones, etc. (consultar el efecto Forrester en la figura 27). El objetivo de la cadena de suministro debe ser responder en tiempo real, tan rápido como sea posible, a la demanda, comprando, fabricando y distribuyendo lo que sea necesario en el momento en que se necesita. Este nuevo paradigma minimiza la duración temporal de la respuesta de la cadena y elimina uno de los principales despilfarros: el inventario.

Debe destacarse la importancia de la colaboración entre empresas en las cadenas de suministro, que ya ha empezado en nuestro entorno con los proyectos de colaboración ECR (*Effective Consumer Response*, respuesta efectiva del consumidor) entre fabricantes y detallistas de gran consumo, entre los que hemos destacado el CRP (modelo de aprovisionamiento continuo).

En lo que se refiere al impacto de las nuevas tecnologías en la cadena, en ESADE pensamos que para gestionar las compras será necesario montar interconexiones (*hubs*) colaborativas entre clientes y proveedores (empezando por los estratégicos). Tecnologías como son el EDI actual o el XML de futuro nos resultarán de gran ayuda. Cuanto mayor sea el grado de colaboración (*partnership*), más información necesitaremos intercambiar.

## Mapa de la cadena de suministro: un ejemplo

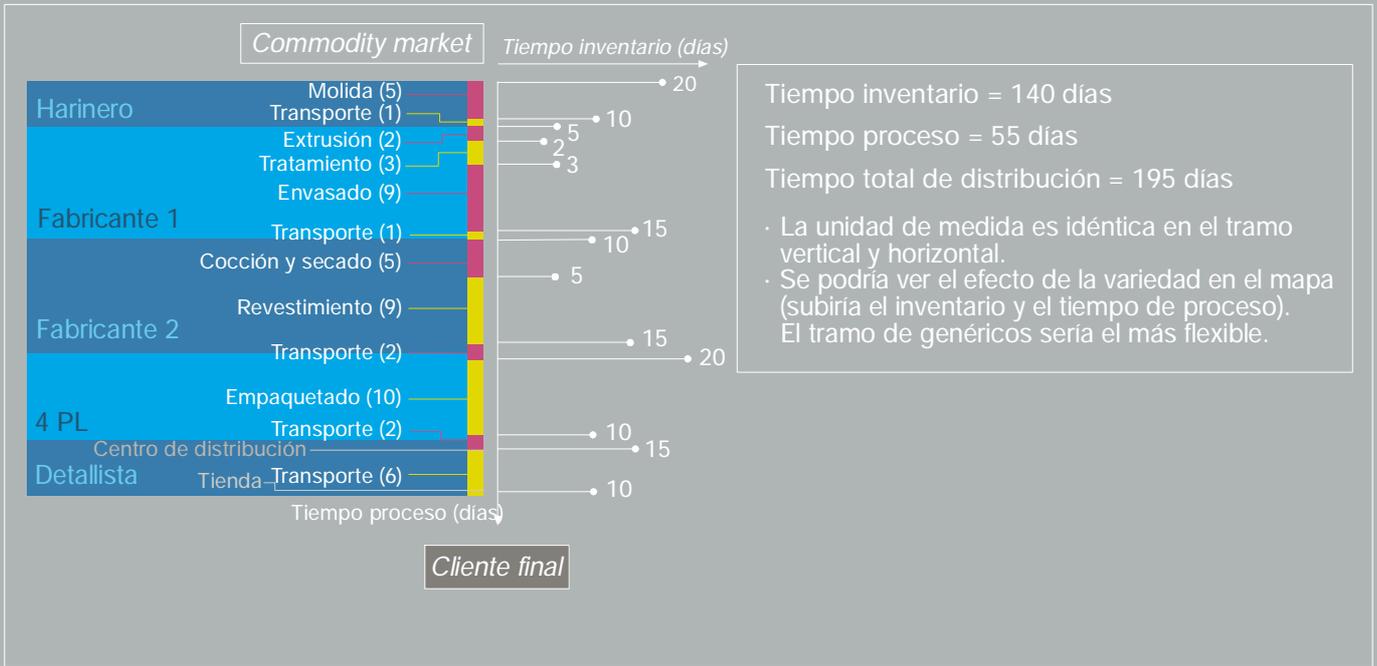


fig 25 Ejemplo de mapa de la cadena de suministro

## Implantación del SCM: ventajas competitivas

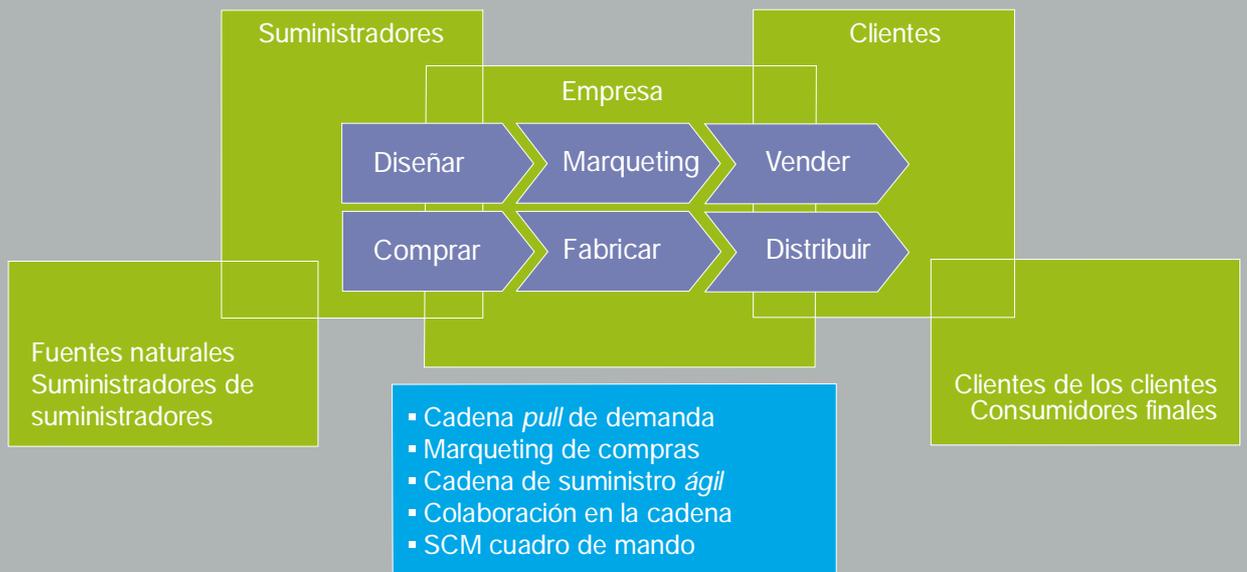


fig 26 Cadena de suministro

## La dinámica de la cadena de suministro

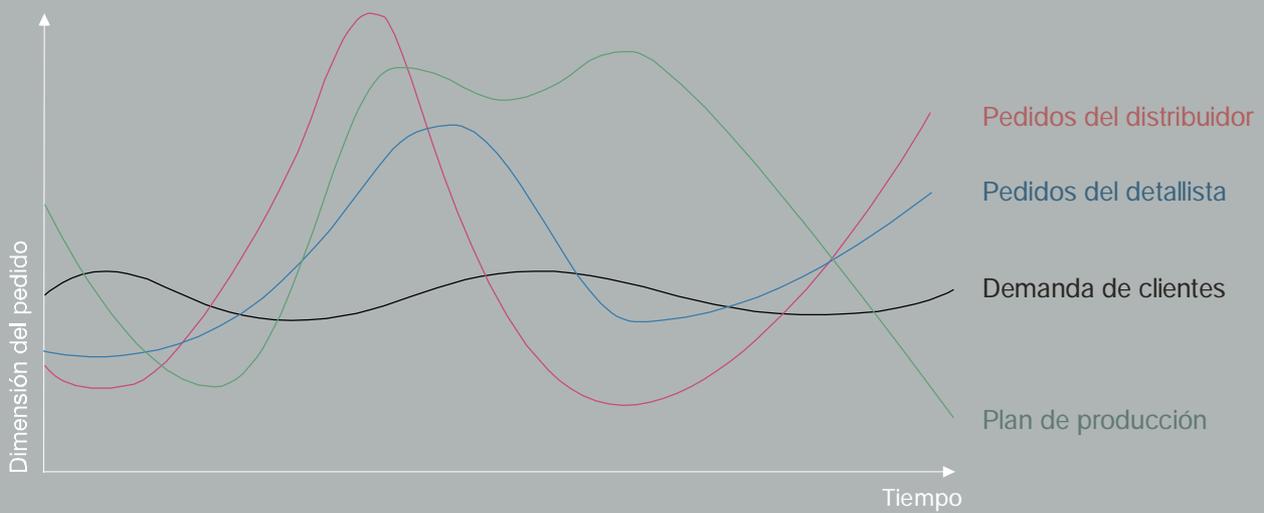


fig 27 Efecto amplificador Forrester

El impacto en la fabricación ha sido objeto de análisis con la aparición de los especialistas en manufactura (*contract manufacturers*) que centran su habilidad en las actividades productivas. La técnica del aplazamiento (*postponement*) es la capacidad de personalizar los productos tan tarde como sea posible, cosa que dota a la cadena de suministro de una gran flexibilidad aparente.

En lo que se refiere a la distribución y el transporte, debemos indicar la importancia del seguimiento y la trazabilidad (*track and trace*), es decir, tener visibilidad del estado de nuestros productos, aprovisionamientos y pedidos en cada momento.

*Andreu Pintaluba, S.A. es una empresa líder en España en la fabricación y distribución de aditivos, premezclas medicamentosas para la alimentación animal y productos zoonosanitarios. Las instalaciones de Reus (Tarragona) permiten mantener un stock capaz de satisfacer cualquier tipo de demanda y la red propia de distribución, la entrega en un plazo máximo de cuarenta y ocho horas en cualquier punto de la Península Ibérica. Andreu Pintaluba, S.A. ha incorporado un sistema LES (Logistics Execution System) muy útil para el almacenaje y la trazabilidad en el sector veterinario.*

Al poder separar ya las economías de los materiales de las economías de la información, surgirían empresas de compras virtuales, de fabricación virtual y de distribución virtual que no serán más que intermediarias tecnificadas que entrarán en las nuevas cadenas de valor.

*Algunos portales de transporte, como son Ágora de Damm o Intelogística del grupo Agrolimen, han hecho un gran esfuerzo por disminuir los retornos de transporte a base de conseguir que las empresas colaboren (aunque sean de diferentes sectores). En el primer caso (figura 30), el 34% de los transportes interregionales en España van vacíos de retorno. La colaboración futura entre empresas y la intermodalidad de los transportes harán descender sin duda estas cifras en un futuro próximo.*

## Logística de entrada y de salida

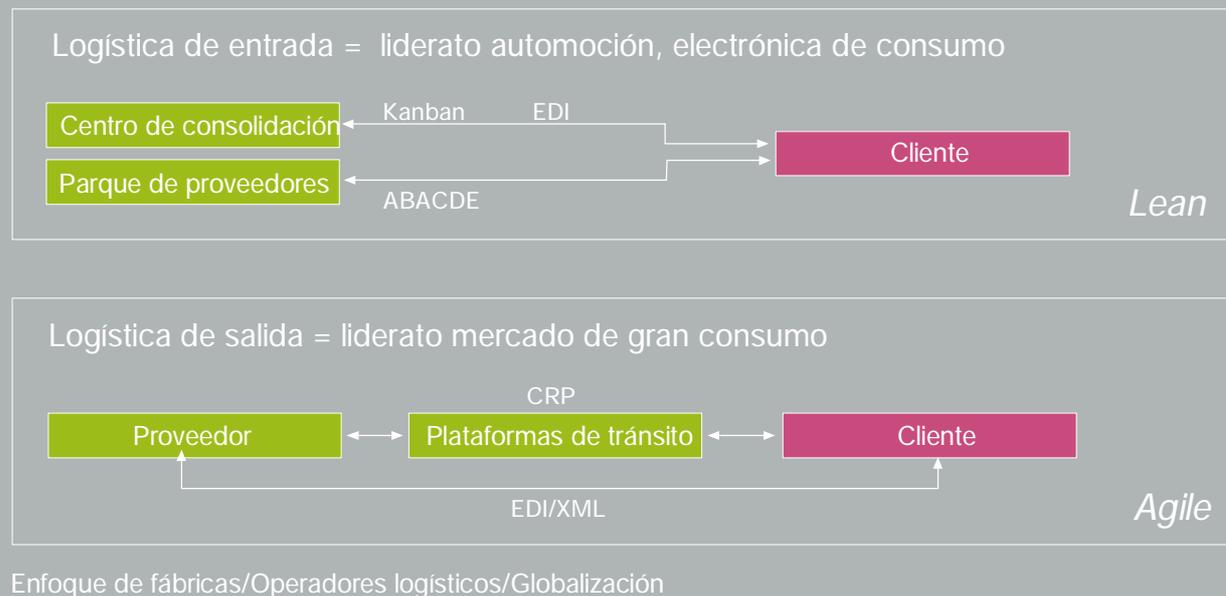


fig 28 Modelos de logística de entrada y de salida

Aunque cada sector industrial es diferente, se da una secuenciación de sectores en lo que se refiere a los modelos logísticos. El sector del automóvil ha sido el paradigma en gestión de compras, en logística de entrada y en operaciones ajustadas (*lean*), que se ha impuesto después en otros sectores como es la electrónica de consumo. Este modelo se visualiza en la figura 28, donde al parque de proveedores llega la secuencia de suministro de conjuntos ABACDE según la previsión de fabricación de automóviles ordenados que irán saliendo de la cadena de montaje y de los centros de consolidación las piezas pequeñas, que se suministran a las líneas de montaje según señales kanban.

Respecto a la logística de salida, el sector de gran consumo de fabricantes y detallistas ha sido el más avanzado, con un reaprovisionamiento continuo del stock de cliente. Y sectores como el farmacéutico y el químico se están orientando hacia modelos similares. Así pues, en la logística de salida se están imponiendo los almacenes centrales en las fábricas, normalmente dirigidos por un operador logístico, que desarrollan toda la capitalidad de la red con plataformas de tránsito o almacenes de conexión con muy poco stock (figura 28).

Debemos considerar, asimismo, que el mismo producto puede condicionar la estrategia logística. Para distribuir agua o cereales para el desayuno, los transportes deben ir totalmente saturados, puesto que su densidad de valor (precio por unidad de volumen) es baja. El coste del transporte, transferido al precio del producto, dependerá inevitablemente de este parámetro logístico. De la misma forma, la distribución de las plantas productivas puede considerarse también desde una óptica de densidad de valor logístico.

Aunque es muy importante ver qué hacen los competidores, todavía lo es más analizar el sector que nos precede en buenas prácticas, e intentar adaptar los conceptos innovadores que ya ha implantado. En este sentido, el sector del automóvil está ya analizando el de gran consumo para mejorar su distribución, y el de gran consumo se fija en el del automóvil para mejorar la logística de entrada.

## Cadena de suministro *Agile*: la variable competitiva tiempo

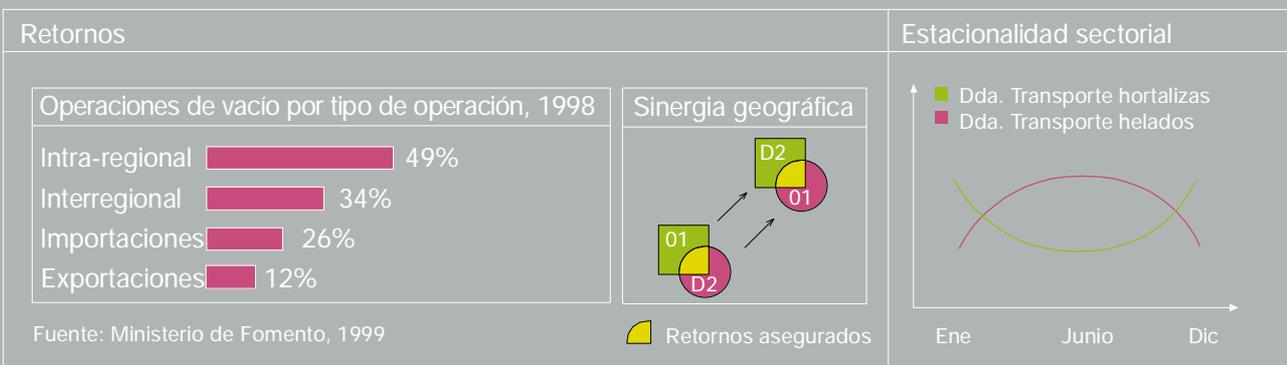


fig 29 Tiempo total (inventarios y valor añadido)

## Portal de transporte

### Principales ineficiencias del sector: desaprovechamiento de sinergias

Se detecta una falta de aprovechamiento de sinergias en los sectores provocada por la falta de transparencia en la información. Se observan dos efectos: un número elevado de retornos de vacío y una estacionalidad sectorial en el transporte.



La consecución de estas sinergias produciría una disminución de retornos de vacío así como un incremento de la rotación de activos y, por tanto, una disminución global del coste de transporte, lo cual incrementaría la rentabilidad.

fig 30 Portal de transporte Ágora



La cadena de suministro ágil (figura 29), creemos en ESADE, se irá imponiendo en muchos más sectores durante este siglo XXI, ya que la variable tiempo se convierte en la más importante de la logística. Reducir el tiempo total de la cadena de suministro (inventarios, procesos y transporte) se está convirtiendo ya en el objetivo más importante para conseguir una ventaja competitiva significativa en las empresas.

## 5 La planificación y el control de la cadena de suministro

### 5.1 La definición de planificación y objetivos

“La planificación lo es todo... Los planes no son nada” (1)—y difícilmente se cumplen. Qué afirmación tan acertada en el cambiante entorno actual, en el que la planificación resulta una actividad fundamental para poder anticipar y determinar lo que debemos hacer, tanto en el futuro (acciones que debemos realizar a largo, a medio y a corto plazo), como en el momento actual. Si la actuación implica necesariamente el uso o el consumo de unos recursos que, por definición, son escasos, el objetivo último de la planificación es la maximización de los resultados que obtenemos en la utilización o el consumo de los primeros. Anticipando, previendo lo que puede pasar en el futuro y preparándonos para afrontarlo ahorramos muchos recursos que, de otra forma, la empresa gestionada sin planificación previa malgastaría, por el hecho de estar siempre aplicando soluciones “apagafuegos”, precisamente por falta de previsión.

A pesar de ello, aunque reforcemos el mensaje de que planificar es fundamental, no debemos olvidar que los planes o las previsiones difícilmente se cumplen. Bien al contrario, se suelen producir acontecimientos

El sistema informal de planificación y control de operaciones:  
la fábrica gestionada por medio de la crisis

Materiales	Ingeniería y Calidad	Producción	Comercial y asistencia Técnica
Planificación elabora planes alternativos para pasar de los productos para los que faltan componentes a otros productos	Ingeniería adapta algunas máquinas para poder procesar los materiales alternativos que ha encontrado compras	Se ven grandes montañas de stock dentro de la planta. El stock está desequilibrado.	Planificación comercial renegocia las fechas comprometidas con los clientes y reclama pedidos fuera de fecha de producción
El personal de compras busca materiales alternativos para poner en marcha los procesos más urgentes y reclama a los proveedores por teléfono	Calidad estudia si se pueden aceptar los problemas introducidos por los materiales alternativos	Ciertas líneas o procesos están parados por falta de materiales	El servicio de asistencia técnica pasa buena parte del tiempo atendiendo quejas por falta de calidad
Almacén trabaja con una lista de urgencias cada vez más grande	Los cambios continuados de ingeniería generan un stock de obsoletos cada vez más grande	Los encargados buscan materiales en el almacén y discuten con compras y planificación	Los costes de las reparaciones en garantía y de las penalizaciones por incumplimiento de plazos se han disparado.
		Personal estudia la problemática social por los paros continuos de la fábrica y la contratación de horas extras	

fig 1 Gestión por medio de la crisis

(1) Dwight D. Eisenhower, general norteamericano y presidente de los Estados Unidos de América.

totalmente imprevistos y hay que saber reaccionar con rapidez y flexibilidad. Tan pronto como vemos que lo que habíamos previsto no sale como esperábamos hay que planificar y replanificar, y hay que hacerlo deprisa, porque si no, al ritmo que están cambiando las cosas, podemos perder la confianza de los clientes finales.

La planificación es el factor crítico para una utilización eficiente de los recursos. Asimismo, el futuro de la empresa dependerá de la correcta ejecución de estos planes, y sobre todo de la revisión correspondiente y de la adaptación con el fin de ajustarse a lo que pide el mercado. Si la velocidad de ajuste de los planes es vital, también lo es poder recoger y transmitir la información de lo que está pasando en los diferentes puntos de la cadena a los órganos de decisión.

Por este motivo, en los últimos años, las empresas han apostado fuerte por los sistemas integrados de planificación de empresa —*enterprise resources planning* (ERP)— (2) como medio para asegurar que todas las decisiones que se toman estén basadas en la misma información, facilitando de esta forma una coordinación de sus actuaciones con un fin último: que la empresa gane dinero. Porque sólo si la empresa gana dinero podrá derivar una parte a la investigación y al desarrollo de soluciones (en forma de productos o servicios) para los problemas que se plantean hoy a nuestros consumidores y continuar ganándonos su confianza, lo cual, ciertamente, es lo único que puede garantizar nuestra supervivencia en el futuro.

En la primera parte del capítulo nos centraremos en el principio de los sistemas ERP y más concretamente en el MRP (*manufacturing resources planning*, “planificación de recursos de manufactura”). Más adelante revisaremos los nuevos sistemas SCMP (*supply chain management planning*, “planificación de la gestión de la cadena de suministro”), concretamente los APS (*advanced planning and scheduling*, “planificación avanzada”), que incorporan la mayoría de elementos que faltan en los MRP clásicos, entre los cuales están la planificación de la demanda, la conexión con nuestros proveedores, la programación de la fabricación, la optimización del transporte, etc.

### Un único plan lidera la ejecución Sistema formal de planificación y control



fig 2 Sistema formal de planificación y control

(2) Consulte *Eines de Gestió de la Cadena de Subministrament*, CIDEM, 2003.

## 5.2 Los sistemas para la gestión de las operaciones

Básicamente hay dos formas de enfrentarse a la gestión de una empresa:

- La gestión derivada de la crisis (figura 1) como fruto de la falta de planificación (*management by crisis*), cuyas consecuencias tienen numerosas manifestaciones según cuál sea el departamento afectado.
- La gestión por medio de un sistema formal de planificación y control (figura 2), en la que un único plan lidera toda la organización, desde las decisiones más estratégicas a su ejecución.

En el esquema anterior (figura 2) podemos ver cómo la empresa define en primer lugar su estrategia y cuantifica sus expectativas de negocio en una previsión de demanda. El resto de funciones, entre ellas la de operaciones, desarrollan su plan para ayudar a que la compañía alcance sus objetivos. La integración de todas estas estrategias funcionales toma forma en lo que se conoce como plan de negocio, en el cual se especifican las líneas maestras de actuación coordinada para todas las funciones.

Ya dentro del ámbito de las operaciones, lo primero que hay que fijar, una vez tenemos la previsión de la demanda (que veremos en detalle al final del capítulo en la planificación de la cadena de suministro), es el índice o la velocidad necesarios para que nuestro proceso funcione (lo que nosotros hayamos decidido que es más adecuado —proyecto, taller, discontinuo, repetitivo / línea de montaje o continuos— para el tipo de entorno al que nos queremos enfrentar), tal y como ya se ha visto en el capítulo 1, para poder cubrir la demanda esperada de forma agregada y alcanzar los niveles de stock deseados. Todo ello teniendo en cuenta unas restricciones de capacidad (que hemos fijado nosotros mismos al decidir sobre el volumen de nuestras plantas y los tipos de equipo y recursos humanos implicados) y unos determinados gastos de producción y de mantenimiento de stock.

El *output* (salida) de este proceso se conoce como plan agregado de producción, mediante el cual se evalúan, por líneas de productos o familias que usan recursos similares, las necesidades de producción derivadas de nuestras decisiones estratégicas; su horizonte temporal puede variar desde los próximos meses hasta de aquí a dos o tres años.

La empresa define a continuación su estrategia de producción. En este sentido, y llevada al extremo, la empresa puede optar por dos posiciones:

- Estrategia de producción uniforme o nivelada, que parte de la base de que los costes derivados de los cambios introducidos son más elevados que las ventajas de una producción continua – una vez determinado un nivel óptimo – a pesar de que se deriven unos stocks por los desajustes que sin duda se producirán entre la tasa de producción fijada y la demanda del mercado. Se corresponde en técnicas de manufactura ajustada (*lean*).
- Estrategia de producción a la caza, que pretende minimizar, o bien eliminar, los riesgos y costes derivados del stock que se produce cuando el rendimiento y el consumo final no coinciden. Esta estrategia prioriza la flexibilidad ante cualquier otra consideración y fuerza a una adaptación continua de los recursos a la demanda, lo cual puede llegar a ser extremadamente costoso si los gastos de esta flexibilidad infinita que se pretende alcanzar no son premiados por el mercado en forma de precios más elevados. Esto estaría más en solfa con el ágil entorno que hemos visto en el capítulo 4 y en éste.

Así pues, las empresas en general, exceptuando casos muy concretos, optarán por una posición híbrida entre ambas posiciones y se decantarán por la eficiencia productiva más que por la

adaptabilidad, o viceversa, de acuerdo con las variables competitivas que exija el mercado al que orientan sus productos o servicios. Una vez definida la estrategia productiva adecuada, y teniendo en cuenta todas las limitaciones, obtenemos el plan agregado de producción que nos servirá como marco de referencia para las planificaciones a corto plazo de la fabricación así como las decisiones asociadas de aprovisionamiento y de distribución de la cadena de suministro.

Sin embargo, en el día a día, las empresas necesitan una guía más concreta de lo que debe hacerse en referencia a la producción de productos acabados (PA). Para ello podemos emplear dos métodos o herramientas de planificación:

- método de punto de pedido,
- plan maestro de producción (*master production schedule*, MPS).

Ambos nos indican qué debemos fabricar, en qué momento y en qué cantidad, a pesar de partir de aproximaciones diferentes.

1. El sistema de punto de pedido (figura 3), con todas sus variantes (lo desarrollaremos al final, cuando tratemos de los modelos de stock de cantidad fija de pedido y modelos de revisión periódica), basado en una predeterminación *ad hoc* del lote económico de aprovisionamiento o producción, fundamenta su lógica en que, cada vez que el nivel de stock alcanza un nivel mínimo predefinido (modelo de cantidad fija) o cada vez que se llega a un momento predeterminado en el tiempo (modelo de revisión periódica), debe hacerse un pedido o una orden de reposición que, cuando nos llegue, nos permita recuperar nuestro nivel de stock de producto acabado. Este modelo parte de la base de que la demanda tendrá un comportamiento más o menos uniforme durante el periodo planificado pero, conscientes de que la realidad no se comportará así, deberemos fijar unos stocks de seguridad (SS) para poder hacer frente a las demandas inesperadas si no queremos correr el riesgo de perder ventas, de acuerdo con el nivel de servicio al cliente (NSC) que predeterminemos.

### El sistema de punto de pedido (I)

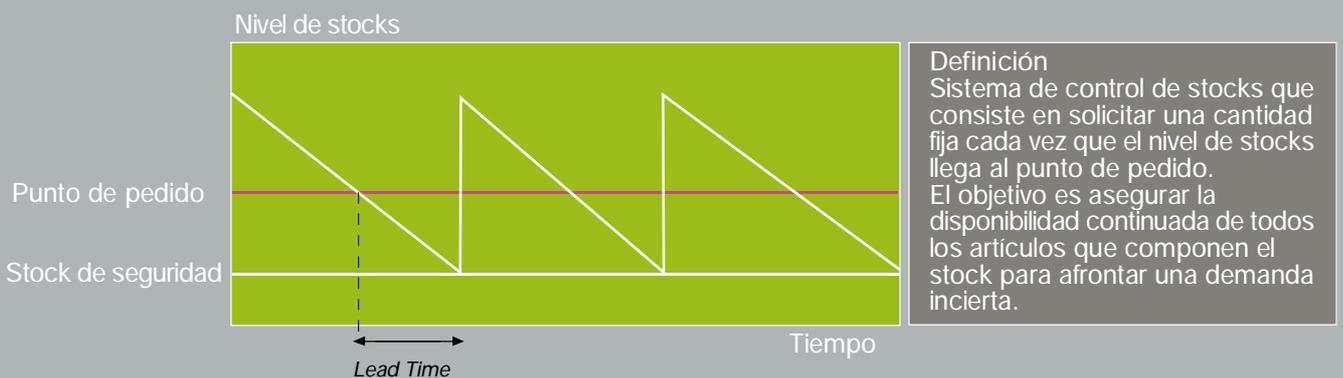


fig 3 Método de punto de pedido

Otro parámetro clave en la definición de este SS será nuestra capacidad de respuesta ante los imprevistos, es decir, nuestro tiempo de reacción (*lead time*). Cuanto más largo sea más nos costará recomponernos y, por tanto, mayor debe ser el stock de seguridad asociado.

2. El plan maestro de producción de la figura 4 (pieza fundamental en un sistema de planificación de necesidades de materiales MRP) es un modelo de determinación de lo que debe hacerse a modo anticipativo, a diferencia del modelo anterior, que es reactivo.



compra y su cantidad, para que los materiales y componentes lleguen en el momento en que los necesitamos.

## Sistema MRP-II de Planificación



fig 5 Sistema MRP-II

## Ejemplo de BOM o estructura de producto

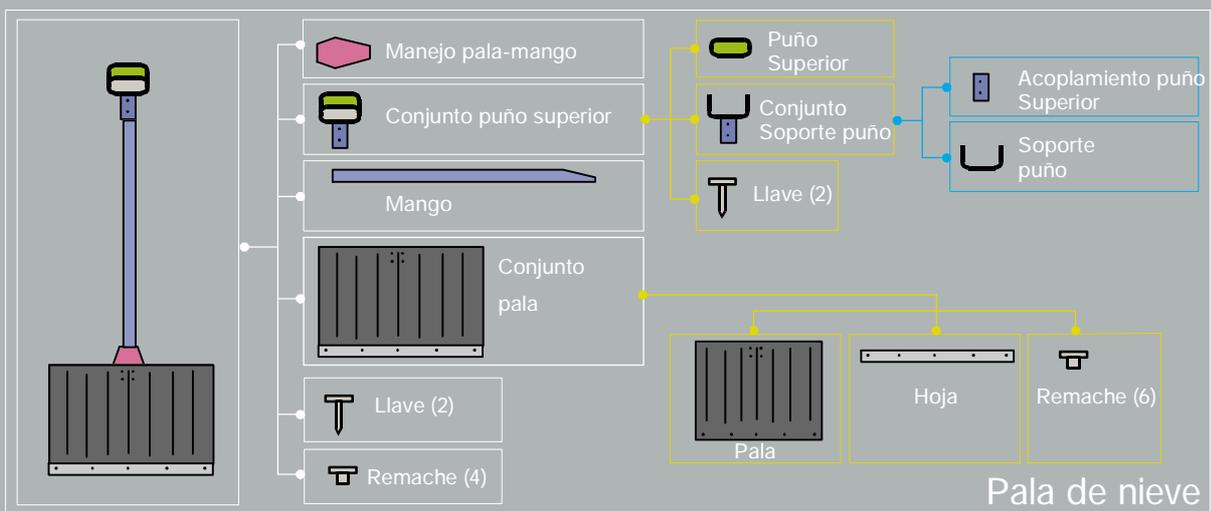


fig 6 Estructura de producto (BOM)

Dicho esto, lo anterior no es suficiente para considerar acabado el trabajo de la planificación. Justo antes de lanzar las órdenes de producción a planta y los pedidos a nuestros proveedores deberemos comprobar que disponemos y dispondremos de los recursos necesarios (otros

diferentes de los materiales) para poder procesar todo lo que el MRP nos dice que debemos hacer. Entramos en la etapa de validación de la capacidad, en la que lo que se pretende es verificar que disponemos de todos aquellos recursos (personas y equipos) necesarios para ejecutar el plan y proyectar su uso a lo largo del horizonte de planificación.

La planificación de la capacidad tiene como objetivo verificar que las órdenes de fabricación que se derivan del plan MRP son factibles de acuerdo con lo que en este sentido tiene disponible la empresa. Si el resultado de este análisis no es positivo (querrá decir que no disponemos de capacidad suficiente para ejecutar el plan según la sugerencia del MRP) deberemos encontrar una solución para llevar el plan adelante (ampliación de la capacidad por la vía de horas extras, utilización de rutas de fabricación alternativas, en su caso, aumentos puntuales de productividad, cambio de las prioridades de secuenciación de las órdenes en determinados centros de trabajo, externalización de tareas, etc.), lo cual nos lleva a decir, llegado este punto, que el MRP no aporta soluciones a estos problemas y que las personas responsables del proceso deberán tomar sus decisiones en base a criterios de negocio que difícilmente pueden parametrizarse en el sistema. En este sentido, diremos que el MRP no es un modelo de optimización (como tampoco lo es el MRP-II) a pesar de incluir técnicas de programación de tareas.

Dentro del esquema presentado, la validación de la capacidad va a cargo del módulo CRP (*capacity requirements planning*, "planificación de necesidades de capacidad") que, a partir de la información de órdenes de trabajo que genera el MRP, las traduce a horas de consumo de recursos a cada una de las estaciones por las que una orden de trabajo debe pasar y las compara con la capacidad disponible actual y futura en cada una de estas estaciones.

Esta parte del proceso es crítica para poder garantizar que el plan se puede llevar a cabo y que, por tanto, los compromisos que estamos adoptando a todos los niveles, pero especialmente en lo que se refiere al MPS, se podrán cumplir.

Dado que los programas MRP estándar no están diseñados para poder encontrar la asignación óptima de trabajos por estaciones, se han desarrollado herramientas de optimización que utilizan sofisticados modelos matemáticos (los llamados secuenciadores de la producción, que también forman parte de los sistemas de planificación SCM de la cadena de suministro) para optimizar el flujo de las operaciones en planta. Dicho esto, la última palabra la tiene la persona que debe ejecutarlo, que, basándose en su experiencia, toma las últimas decisiones.

Para cerrar este apartado podemos asumir que cualquier sistema de planificación y control de operaciones debe dar respuesta a las cuatro preguntas siguientes (figura 7):

### Las cuatro preguntas básicas que todo sistema formal de planificación y control debe contestar

- 1 ¿Qué, cuánto y cuándo se quiere fabricar?, en lo que se refiere a productos acabados
- 2 ¿Qué se necesita para fabricarlo?, en lo que se refiere a componentes y rutas
- 3 ¿Qué hay disponible?, en lo que se refiere a materiales y recursos
- 4 ¿Qué, cuánto y cuándo debe suministrarse o fabricarse?, en lo que se refiere a materias primas, subconjuntos y conjuntos

fig 7 Las cuatro preguntas de la planificación

Pues bien: en un sistema MRP, la respuesta a la primera pregunta nos la da el MPS (*master production schedule*), el plan maestro de producción; la respuesta a la segunda, la lista de materiales, BOM (*bill of materials*); a la tercera, los registros de inventario, y la cuarta pregunta nos la contesta la lógica de planificación MRP.

Pasaremos a continuación a ver un ejemplo sencillo de planificación.

#### 5.4 Un ejemplo de lógica de cálculo MRP

Consideramos artículos con demanda independiente aquellos cuya demanda se deriva de las decisiones de compra que toman los clientes. Tienen demanda independiente todos los productos acabados que aparecen referenciados en un catálogo de venta. Los artículos con demanda independiente son aquellos cuya demanda se deriva del montaje de un producto acabado. Su consumo se deriva del consumo de otros componentes de nivel superior en la BOM, cuyo consumo se deriva a su vez del plan de producción del producto acabado.

Planificaremos los artículos con demanda independiente utilizando el MPS, y los artículos con demanda dependiente utilizando el MRP. Veamos un ejemplo de planificación de un artículo, el A-1000, con demanda independiente:

Artículo: A-1000

	0	1	2	3	4	5	6
TL x 25 Previsión de ventas		10	5	30	30	10	35
LT = 2 Pedidos en firme		5	2				
S = 20 Disponible previsto	20						
SS = 5 Cantidad MPS							
N = 0 Lanzamiento de orden de acoplamiento							

En la casilla de la izquierda aparecen las reglas de juego, que son:

- Tamaño del lote (TL, cantidad que debe producirse cada vez que se hace necesario producir). En este caso nos vemos obligados a hacerlo en lotes múltiplos de 25 unidades (X25) pero podríamos tener que hacer frente a lotes mínimos, máximos, sin restricción de la medida (lote = 1) o a combinaciones de los anteriores. La decisión sobre la medida del lote es una de las decisiones más trascendentes, ya que nos determinará, entre otras cosas, los niveles de stock que nos veremos obligados a mantener por encima de las necesidades reales que podamos tener.
- LT es la sigla de tiempo de respuesta (*lead time*), tiempo necesario para llevar a cabo la operación que estamos planificando, en este caso, el acoplamiento final del producto A-1000. El tiempo de respuesta es una medida de nuestra flexibilidad, ya que nos indica el tiempo que necesitamos para hacer las cosas; cuanto mayor sea este LT, más tardamos en reaccionar.
- S es el nivel de stock en el momento inicial, medido en número de unidades.
- SS es el stock de seguridad o nivel de stock que quisiéramos tener en cada momento en nuestro almacén. En general, este SS se referencia como un número de días respecto a la demanda esperada futura, pero para simplificar el ejemplo lo fijaremos en un número predefinido de unidades.

La previsión de ventas y pedidos en firme configura la expectativa de la demanda que debe cubrirse. Si asumimos que los pedidos en cartera (en firme) son la confirmación anticipada de unas expectativas de venta que recoge la previsión, deberíamos esperar que, si la previsión es del todo acertada, al final de cada período planificado, pedidos reales y previsiones deberían coincidir. Como esto raramente es el caso, debemos preguntar siempre al departamento comercial si estos pedidos en firme pertenecen a clientes cuyo pedido ya esperábamos y, por tanto, queda recogido en la previsión, o no. De la respuesta se derivará que nosotros, en tanto que planificadores, las tengamos o no en cuenta más allá de las previsiones, para determinar la demanda esperada.

La línea disponible prevista recoge la proyección de stock de acuerdo con nuestro plan de producción (cantidad MPS) una vez descontadas las expectativas de venta.

Finalmente, la última línea recoge el momento en que debe iniciarse la operación de acoplamiento final y la cantidad de ésta de acuerdo con el LT de la operación y la política de tamaño del lote.

Teniendo en cuenta todas las restricciones llegamos al resultado siguiente:

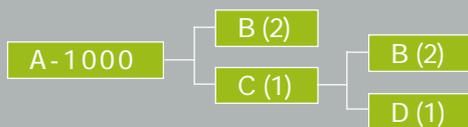
Artículo: A-1000

	0	1	2	3	4	5	6
TL x 25 Previsión de ventas		10	5	30	30	10	35
LT = 2 Pedidos en firme		5	2				
S = 20 Disponible previsto	20	10	5	25	20	10	25
SS = 5 Cantidad MPS				50	25		50
N = 0 Lanzamiento de orden de acoplamiento		50	25		50		

Los pedidos en firme están incluidos en la previsión de ventas y el disponible previsto incluye el stock de seguridad.

Una vez planificado el producto con demanda independiente ya podemos planificar todos aquellos materiales que forman parte de éste y que están recogidos en la BOM.

Asumiendo que la lista de materiales (BOM) es tan sencilla como la que se presenta en la figura siguiente:



en que las cantidades entre paréntesis indican la cantidad del componente necesario para fabricar una unidad de nivel superior. Así, por ejemplo, nos hacen falta dos unidades de B para fabricar una unidad del conjunto C y dos más para el acoplamiento final de A-1000. En total, cuatro B por cada producto final.

Los artículos B y D son de compra, mientras que el C es un conjunto que elaboramos internamente a partir del acoplamiento de dos B y un D. Todos ellos: B, C y D son artículos con demanda dependiente, puesto que su consumo previsto se deriva del plan de producción del A-1000, plan al que hemos llegado antes mediante la planificación MPS. De acuerdo con todo esto y teniendo en cuenta las reglas de juego de las planificaciones propias a cada uno de los artículos que componen el producto, el paso siguiente es la aplicación de la lógica MRP según muestra el cuadro adjunto.

#### Artículo: A-1000

	0	1	2	3	4	5	6
TL x 25 Previsión de ventas		10	5	30	30	10	35
LT = 2 Pedidos en firme		5	2				
S = 20 Disponible previsto	20	10	5	25	20	10	25
SS = 5 Cantidad MPS				50	25		50
N = 0 Lanzamiento de orden de acoplamiento		50	25		50		

#### Artículo: C

	0	1	2	3	4	5	6
TL = 1 Necesidades brutas		50	25		50		
LT = 1 Recepciones programadas		50					
S = 5 Disponible previsto	3	3	5	5	5	5	5
SS = 5 Necesidades netas			27		50		
R = 2 Recepción de órdenes de planificación			27		50		
N = 1 Lanzamiento de órdenes planificación		27		50			

#### Artículo: B

	0	1	2	3	4	5	6
TL = 150 Necesidades brutas		154	50	100	100		
LT = 2 Recepciones programadas		150	150				
S = 9 Disponible previsto	9	5	105	5	55	55	55
SS = 0 Necesidades netas					95		
R = 0 Recepción de órdenes de planificación					150		
N = 2 Lanzamiento de órdenes planificación			150				

#### Artículo: D

	0	1	2	3	4	5	6
TL = min 10 Necesidades brutas		27		50			
LT = 1 Recepciones programadas		15					
S = 20 Disponible previsto	20	8	8	5	5	5	5
SS = 5 Necesidades netas				47			
R = 0 Recepción de órdenes de planificación				47			
N = 2 Lanzamiento de órdenes planificación			47				

Como antes, en la casilla de la izquierda encontramos TL = tamaño del lote. En lo que respecta a las referencias de compra B y D, nos las fija el proveedor de la pieza, después de haber negociado con él ésta y otras condiciones con las cuales parametrizaremos el sistema. LT = *lead time* de aprovisionamiento en lo que respecta a las referencias B y D y de fabricación en lo que respecta a C. S y SS son los stocks en almacén en el momento actual y los niveles deseados de stocks que debemos perseguir (stock de seguridad). Finalmente, la R se refiere a material reservado. Una causa de reserva, por ejemplo, podría ser que el departamento de calidad quisiera hacer una prueba de calidad sobre alguna de estas piezas. Si no se especifica la fecha en que estas piezas serán retiradas para este uso extraordinario, las descontaremos del stock actual al efecto de la planificación tal y como muestra el ejemplo para la pieza C.

Finalmente, la N nos está indicando el nivel más bajo dentro de la estructura de materiales en que encontramos esta pieza. Este parámetro indica al procesador MRP a qué nivel debe esperar para planificarla, con el fin de minimizar el número de cálculos de planificación.

Una vez realizada la planificación MRP estamos ya en disposición de pasar un plan de pedidos a los proveedores de las piezas B y D para 150 y 47 unidades. Ambas deberían iniciarse en el período 2 en casa del proveedor para ser recibidas en el período 3 en lo que respecta a la pieza D y en el 4 en lo que respecta a la B.

Gracias a este ejercicio de planificación, sabemos que el centro de trabajo responsable de la producción de C deberá iniciar su trabajo en los períodos 1 y 3. También vemos que en el período 1 deberá entregar 50 unidades que, de acuerdo con el LT, están actualmente (período 0) en curso y que está programado que se acaben durante el primer período. Finalmente, las operaciones de acoplamiento final del A-1000 se iniciarán en los períodos 1, 2 y 4 para satisfacer así las previsiones de venta de acuerdo con los LT y las restricciones de tamaño del lote que se indican.

Obviamente, la planificación nos permite una mayor tranquilidad por el hecho de que vemos con antelación lo que debemos hacer y ello hace que podamos buscar los recursos necesarios para su ejecución, evitando de esta forma tanto excesos como carencias.

Debe decirse que el resultado del MRP no deja de ser una proyección de lo que pasará sobre la base de unos tiempos prefijados de producción y aprovisionamiento. Si estos finalmente no se cumplen, lo que teníamos previsto que pasaría no pasará y nos obligará a replanificarlo.

## 5.5 La planificación de la cadena de suministro

Una vez examinados con detalle los elementos más importantes del plan maestro y MRP pasaremos a comentar la planificación de la cadena de suministro incorporando temas de planificación de la demanda, haciendo una introducción a los modelos principales de gestión de stocks con demanda independiente y dependiente, introduciendo la ejecución y el control de la producción y el vínculo entre los diferentes procesos de producción con la lista de materiales (BOM), el punto de penetración del pedido y el plan maestro, así como introduciendo el concepto de gestión de transporte. Acabaremos viendo las diferentes estructuras de planificación para cada uno de los sistemas de producción que hemos introducido en el capítulo primero de este libro y los nuevos elementos de los sistemas de planificación de la cadena de suministro que nos ayudarán a mejorar los sistemas MRP.

### 5.5.1 Los requisitos

La sangre vital de la planificación y el control de las operaciones y de su cadena de suministro es la información detallada y actualizada de los procesos y actividades de la cadena. Esta

información debe ser la mínima indispensable para poder identificar necesidades dentro de la cadena y para poder utilizar las técnicas de planificación y control sin entorpecer las funciones principales de la empresa (vender, comprar, producir, ofrecer servicios). En esta información son clave ciertos valores y parámetros que nos ayudan a entender lo que quiere el cliente y cómo funciona la cadena de suministro: la demanda, la programación de la fábrica, el transporte de producto acabado, etc. Pero también hay información clave que va más allá de las propias fronteras de la empresa, como es la información sobre nuestros proveedores u operadores logísticos y distribuidores. Por todas estas razones, son requisitos de los sistemas de planificación y control: las herramientas de recogida, el procesamiento y el acceso a la información de la cadena de suministro. Estas herramientas se soportan en tecnologías de la información, y su uso es tanto más importante cuanto más extensa es la cadena de suministro y se quiere tener una visión global. El objetivo es obtener globales óptimos de funcionamiento, a diferencia de la visión clásica de optimización empresa a empresa o departamento a departamento. Dentro del ámbito de la planificación, el uso de tecnologías de la información va dirigido a los niveles medio y alto de dirección de la empresa. La figura 8 muestra los flujos fundamentales de una cadena de suministro.



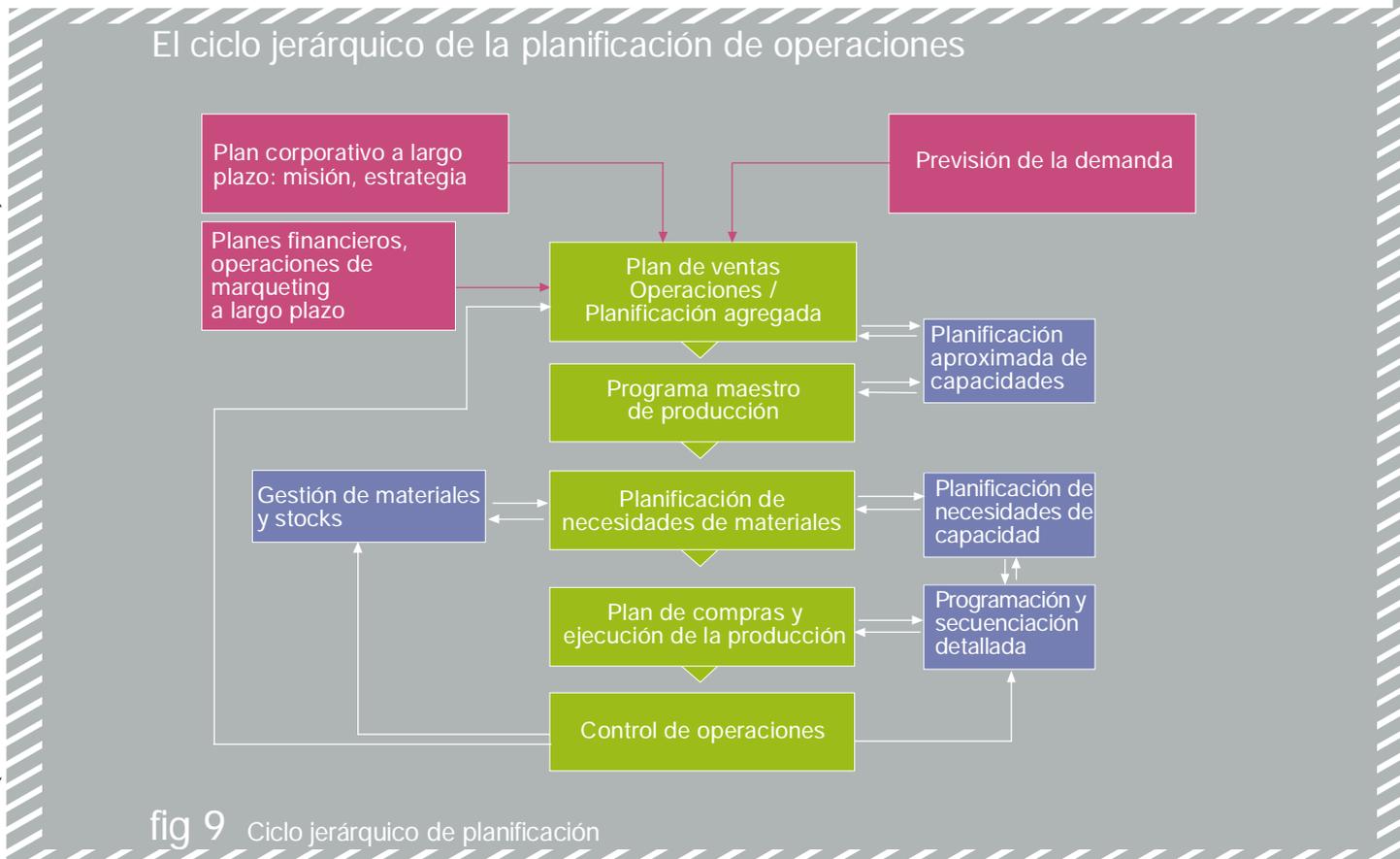
fig 8 Flujo de material e información a la cadena de suministro

### 5.5.2 Tipo de planificación y métodos

La mayoría de empresas producen y/o venden numerosos productos para servir a numerosos segmentos de clientes. Esta combinatoria influye en el tipo de planificación que debe utilizarse. Otro factor es el ciclo de madurez del producto/servicio, que tiene implicaciones en el perfil de incertidumbre de la demanda. Finalmente, debe comentarse que es igualmente fundamental conocer, dentro de los procesos de la cadena, los que pertenecen a la fase de empuje (*push*) o a la fase de estirar (*pull*) de la demanda tal y como hemos visto en los capítulos 3 y 4. Los sistemas de empuje (*push*) a la demanda necesitan generalmente la información en el formato de un plan de necesidades de materiales, a partir del plan maestro de producción, donde se especifican las entregas futuras de proveedores identificando los tipos de componentes, la cantidad y las fechas de entrega. Por otro lado, los sistemas de estirar a partir de la demanda (*pull*) necesitan transmitir la información en tiempo real a lo largo de la cadena y tomar las decisiones de producción y distribución que se ajusten a la demanda real. En los procesos *push* debe

planificarse el nivel de producción mientras que en los procesos *pull* debe planificarse el nivel de capacidad que debe estar disponible. Estos y otros factores son determinantes para escoger las técnicas de planificación y control que respalden la estrategia de balance entre eficiencia y capacidad de respuesta en el diseño de la cadena de suministro.

El flujo de la planificación, figura 9, un poco más ampliado que el que hemos visto en la figura 5, del MRP-II, se puede ver tanto como un proceso jerárquico de decisiones a través de los diferentes niveles de dirección, o como un proceso horizontal de intercambio de información y decisiones entre las diferentes áreas funcionales de la cadena (aprovisionamiento, almacenes, producción, distribución, etc.).



### 5.5.3 Las previsiones de la demanda

Las previsiones son la base de cualquier decisión de planificación. Son, a la vez, un arte y una técnica para realizar proyecciones sobre qué pasaría con las necesidades futuras del mercado y en qué condiciones se comportará. La previsión de la demanda puede incluir tanto compromisos firmes por parte de los clientes como el uso de métodos cualitativos o estadísticos para predecir necesidades futuras. Esta última parte hace que las previsiones no sean nunca completamente correctas sino que entrañan siempre un cierto margen de error. Este error es mayor cuanto más largo es el horizonte escogido para la planificación. Para reducir estos errores se recomienda utilizar previsiones agregadas que, de alguna forma, minimizan el error comparando resultados de diferentes fuentes o métodos.

Para realizar un proceso de previsión correcto es indispensable identificar primero aquellos factores que pueden influenciar la demanda futura y establecer la relación entre los factores en cuestión y esta demanda. Entre estos factores, la empresa debe tener en cuenta y equilibrar factores cuantitativos y cualitativos. Por otro lado, es importante determinar el horizonte de la previsión,

## Métodos de previsión

Tipo	Método	Descripción
Cualitativo	Proyección fundamental o de la fuerza de ventas	Se recopila información de aquellos que están más cerca del mercado (por ejemplo, los vendedores) y se realiza una previsión con esta información.
	Estudio de mercado o expectativas de los consumidores	Se recopilan datos mediante diferentes métodos (encuestas, etc.) para probar una hipótesis sobre el mercado. Se utiliza habitualmente para proyectar ventas de nuevos productos y de largo horizonte.
	Consenso de grupo o jurado de ejecutivos	Se produce un debate entre participantes (habitualmente ejecutivos) para encontrar un punto de acuerdo sobre las proyecciones.
	Analogía histórica	El producto que se quiere proyectar se liga a los datos históricos de un artículo similar.
	Método Delphi	Un grupo de expertos de la compañía responde a un cuestionario y, mediante un moderador, se realizan diferentes iteraciones con cuestionarios con más información cada vez.
Series temporales	Medias simples	A partir de los datos de un conjunto de períodos se calcula el valor medio para obtener la proyección. Todos los valores históricos tienen la misma influencia.
	Medias ponderadas	En función de la experimentación pasada o alguna información, los valores históricos tienen diferente peso a la hora de hacer la media.
	Ajuste exponencial	Con esta técnica estadística, los valores recientes tienen más importancia que los antiguos.
	Regresión	Por métodos estadísticos se ajusta una recta al conjunto de valores históricos en función del tiempo. De esta forma, la recta puede dar una indicación de los valores para períodos futuros.
	Ajuste exponencial con correcciones de tendencia y/o estacionalidad	Aparte del ajuste exponencial, se añaden factores de tendencia y/o estacionalidad. Estos factores se pueden calcular por prueba y error con los datos históricos o con sistemas informáticos que utilizan sofisticadas técnicas matemáticas.
Causal	Regresión con numerosas variables / correlación	Teniendo en cuenta la regresión de otras variables relacionadas con el valor principal (por ejemplo, el IPC) se ajusta la recta de regresión.
	Modelos de consumo-producto	La previsión de ventas se realiza por la relación con la industria cliente, analizando sus tendencias.
	Indicadores anticipados	Se utilizan las series estadísticas de otros productos que se mueven en la misma dirección pero con cierta antelación (por ej., el interés hipotecario respecto a la venta de viviendas).
Simulación		Se combinan métodos cualitativos y causales para realizar simulaciones del tipo <i>qué pasaría si</i> .
Consenso	CPFR: previsiones colaborativas	Se establece una política de intercambio de previsiones entre distribuidor y fabricante según diferentes métodos de previsión y se define una previsión consensuada.

fig 10 Métodos de previsión de la demanda

es decir, el período futuro que debe predecirse. Este período viene determinado por el tiempo de respuesta de la misma cadena de suministro. Así, por ejemplo, si una empresa quiere determinar la cantidad de un producto que quiere solicitar, debe saberse lo que tarda la cadena en responder a una petición de este tipo. Si la cadena tarda tres meses en responder, la previsión deberá hacerse tres meses antes de que se necesite el producto en cuestión. Cualquier demanda observada (serie histórica) se puede descomponer en dos grandes componentes: el componente sistemático y el componente aleatorio. El componente sistemático consiste en la demanda actual, la tendencia (velocidad de crecimiento o decrecimiento en la demanda) y la estacionalidad (fluctuaciones predecibles en la demanda). En cambio, el componente aleatorio es muy difícil de predecir, por no decir imposible. Es lo que llamaríamos el error de la previsión. Por tanto, los métodos de previsión deben centrarse únicamente en determinar la parte sistemática de la previsión.

*El Grupo Codorniu es una empresa vinícola familiar que se remonta al siglo XVI. En el año 1872 introdujo el cava en España siguiendo el método tradicional y, al cabo de pocos años, empezó a exportar a Argentina y Cuba.*

*Actualmente, el Grupo Codorniu es uno de los principales elaboradores de cava y vinos de calidad en España. Lo componen once bodegas, situadas en prestigiosas zonas vinícolas, tanto españolas (Penedès, La Rioja, Costers del Segre, Ribera del Duero, Priorat y Conca de Barberà) como extranjeras (Napa Valley, en Estados Unidos y Mendoza, en Argentina). Adicionalmente, el Grupo distribuye en España productos reconocidos internacionalmente, como son los vinos de E&J Gallo, Campari, Cinzano y varias marcas de prestigio de whisky escocés.*

*En lo que respecta a la organización, Cordoniu era consciente de que adaptar la empresa integrando en ella la cadena de suministro comportaba la adecuación de los departamentos implicados. No era suficiente utilizar una herramienta de planificación avanzada, y se decidió potenciar el órgano responsable de la previsión de la demanda: el Comité de la Demanda. Este comité, formado por los responsables de marketing, producción y compras, incorporó una nueva figura, el gestor de la demanda, encargado de coordinar todo el proceso. Para el Grupo Codorniu, la mejora de la cadena de suministro es un aspecto clave para la excelencia del servicio sin incrementar los costes. Por ello, se fijó como objetivo incrementar el nivel de integración de toda la cadena de suministro, lo cual debía ser el punto de partida para la optimización de los costes logísticos y, a la vez, mejorar el servicio al canal y, de manera indirecta, a los consumidores.*

*La previsión de la demanda se utiliza como base para planificar:*

- a corto plazo: el proceso de embotellamiento;
- a medio plazo: el destino de la cosecha y el aprovisionamiento de las diferentes variedades de producto de Cordoniu y
- a largo plazo: los planes de producción de uva.

*En la planificación es vital que cada agente que interviene en la cadena de suministro disponga de una única información. Todos los implicados deben poder acceder inmediatamente a cualquier cambio en la previsión. De esta forma se agiliza la respuesta de la cadena de suministro frente a cambios de la demanda a corto plazo.*

#### 5.5.4 La planificación agregada

La planificación agregada, tal y como hemos visto antes, se conoce también como planificación de operación y ventas, y transforma la información derivada de las previsiones en un plan de actividades necesarias para cubrir la demanda proyectada. En este proceso se pueden determinar los niveles aproximados de capacidad necesaria, de producción, stocks, subcontratación e, incluso, de rupturas previstas de stocks para un determinado horizonte temporal y teniendo como objetivo final maximizar la rentabilidad. Como dice su propio nombre, esta etapa de la planificación tiene en cuenta el nivel agregado (familias de productos, grupos, etc.) más que el detalle de cada referencia o artículo. Los principales objetivos de la planificación agregada son:

- Calcular la tasa de producción o el número de unidades producidas por unidad de tiempo (por ej., por semana o mes).
- Calcular el número de trabajadores, máquina y/o unidades de capacidad necesarios para la producción.
- La cantidad de trabajo extra necesario y/o la subcontratación necesaria.
- La demanda que no podrá ser satisfecha en el periodo previsto pero que se producirá en periodos futuros (*backlog*).
- Stock disponible a lo largo de los diferentes periodos.

Este plan agregado es resultado del consenso de las diferentes áreas funcionales implicadas (comercial, aprovisionamiento, producción, distribución...) y su resultado sirve para definir el marco en que deberán ajustarse las planificaciones a corto plazo y las decisiones de aprovisionamiento y distribución asociadas. Habitualmente, este plan agregado o de operaciones abarca un horizonte de tres a dieciocho meses, en función de las revisiones fijadas en el consejo de dirección de la empresa.

Para generar dicho plan agregado es necesaria la información siguiente:

- La previsión de la demanda para el periodo en que se quiere determinar el plan agregado.
- El tiempo de personal y/o máquina necesario por unidad de producto/servicio.
- El coste de mantenimiento del stock y los costes de ruptura del stock.
- Los costes de producción (por hora trabajada, por hora extraordinaria, de subcontratación, de contratación/despido de personal, de maquinaria, etc.).

### 5.5.5 La gestión de stocks

En todas las fases de planificación y control, la gestión de stocks es clave para alcanzar tanto objetivos económicos como de servicio en la dirección de operaciones. Esta gestión mide el nivel de existencias de cualquier artículo o recurso utilizado por la organización, determina los niveles que deben mantenerse y establece en qué momento y en qué cantidad deben reaprovisionarse. Dentro de la gestión de stocks existen ciertos conceptos clave que definen el tipo de gestión y el estado de nuestro stock:

- La dimensión del lote: aquella cantidad de un producto que una etapa de la cadena de suministro produce o compra en un momento determinado.
- Los costes de mantenimiento, preparación y pedido: incluyen los costes de las instalaciones de almacenaje, la depreciación, los seguros, las tasas, el tiempo empleado para preparar y enviar los pedidos, los costes administrativos, etc.
- La posición del stock: unidades disponibles más unidades solicitadas y pendientes de entrega.
- El punto o nivel de pedido: aquel nivel predeterminado de stock en que es necesario emitir un nuevo pedido de reaprovisionamiento.
- Stock cíclico: stock medio que se forma en la cadena de suministro cuando en una etapa se produce o adquiere en lotes más grandes de los solicitados por el cliente.

Desde el punto de vista de la planificación, tal y como hemos visto al inicio de este capítulo, la gestión de la demanda dependiente (MRP) es una cuestión puramente de cálculo, ya que las necesidades de un componente o artículo se calculan a partir de las necesidades del producto final del que dependen. Por otro lado, la planificación del aprovisionamiento en la demanda independiente debe partir de los datos de planificación o previsión de la demanda del artículo que debe planificarse. Esta diferencia determina qué tipo de información previa debemos utilizar para gestionar los stocks, ya sean de producto acabado o de conjuntos y referencias de compras.

### 5.5.5.1 Los modelos de stock para la demanda independiente

Existe otra diferenciación de los sistemas de gestión de stock que los divide en modelos de cantidad fija del pedido y modelos de periodo de tiempo (figura 11). Esta clasificación determina el punto de pedido o reaprovisionamiento del stock, ya que en el primer caso este punto se define por un acontecimiento (alcanzar un nivel específico de stock) y en el segundo caso se define por un momento predefinido en el tiempo.

Estos dos modelos tienen implicaciones desde el punto de vista del control de los stocks. En el primer modelo deben tenerse actualizados en tiempo real los niveles de stock para detectar, sin atrasos, el nivel en que debe lanzarse el nuevo pedido. El segundo modelo no tiene tantas exigencias de control de stocks ya que únicamente se revisan cada cierto tiempo, que es cuando se determina si debe emitirse un nuevo pedido. En el fondo, estamos viendo que existe una diferencia económica entre ambos modelos: en el modelo de cantidad fija los costes de mantenimiento son más altos (tener actualizado el stock), mientras que en el modelo de periodo fijo hay una clara tendencia a acumular un nivel de stock más alto al actualizar la información. Bajo este punto de vista, los modelos de cantidad fija se aplican a los materiales más costosos y/o críticos.

Criterio	Modelo de cantidad fija	Modelo de periodificación de tiempo fijo
Cantidad del pedido	Constante	Variable
Cuando se emite el pedido	Cuando se alcanza un nivel de stock	Cuando llega el período de revisión
Registro de información	Cada vez que hay una entrada o salida de mercancías	Sólo en el período de revisión
Nivel medio de stock	Menor que en el modelo de tiempo fijo	Mayor que en el modelo de cantidad fija
Esfuerzo de mantenimiento	Mayor, ya que se debe mantener actualizado en tiempo real el nivel	Pequeño

fig 11 Modelos de stocks

#### 5.5.5.1.1 Los modelos de cantidad fija de pedido

Estos modelos pretenden determinar el acontecimiento que dará el disparo de salida de un pedido y su dimensión. Cada vez que se emite un pedido existe un conjunto de costes asociados (creación y recepción del pedido, transporte,...) que deben tenerse en cuenta para encontrar la solución óptima de dimensión. Estos costes tienen diferentes comportamientos en función de

$$EOQ = \sqrt{\frac{(2 \times \text{Consumo} \times \text{coste de pedido})}{(\text{coste de mantenimiento} \times \text{coste unitario del material})}}$$

la medida del lote: el coste de mantenimiento aumenta proporcionalmente a la medida del lote, el coste de pedido disminuye con el incremento de la medida, el coste de material puede ser constante o puede disminuir con la medida del lote... La resolución de este problema nos proporciona lo que llamamos la cantidad económica de pedido (en inglés: *economic order quantity* o EOO).

En este modelo teórico de cálculo del lote óptimo, las unidades de consumo y el coste de mantenimiento deben ser coherentes desde el punto de vista temporal, es decir, deben corresponder al mismo rango temporal. Como tal modelo teórico no incluye todas las variaciones de costes que se pueden dar en la realidad, pero da un valor aproximado de lo que debería ser la medida del lote óptimo bajo ciertas condiciones. En cualquier caso, estamos hablando de un modelo aplicable a la petición de un solo producto.

Para calcular una medida eficiente de lote, uno de los factores que mejor debe entenderse es el coste del transporte. Por otro lado, la gama de productos que una compañía puede vender habitualmente se divide en familias o grupos. Si en un pedido se combinan diferentes referencias se pueden obtener nuevas economías de escala en el transporte, el pedido, la recepción, etc. Otro caso más complejo sería combinar diferentes entregas que provienen de diferentes proveedores. Es igualmente importante intentar disminuir los costes de recepción y carga.

Las promociones, que inducen a adquirir más cantidad para aprovechar descuentos y desplazar stocks del fabricante al distribuidor, incrementan también la medida del lote y el nivel medio de stocks. Esto reduce la rentabilidad de la cadena a pesar de que también reduce las fluctuaciones de la demanda. Sin embargo, si la cadena de suministro está coordinada (es decir, el proveedor y el fabricante o distribuidor se intercambian información sobre consumo y stocks) se pueden maximizar los beneficios de toda la cadena. En cambio, si cada etapa de la cadena de suministro toma sus propias decisiones, la suma total del beneficio de la cadena es menor.

Los modelos de cantidad fija de pedido se basan en obtener y calcular de la manera más exacta posible los diferentes costes que afectan la gestión de stocks. Entre los costes de mantenimiento del stock cabe citar el coste del capital necesario para financiar el stock, el coste de obsolescencia, que calcula el precio al que se deprecian los artículos en el tiempo, el coste de recepción y almacenaje y otros costes relacionados con la seguridad, los seguros, fechorías, etc. El coste de petición o pedido incluye los costes de activar la petición (tiempo y sistemas necesarios), el coste de transporte, el coste de recepción, etc. Toda esta información supone un esfuerzo necesario para poder gestionar de forma correcta los stocks.

Si examinamos la fórmula de cálculo del lote óptimo, con la única raíz cuadrada de todo el libro, veremos que el coste de pedido de compras equivaldría al coste de cambio de producto en fábrica. Así pues, si aplicamos el SMED (consultar el capítulo 3, de producción), disminuiríamos el coste de pedido o cambio y, por tanto, nos orientaremos hacia medidas de lotes cada vez más pequeñas. Es éste un punto clave para pasar de la producción en masa a la producción ajustada del JIT.

#### 5.5.5.1.2 El stock de seguridad y el punto de pedido

El stock de seguridad pretende cubrir aquel consumo que excede de las previsiones realizadas para un periodo específico. Este stock es una consecuencia natural del hecho de que las previsiones tienen un grado de incertidumbre y de que su planificación debe ser el resultado de una solución de compromiso u óptima entre el coste de mantener el stock y el grado de servicio al cliente interno o final. El problema se agrava en el caso de una gran variedad de productos y un tiempo de respuesta corto requerido por el cliente. Existen por tanto dos grandes factores que influyen en la determinación del stock de seguridad:

- La incertidumbre del consumo o suministro.
- El grado deseado de disponibilidad del producto.

La gestión del stock de seguridad va ligada también a las políticas de reaprovisionamiento, y está relacionada con las decisiones de dimensiones del lote y de frecuencia de petición. Como hemos visto, estas políticas adoptan dos formas:

- Revisión continuada del stock: la petición de lote se realiza cuando se alcanza un determinado nivel de stock. El tiempo entre peticiones fluctúa en función del consumo.
- Revisión periódica: el stock se revisa cada ciertos periodos y se envían peticiones para alcanzar un nivel determinado.

Considerada una de estas políticas de reaprovisionamiento se puede evaluar el nivel del stock de seguridad, la probabilidad de no romper stocks durante el ciclo de reaprovisionamiento y la tasa de cumplimiento de peticiones de clientes. Para evaluar todos estos indicadores de servicio debemos conocer la distribución del consumo previsto. Algunas de las conclusiones que podemos extraer de estos indicadores son que la tasa de cumplimiento de las peticiones de clientes y la probabilidad de no romper stocks van a mejor si el stock de seguridad aumenta. Sin embargo, el incremento en la medida del lote mejora la tasa de cumplimiento pero no la probabilidad de no romper stocks. Por otro lado, se puede calcular el nivel del stock de seguridad (y, consecuentemente, la política de reaprovisionamiento que incluye el punto de petición) en función de una cierta tasa de cumplimiento de peticiones y/o una probabilidad de no romper stocks.

En conclusión, el nivel requerido de stock de seguridad crece rápidamente con una mayor exigencia de la disponibilidad de producto deseada. También crece si se incrementa el tiempo de respuesta (*lead time*) o la desviación estándar del consumo periódico. El responsable de la cadena de suministro tiene como objetivo reducir el nivel de stock de seguridad necesario.

#### 5.5.5.1.3 Modelos de periodificación de tiempo fijo

En estos modelos, el nivel de stock se revisa cada cierto período de tiempo prefijado y se emite una petición de forma que el stock actual más la medida del lote de reaprovisionamiento alcancen un nivel predeterminado. La implantación de este modelo resulta más fácil puesto que no debe controlarse continuamente el stock. Los proveedores incluso lo prefieren ya que les permite planificar mejor sus entregas.

Una de las claves de este modelo es calcular el nivel predeterminado que debe alcanzarse en función de la distribución de la demanda en el período de revisión. En cualquier caso, este modelo implica siempre un nivel de stock de seguridad mucho más alto que los modelos de revisión continua. Gracias a la incorporación de tecnologías como el código de barras y los lectores correspondientes, cada vez es más fácil poder disponer de políticas de revisión continua del nivel de stock.

#### 5.5.5.2 Los modelos de stock por la demanda fija. El uso de la lógica MRP

Los componentes o materiales que siguen el modelo de demanda dependiente forman parte habitualmente de semiacabados o productos finales de nivel superior o de conjuntos de artículos que se venden de forma conjunta. En el ámbito de la producción, el número de este tipo de componentes o materiales puede llegar a ser muy grande y está relacionado con la complejidad de los productos finales de la empresa. Tal y como indica la descripción del mismo modelo, estos componentes no están sujetos a previsiones, sino que el cálculo de sus necesidades se realiza a partir de las necesidades de los productos padre o superiores tal y como hemos visto con las BOM. El sistema de información que permite hacer estos cálculos es el MRP. Este sistema no se utiliza únicamente para planificar, sino que también se utiliza para hacer el seguimiento y

control del aprovisionamiento y del montaje de todos estos componentes.

*Casademont, S.A. es una empresa familiar fundada hace más de cincuenta años. Elabora y comercializa una amplia gama de productos cárnicos y se sitúa entre las abanderadas del sector cárnico español.*

*Actualmente ha informatizado (ERP) las áreas de finanzas, comercial y logística, que están ya plenamente operativas. Los objetivos inmediatos son las áreas de producción, mantenimiento y calidad (MRP/MPS).*

Dado que el resultado del sistema MRP (como ya se ha visto en detalle en el apartado 5.4) es un conjunto secuenciado de órdenes, se puede conectar con sistemas de información que permitan emitir las órdenes correspondientes a los proveedores (por ejemplo, mensajería electrónica o EDI) o, incluso, con sistemas que ayudan a sincronizar proveedor y fabricante o distribuidor dentro de una política de justo a tiempo (esto suele ser más habitual en producciones de tipo repetitivo). A la vez, este conjunto ordenado de órdenes de aprovisionamiento y producción proporciona información muy útil para conocer el acoplamiento de las órdenes y la disponibilidad de los productos para ser expedidos a los clientes finales. Es decir, proporciona información para realizar la verificación de disponibilidad desde el área comercial de la empresa.

En cualquier caso, el resultado del MRP no deja de ser una previsión de comportamiento ideal de la producción, ya que se basa en unos tiempos estimados y prefijados de aprovisionamiento y de producción. La realidad resulta mucho más compleja puesto que deben afrontarse diversas incidencias (retrasos en las entregas, paradas en la línea de producción) que tienen que solucionarse y que obligan a nuevas replanificaciones MRP. Además, exige una fuerte disciplina en el mantenimiento de toda la información necesaria para su funcionamiento (inventarios, entregas). Así pues, una buena gestión de la cadena de suministro utilizando estas herramientas de planificación necesita personas y responsables conscientes de la importancia de una información actualizada, y que utilicen estas herramientas como apoyo a las decisiones a la vez que utilizan criterios de negocio para resolver las incidencias diarias. En este sentido, una de las áreas que tiene una importancia clave en esta gestión es la de la visibilidad del funcionamiento de la cadena de suministro: información de control de producción, de seguimiento de entregas, expediciones, detección de incidencias, etc. Por esta razón, la incorporación de tecnologías como son los códigos de barras, la identificación por radiofrecuencia (RFID), las etiquetas inteligentes, los dispositivos de seguimiento de las condiciones de transporte e incluso la extensión de la adquisición automática de datos a la planta industrial (sistemas SCADA y MES) es crítica para alcanzar los objetivos corporativos.

### 5.5.6 La planificación de las necesidades de capacidad

Cuando hablamos de capacidades nos estamos refiriendo a todos aquellos recursos que permiten ejecutar el proceso de transformación o elaboración de los materiales del stock de productos finales (personas, máquinas, instalaciones). El objetivo de la planificación de necesidades de capacidades es analizar las necesidades derivadas del programa de producción o de necesidades (MRP) y ver cómo encajan en las capacidades disponibles de la empresa. Esto implica que aquellas necesidades que se analizan y no pueden ser cubiertas por la capacidad disponible deberán ser desplazadas en el tiempo y, por tanto, tienen un impacto inmediato en el plan de producción secuenciado derivado del MRP. Así pues, para tener una planificación de capacidades efectiva debe establecerse una iteración entre la secuencia del MRP y el análisis de capacidades hasta encontrar la solución adecuada.

La información necesaria para realizar la planificación de necesidades es:

- la secuencia de órdenes de producción que provienen del MRP o de otro tipo de modelos de decisión sobre producción;

- el consumo de capacidades por cada una de las operaciones y procesos que deben realizarse en la producción (hojas de ruta);
- toda la información relativa a capacidades disponibles (horarios disponibles de los centros de trabajo, tasas de productividad y reducción, etc.)

El resultado de la planificación de necesidades de capacidades ayuda a entender y detectar:

- los perfiles de carga de los diferentes recursos o centros de trabajo,
- las sobrecargas o cuellos de botella de las líneas de producción (capítulo 3), (4)
- el equilibrio de cargas entre los diferentes centros de trabajo.

Esta técnica requiere mucha información sobre el proceso de producción así como una actualización detallada de esta información (por ej., centros de trabajo que han quedado fuera de servicio, etc.) y tener en cuenta todas aquellas operaciones que afectan a la ejecución de operaciones: tareas programadas de mantenimiento, inspecciones de calidad, etc. Los resultados de la planificación de necesidades de capacidad son fruto muy especialmente del conocimiento y la experiencia de las personas que toman las decisiones de mover hacia delante o hacia atrás las diferentes actividades con el fin de equilibrar la carga y alcanzar los objetivos de la empresa.

El concepto de planificación de recursos de producción o MRP-II (*manufacturing resources planning*) integra en este circuito desde la planificación de alto nivel (agregada) hasta la evaluación de capacidades. En este sentido, la información necesaria para construir el MRP debe ampliarse con la información de hojas de ruta (cómo y con qué recursos se ejecutan los procesos) y de capacidades.

### 5.5.7 La programación detallada de las operaciones (optimización)

Adicionalmente a las herramientas de planificación de las necesidades de capacidad se han desarrollado herramientas de tratamiento de toda la información de la cadena de suministro que proporcionan propuestas de actuación utilizando sofisticados modelos matemáticos para optimizar el flujo de operaciones y que se conocen como secuenciadores. Estos modelos representan las características esenciales de situaciones de la cadena de suministro, pero sin ser realmente las situaciones. Por esta razón, la resolución de estos modelos aporta soluciones muy cercanas a los que pueden plantearse en la realidad, pero tiene en cuenta todas las complejidades. Esta resolución nos proporciona sofisticadas posibilidades para tomar decisiones y ayudar a realizar simulaciones en contextos diferentes.

Para crear una solución óptima, lo primero que necesitamos es un objetivo o función objetivo para minimizar o maximizar (¿minimizar costes o maximizar beneficios?). Normalmente, en los modelos de optimización de la cadena de suministro, la solución se orienta hacia la minimización de los costes y se utilizan lo que se conoce como costes marginales (sólo aquellos costes que cambiarán fruto de decisiones bajo nuestro control). Por ejemplo, los costes de la materia prima no se incluyen porque este gasto debe calcularse independientemente del plan final (aunque podría considerarse que afecta al flujo de caja). Bajo esta premisa, los costes de personal en horario laboral normal tampoco se incluirían. Pero sí que se incluirían en cambio los costes de mantener una pieza en el stock durante un período de tiempo o los costes de cambio (de personal, de maquinaria, etc.) asociados a una referencia.

La planificación táctica de la producción incluye las cantidades de producción o el tiempo extra necesario para alcanzar los objetivos. Se pueden tener asimismo en cuenta diferentes elecciones entre numerosas rutas en las líneas de producción, entre numerosos proveedores o subcontratistas o, incluso, entre diferentes factorías. Las herramientas de optimización permiten también la

(4) Consultar *Herramientas de progreso: teoría de las limitaciones*. CIDEM, 2003

elección de las mejores combinaciones respecto a la función objetivo descrita. Las herramientas de optimización permiten asimismo la elección de las mejores combinaciones respecto a la función objetivo descrita. En algunos casos se quieren también tener en cuenta productos sustitutivos para la solución final de producción. Una vez se tiene la función objetivo y las restricciones que la rodean, el problema se traslada a herramientas informáticas conocidas como lenguajes de modelización que permiten que los ordenadores puedan resolver el problema y aportar soluciones a los responsables de la cadena de suministro.

Adicionalmente, en estos modelos y su resolución, la realidad implica que el flujo para la cadena de suministro no es constante sino que se producen paros no esperados de máquinas u otro tipo de acontecimientos. Esto lleva a considerar también la gestión de colas o la detección de congestiones o cuellos de botella, que deben programarse de la mejor forma posible. En este caso, diferentes herramientas informáticas pueden ayudar a simular el flujo dentro de la cadena y a detectar estos puntos críticos.

### 5.5.8 La planificación del transporte

El transporte de materiales, componentes y productos dentro de la cadena de suministro es uno de los factores de coste significativos de la cadena y el éxito de cualquier cadena está ligado a un uso adecuado del transporte. El uso del transporte permite centralizar y operar con menos infraestructura de almacenaje, lo cual tiene implicaciones positivas desde el punto de vista del stock medio disponible y, a la vez, es el enlace entre las diferentes etapas de la cadena. En las decisiones de la gestión del transporte hay dos actores principales: el que emite y requiere el movimiento del producto y el operador que transporta el producto. La planificación del transporte tiene en cuenta los factores que afectan al coste de las operaciones y, en función de la disponibilidad y el nivel de servicio exigidos, ajusta la oferta del operador a las peticiones del emisor. Los factores que afectan al coste son aquellos relativos a:

- costes de transporte
- costes de stock e infraestructura de almacenaje
- costes de proceso de las cargas
- costes fijos de salarios, zonas de terminales, etc.

Construyendo una matriz de distancias entre cada dos puntos y creando a partir de esta matriz y la información de costes otra matriz de ahorros, se puede utilizar un método de planificación que permita asignar las entregas de clientes a vehículos o rutas y minimizar los costes. Existen diferentes tipos de herramientas y algoritmos que ayudan a resolver estos complejos problemas. Es importante tener en cuenta que la información necesaria en este caso no depende únicamente de la misma empresa sino también de actores externos como los operadores logísticos.

*BIMBO inició su actividad en España en el año 1964, en la fábrica de Granollers (Barcelona). Su gran éxito ha sido introducir en España un producto desconocido hasta el momento: el pan de molde. Actualmente es una de las empresas más grandes del sector alimentario en la Península Ibérica. Gracias a esta gran aceptación del público, los productos Bimbo, Martínez y Ortiz se han consolidado como líderes de mercado en las categorías de productos de panadería, pastas industriales y pastelería de marca.*

*La implementación del ERP se fue extendiendo a todas las empresas del grupo, así como a las doce plantas de fabricación. Actualmente el sistema está centralizado en las oficinas de Barcelona, desde las cuales se ofrece servicio a todas las fábricas y delegaciones ininterrumpidamente. Ante la dispersión geográfica de las diferentes áreas de la empresa (España, Portugal e Islas Canarias), el año 2001 Bimbo creó una nueva área funcional –Supply Chain Management (SCM)– con el objetivo de unificar y optimizar la cadena de suministro y garantizar el máximo frescor de los productos, el mejor servicio al cliente y la rentabilidad*

de la gestión logística e industrial. La empresa necesitaba una herramienta para planificar la cadena de suministro de los productos de vida media y larga (pastelería, tostados y aperitivos y golosinas). Para ello, el área de SCM procedió a realizar un estudio funcional y organizativo con el objetivo de optimizar la cadena de suministro, conseguir a la vez un frescor óptimo de los productos, disminuir los stocks intermedios en la cadena, optimizar la producción y mejorar el servicio a las delegaciones de venta desde las fábricas.

El proyecto de implementación de SAP APO (Advanced Planning Optimizer) se dividió en tres fases:

1. Realización de un modelo detallado de funcionamiento y de un prototipo con un sistema avanzado de planificación para las áreas de Planificación de Demanda, Planificación de Producción y Distribución Troncal, tomando como referencia el nuevo modelo operativo SCM.
2. Implantación de un sistema avanzado de planificación y de sus componentes Demand Planning (DP) y Supply Network Planning (SNP), e inicio de la fabricación de los productos de pastelería de la marca Martínez.
3. Expansión de la solución para productos de larga vida (tostados y aperitivos y golosinas), incluyendo una solución de planificación colaborativa de la demanda con el operador logístico.

La funcionalidad implementada por Bimbo para optimizar la gestión de la cadena de suministro se basa en:

- Planificación de demanda (DP). Componente que recoge la información sobre los históricos de ventas y la proyección mediante modelos estadísticos, teniendo en cuenta estacionalidades y acontecimientos (promociones, festivos, etc.)
- Planificación de producción (SNP). Componente que permite a la empresa planificar cada semana las ventas que resultan de la planificación de la demanda y de los parámetros relacionados con las capacidades de producción de las plantas, el stock de seguridad, las frecuencias de envío y el frescor de los productos.
- Planificación de envío de productos. Se basa en las previsiones consensuadas y/o los pedidos según la frecuencia de envío y frescor definidos.
- Secuenciación de la producción. Es posible gracias a la integración del sistema de gestión interna, el módulo de producción y los procesos del sistema de planificación avanzada.

El proyecto en general fue impulsado y liderado por el Departamento de supply chain de Bimbo, cuyo principal director y patrocinador es el vicepresidente del área de supply chain. La empresa creó un equipo multifuncional, con representantes de todas y cada una de las áreas afectadas por el proyecto: supply chain, logística, ventas, marketing y sistemas de información. El área funcional supply chain lideró la primera fase del proyecto, hasta llegar a un prototipo del componente de planificación.

El Departamento de Sistemas de Información lideró la implementación y la integración de la solución. Paralelamente, el área de SCM desarrolló un proyecto de Gestión del Cambio para adecuar la organización actual al nuevo modelo de gestión. La comunicación interna, la definición de los nuevos procedimientos y la formación interna han sido factores críticos para el éxito del proyecto. Dentro de la empresa, el uso de la solución ayuda en la gestión de los procesos de negocio prioritarios en cada área o departamento.

Área de marketing

- Definición de la vida (frescor) de los productos que debe garantizar la cadena de suministro.
- Lanzamiento de nuevos productos de vida media y larga, integrado con el sistema avanzado de planificación.

- *Publicación de promociones que impactan significativamente en las previsiones de venta (a escala nacional).*

#### *Área comercial*

- *El responsable de las previsiones de venta las genera semanalmente para 65 ubicaciones y las consensua con las delegaciones de venta antes de pasar el plan semanal al gestor de inventarios (y SNP).*
- *Los KAM introducen los acontecimientos (promociones, festivos, etc.) en el sistema (por vía ERP).*
- *En las delegaciones es primordial que los nuevos procedimientos de logística se cumplan, con el fin de garantizar la exactitud de los stocks que deben planificarse.*
- *Los jefes/directores de venta consensuan las previsiones semanales de venta de productos de vida media y larga, teniendo en cuenta las promociones locales.*

#### *Área SCM / Logística*

- *El responsable de inventarios elabora el plan de producción sobre la base de las previsiones, con el consenso previo del Área comercial. Se cierra un plan semanal fijo para cada planta de producción y referencia, teniendo en cuenta los stocks en la cadena de suministro.*
- *El responsable de inventarios actualiza las necesidades de aprovisionamiento desde el almacén central de la fábrica a las delegaciones de venta en función de la situación de los stocks en este momento. A continuación, el plan de envíos elaborado en el sistema de planificación se libera del sistema de gestión o ERP y crea pedidos de traslado entre los centros.*
- *Mediante la gestión de excepciones se analizan las posibles alertas (monitor de alertas) desencadenadas por las variaciones del programa de producción respecto al plan de producción. Las excepciones se van resolviendo en función de la importancia y prioridad de cada alerta. El gestor de inventarios es el encargado de evaluar las alertas y de informar a los planificadores de producción si considera necesario modificar el programa de producción. El proceso finaliza cuando ambas partes llegan a un consenso y el gestor de inventarios ha aceptado el programa. Si no se resuelven todas las excepciones, el gestor de inventarios se responsabiliza de las posibles consecuencias y de informar a los afectados de esta decisión.*

*La adopción del nuevo modelo implica pasar de un sistema basado en pedidos internos creados en cada delegación, de acuerdo con la demanda local entre delegaciones y fábricas, a un sistema logístico basado en la planificación:*

- *con un sistema de previsiones de la demanda, gestión de inventarios en las 65 ubicaciones y planificación del suministro, y*
- *con un sistema de planificación y secuenciación de producción adaptado para esta función.*

### 5.5.9 La ejecución y el control de las operaciones

Una vez estipulados, verificados y aprobados los diferentes planes, llega el momento de ejecutarlos y alcanzar los objetivos definidos. Los planes de producción se pueden comunicar en diferentes formatos a la planta de producción en función de las características de ésta. En este sentido, es interesante diferenciar los tipos de producción en función del punto en que se inicia el montaje del producto final con su lista de componentes finales (planificación de montaje final, *final assembly schedule*, FAS). La ubicación de este punto nos indica también qué tipo de estrategia competitiva utiliza la compañía (consultar la figura 12).

- *Fabricación contra stock: a partir de las listas de materiales predefinidas se produce un conjunto de productos finales buscando economías de escala en la producción en masa. El plan maestro de producción coincide con las necesidades de producto final. En la figura 12 vemos, por la forma de la figura, que existen en este caso menos artículos de producto*



## Método de producción

Área	Características	Producción por flujo regular desconectado	Producción por línea de montaje	Producción por línea de montaje por pedido	Industria de proceso. Órdenes de proceso
Plan de producción	Necesidades de esfuerzo de gestión y características de producción	Determinado por pedidos	Periódico y determinado por cantidad	Periódico y determinado por cantidad	Determinado por pedidos
Orden de producción	Necesidades de información de cantidad o fecha	La orden necesita cantidad y fecha	No es obligatorio disponer de órdenes de previsión con cantidad y fecha	Las órdenes de previsión necesitan especificar cantidad y fecha	La orden debe especificar cantidad, fecha y tiempo de proceso
Recogida y entrada de datos	Cantidad y nivel de datos requeridos para el método	Medios	Bajos	Bajos	Altos
Integración con el nivel de planta	Grado y facilidad de la integración con el grado de recogida de datos en la planta	Medios	Medios	Medios	Altos
Información de planta	Formato habitual de intercambio de información	Conjunto de papeles por orden	Lista del lote programado por línea	Lista del lote programado por línea y componente	Instrucciones de proceso en tiempo real por orden
Implicación del operario	Nivel de formación necesario para utilizar el sistema informático	Medio	Bajo	Bajo	Alto
Complejidad de los datos maestros	Esfuerzo necesario de mantenimiento de las rutas / recetas	Alto	Bajo	Alto	Alto
Frecuencia de cambio en los datos maestros	Esfuerzo necesario de mantenimiento de las rutas / recetas	Alto	Bajo	Medio	Alto
Complejidad del proceso de producción	Esfuerzo necesario de mantenimiento de las rutas / recetas	Alto	Bajo	Medio	Alto
Estructura de la orden de producción	Qué nivel de detalle es posible para estructurar el proceso de producción	Nivel de operación y suboperación	Sólo nivel de operación	Sólo nivel de operación	Nivel de operación y fase
Gestión del estado del orden	Seguimiento del ciclo de producción y esfuerzo necesario	Encabezamiento a nivel de operación	No es posible ya que sólo se utilizan órdenes de previsión	No es posible ya que sólo se utilizan órdenes de previsión	Nivel de encabezamiento y fase
Comprobación de disponibilidad	Cómo se puede seguir la disponibilidad de componentes en el proceso de producción	Por orden	Por ubicación/ línea	Por orden	Por orden
Programación	Frecuencia de lanzamiento de órdenes	Segundos	Días (turnos)	Días (turnos)	Segundos
Nivel de confirmación	Cómo se gestionan las confirmaciones del producto acabado	Confirmación a nivel de orden (cabecera) o nivel de operación y suboperación	Confirmación de cantidades en puntos determinados	Confirmación a nivel de orden (cabecera)	Confirmación a nivel de orden (cabecera) o nivel de operación y fase

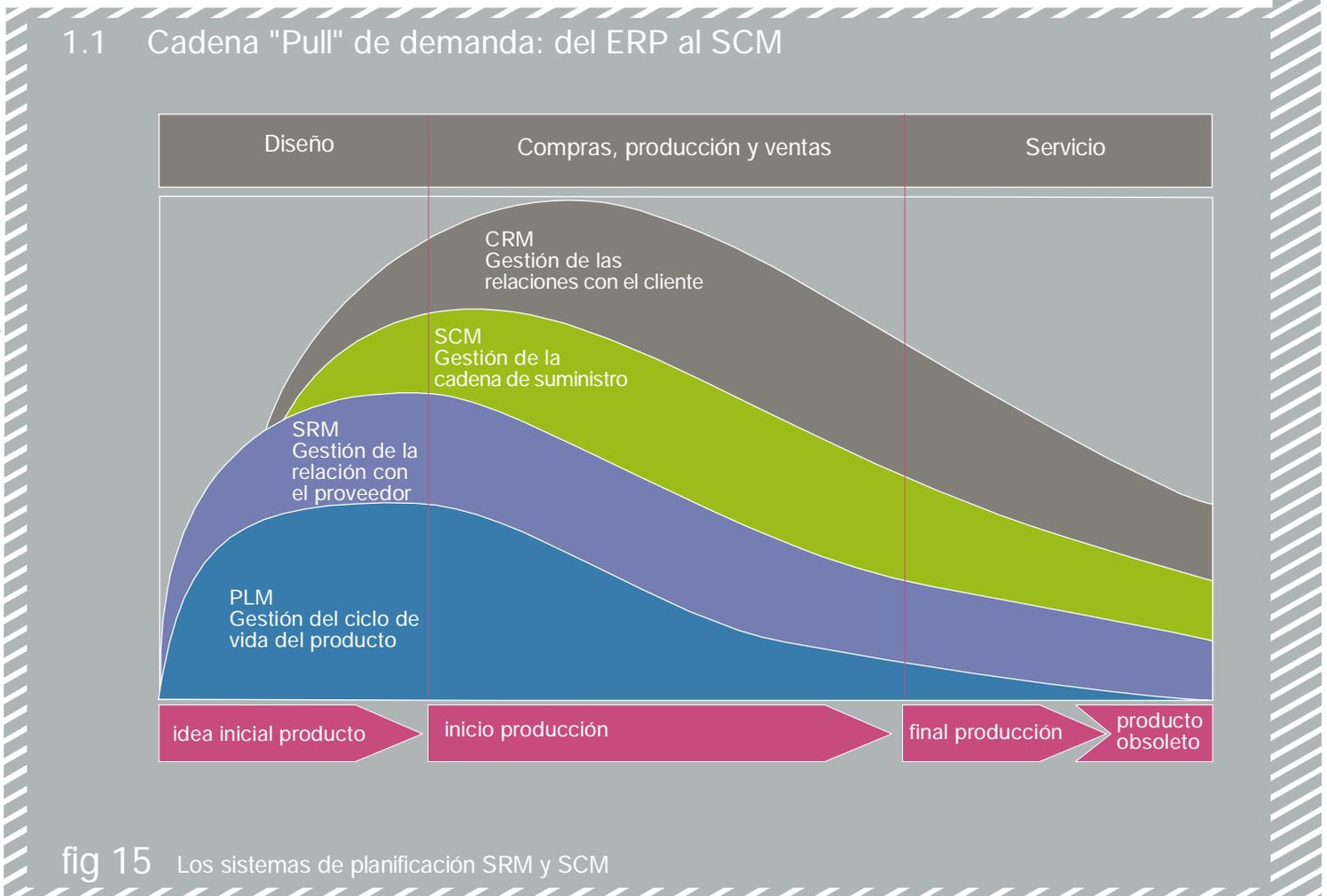
fig 13 Cuadro resumen de la estructura de información por método de producción

En la figura 12 podemos ver también la diferencia entre la ubicación del programa maestro de producción o MPS (allí donde planificaremos) y la lista final de montaje o FAS, y la forma que adopta la proporción de productos finales frente a los productos básicos o componentes de la estructura final del producto.

En la figura 13 podemos ver un resumen de cómo el tipo de proceso de producción empleado, que hemos definido en el capítulo 1, condiciona la información necesaria para planificar.

### 5.5.10 Conclusiones de planificación de la cadena de suministro

Planificar de forma integrada y sincronizada una cadena de suministro no es tarea fácil. La planificación es a menudo la cuestión más complicada de resolver en plantas productivas. Implantar sistemas del tipo ERP es un ejercicio de mejora continuada, donde convergen soluciones tecnológicas y de gestión. Históricamente, muchos ERP no han funcionado demasiado bien porque dependían de previsiones de demanda que se hacían incorrectamente ya que funcionaban en intervalos de tiempos de planificación demasiado grandes (meses o semanas), porque no se planificaba el transporte y la distribución, porque los almacenes no disponían de tecnología automática de adquisición de datos (escáners por código de barras y radiofrecuencia para transmitir datos) o bien ésta no estaba integrada con el mismo ERP, o bien porque se buscaba un nivel óptimo local de funcionamiento que no coincidía con el nivel óptimo de funcionamiento global de la cadena de suministro.



La mayor parte de estas cuestiones se incluyen ya en nuevas tecnologías (figura 15) como son los módulos de SRM (supplier relationship management, "gestión de relaciones con el proveedor"), de SCM (supply chain management, "gestión de la cadena de suministro") o de CRM (customer relationship management, "gestión de las relaciones con el cliente"). Es el momento de avanzar con estas nuevas aplicaciones de marketing y ventas (CRM) si estamos en mercado de consumo, o de operaciones (SRM y SCM) si estamos en mercados industriales donde las compras y la fabricación son fuente de ventaja competitiva. A menudo, los sistemas SCM se denominan también APS (advanced planning systems, "sistemas de planificación avanzada").

## Planificación de la cadena de suministro

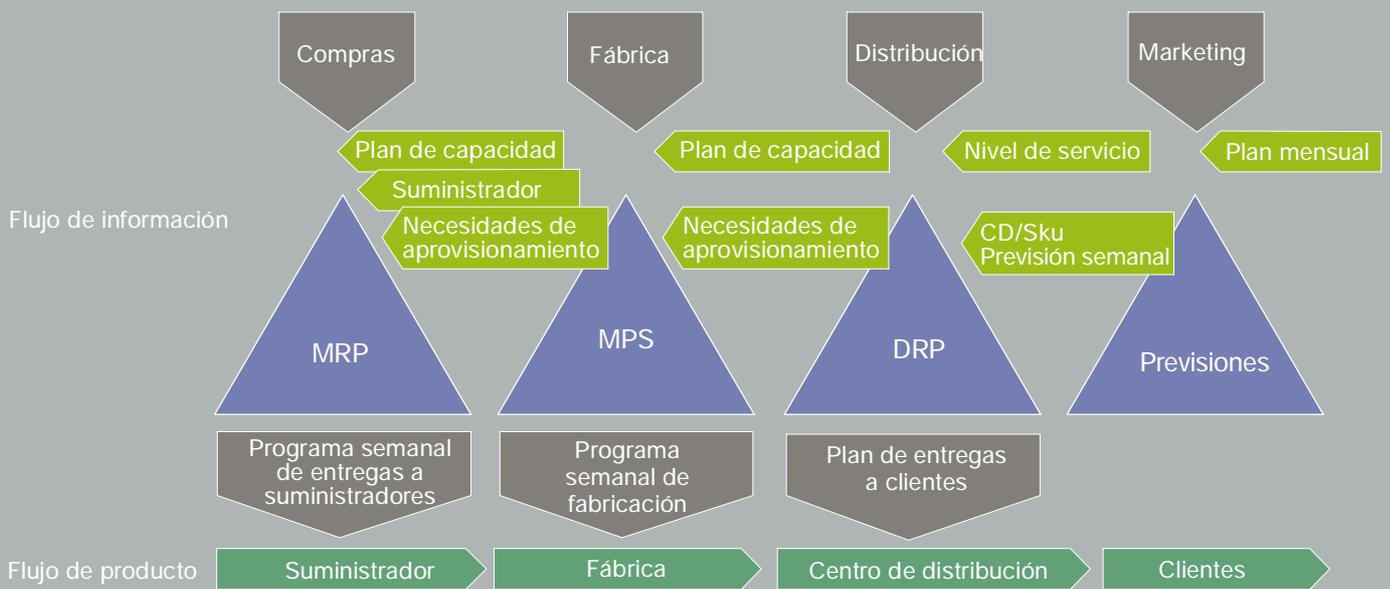


fig 16 Planificación de la cadena

Sea como sea, la tecnología debe comportar la mejora real y significativa de alguno de los procesos fundamentales de negocio (servir los pedidos y cobrarlos; fabricar y suministrar para cada pedido, y comprar y pagar). Las nuevas tecnologías deben ser siempre unos instrumentos facilitadores de la implantación de la estrategia de la empresa y no los determinantes de dicha estrategia.

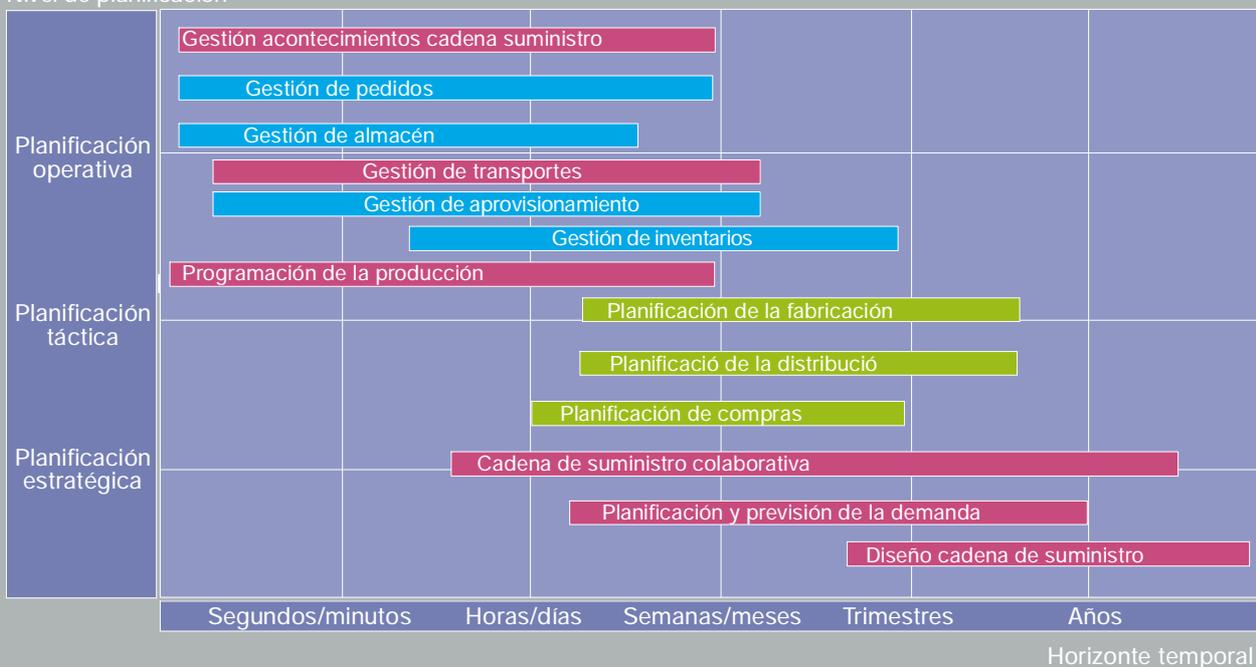
A modo de resumen de todo lo que se ha visto en este documento, en la figura 16 podemos ver cómo, a partir de unas previsiones de mercado y de un plan de negocio, se elabora una planificación agregada y un plan maestro para la fábrica (MPS) que, al detallarlo en el MRP, nos da las órdenes de compra y las de producción semanales. Sin embargo, muchos de estos sistemas son todavía de planificación *push*, no comandados por demandas reales de mercado sino por previsiones y con órdenes de fabricación, aunque hoy día todos los MRP tienen ya módulos de taller y señales *kanban* de Planificación *pull* que responden a las necesidades reales de mercado. Ésta debe ser la tendencia de futuro.

Por otro lado, habrá que ir substituyendo las simples previsiones de mercado por sistemas de planificación de la demanda e instalando sistemas de planificación de distribución (DRP: *Distribution Requirements Planning*), con la lógica del MRP, pero extendida a la red de distribución. Sin embargo, tampoco podemos suponer que tenemos una capacidad productiva infinita: la capacidad también debe planificarse, y para ello existen sistemas CRP complementarios. Hemos hecho asimismo un repaso por los diferentes modelos de gestión de inventarios, tanto de demanda independiente (de cantidad fija o de tiempo fijo) para productos acabados, como de los MRP de demanda dependiente (para los conjuntos y las materias primas). De la misma forma hemos revisado la ejecución y el control de las operaciones, relacionando el uso de las listas de materiales (BOM) con los sistemas de planificación y los diferentes procesos de fabricación. La figura 14 relaciona la estructura de planificación con todos los diferentes procesos de producción que ya habíamos visto en el capítulo 1 sobre la estrategia. Finalmente, debemos considerar que el futuro de los MRP implica la incorporación de los sistemas APS o sistemas avanzados de la cadena de planificación, que incluyen:

- 1) Simuladores de diseño de las cadenas de suministro que nos permitirán tomar decisiones sobre los costes totales cuando hacemos cambios en la red, por ejemplo si abrimos un nuevo centro productivo o de distribución.
- 2) Planificación de la demanda, o bien desde una perspectiva histórica (añadiendo únicamente temas clave de previsión de mercado, como son estimaciones de venta de nuevos productos o promociones especiales), si hablamos de productos funcionales (que hemos visto en el capítulo 4) o bien con sistemas de consenso con comité de expertos y algoritmos informáticos de anticipación al mercado si nos referimos a productos innovadores y de moda.

## 1.2 Cadena "Pull" de demanda: hacia el "ASCP"

Nivel de planificación



- Ejecución cadena suministro (SCE)
- Planificación cadena suministro (SCP)
- Ejecución y planificación avanzadas (ASCP, ASCE)

APS = *Advanced Planning and Scheduling*  
(Planificación y programación avanzadas)

fig 17 Hacia la planificación avanzada de la cadena

- 3) Cadena de suministro colaborativa para relacionar la logística con los proveedores y distribuidores estratégicos y planificar conjuntamente ciertas operaciones (hubs logísticos).
- 4) "Secuenciadores de la producción" que permitan programar la fabricación detalladamente hora por hora, considerando los condicionadores de recursos si el proceso productivo es rápido.
- 5) Gestión de transporte y rutas si nuestra distribución es capilar e importante.
- 6) Gestión de acontecimientos de la cadena de suministro en tiempo real para ver qué entregamos (exactamente) y en qué momento lo hacemos (visibilidad de la cadena, *track and trace*). Esto permite acelerar el proceso de facturación y precisar la gestión financiera.

En lo que se refiere a las nuevas tecnologías de la información y a Internet, sin duda serán el gran facilitador de la estrategia de operaciones durante los próximos años.

*De tal forma, la división de compras de "la Caixa" ya ha hecho transparente la mayoría del proceso de compras con la empresa Sumasa y su portal de compras que, además, presta servicio a otras empresas y ejecuta la mayoría de las subastas electrónicas en Cataluña. Sony, por otro lado, tiene ya una cadena que parte directamente de la demanda (sistema demand planning). En otro ámbito, operadores logísticos como es Seur ofrecen una alta visibilidad y trazabilidad de paquetes.*

En función del negocio de que se trate, las nuevas tecnologías de la información ayudarán a mejorar la eficiencia de los procesos. Sin embargo, nunca podrán decidir en la implantación de nuevos procesos de negocio (ésta es una tarea de los directivos).

La innovación, sin embargo, tanto organizativa como tecnológica, como en formación, debe convertirse en la gran ventaja competitiva del futuro. Innovar, también en compras, producción, logística y planificación, será indispensable en este siglo XXI, pensamos en ESADE, para convertirnos en una economía de alto valor añadido, ya llamada de "vivero". Una economía que compite principalmente en innovación y tiempo, que crea ideas, diseña y mejora productos y servicios, y que puede dirigir y deslocalizar, si fuese necesario, su producción.

## Bibliografía

### Libros

Barrat, M.; Green, M. *The Cultural Shift: the Need for a Collaborative Culture. Proceedings of the Supply Chain Management Conference*. Cranfield School of Management, 2001.

Bowersox, Donald J. *Logistical Management* Nova York : MacMillan, 1986.

Chopra, Sunil. *Supply Chain Management: Strategy, Planning and Operations*. Upper Saddle River, NJ : Prentice Hall, 2000.

Christopher, M. *Logistics and Supply Chain Management*. Londres : Financial Times, 1998.

Christopher, M.; Lambert, D. *The Challenges of Supply Chain Management. A: Proceedings of the Supply Chain Management Conference*. Cranfield School of Management, 2001.

Christopher, M.; Towill, D. An Integrated Model for the Design of Agile Supply Chains. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*. 2001.

Fisher, Marshall. What is the right Supply Chain for your product. *Harvard Business Review*, marzo-abril, 1997.

Garvin, David A. *Learning in Action: A Guide to Putting the Learning Organization to Work*. Boston, MA: Harvard Business School Press, 2000.

Hammer, M.; Champy, J. *Reengineering the Corporation: A Manifesto for Business Revolution*. Nova York: Harper Business, 1993.

Harrison, A.; Van Hoek, R. *Logistics Management and Strategy*. Prentice Hall, 2002.

Hayes, Robert H. et al. *Dynamic Manufacturing*. Nova York: The Free Press, 1988.

Hill, Terry. *Manufacturing Strategy* Productivity Press, 1994.

Krajlic, P. Purchasing Must Become Supply Management. *Harvard Business Review*, setiembre-octubre, 1983.

Lambert, Douglas M. et al. *Fundamentals of Logistics*. John Wiley and Sons, 1997.

Lewis, Colin. *Demand Forecasting and Inventory Control*. John Wiley and Sons, 1998.

Miltenburg, John. *Manufacturing Strategy* Productivity Press, 1996.

Monczka, Robert M. *Purchasing and Supply Chain Management*. South Western Publishers, 2001.

Monden, Yasuhiro. *El sistema de producción de Toyota*. Madrid: CDN Ciencias de la Dirección, 1987.

- Neely, A. D. *Measuring Business Performance: Why and How*. The Economist Books, 1998.
- Nokkentved, C. *Collaborative Processes in e-Supply Networks*. A: EcoE Research, 2001.
- Pisano, Gary P. *Modern Operations Strategy*. Nova York: The Free Press, 1996.
- Poirier, C.; Bauer, M. *E-Supply Chain. Using the Internet to Revolutionize your Business*. Berret-Koehler Publishers, 2001.
- Porter, M. E. *Competitive Advantage. Creating and Sustaining Superior Performance*. Nova York; Londres : The Free Press, 1985.
- Ptak, Carol A. *ERP Tools, Techniques and Applications for Integrating the Supply Chain*. CRC Press 1999.
- Rother, M.; Stook, J. *Learning to See Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate Muda*. Lean Enterprise Institute, 1999.
- Ruffa, Stephen A. *Breaking the Cost Barrier: A Proven Approach to Managing and Implementing Lean Manufacturing*. John Wiley and Sons, 2000.
- Shapiro, Jeremy. *Modelling the Supply Chain*. Duxbury, 2001.
- Shingo, Shigeo. *Una revolución en la producción: el sistema SMED*. Madrid: Tecnologías de Gerencia y Producción, 1990.
- Simchi-Levi, D. et al. *Designing and Managing the Supply Chain*. McGraw Hill. 2000.
- Stank, T. Supply Chain integration: Tales from trenches. *Supply Chain Management Review*, maig -juny, 2001.
- Steele, Paul T. *Profitable Purchasing Strategies*. McGraw Hill, 1996.
- Suzaki, Kiyoshi. *The New Manufacturing Challenge*. Nova York: The Free Press, 1987.
- Tersine, R. J. *Principles of Inventory and Materials Management*. Nova York: North-Holland, 1988.
- Van Hoek, R. *Most Leveraged Agile Supply Operating Environments. A: Proceedings of the Supply Chain Management Conference*. Cranfield School of Management, 2001.
- Van Weele, A. J. *Purchasing Management* Chapman Hall, 1994.
- Viale, J. David. *Inventory Management*. Crisp Publications, 1996.
- Vollman, Thomas E., et al. *Manufacturing Planning and Control Systems*. 4a ed. McGraw-Hill, 1997.
- Wight, Oliver W. *Executive Guide to Successful MRPII*. Oliver Wight, Ltd., 1994.
- Whiteman, L.; Presley, A. *The Agile Virtual Extended Enterprise. A: Proceedings of the Supply Chain Management Conference*. Cranfield School of Management, 2001.
- Zeithaml, Valerie A. et al. *Calidad total en la gestión de Servicios*. Madrid: Díaz de Santos, 1999.

## Páginas web

<http://www.supplychain.ittoolbox.com>

<http://www.supply-chain.org>

<http://www.cpfr.org>

<http://www.ascet.com>

<http://www.manufacturing.net/scm/>

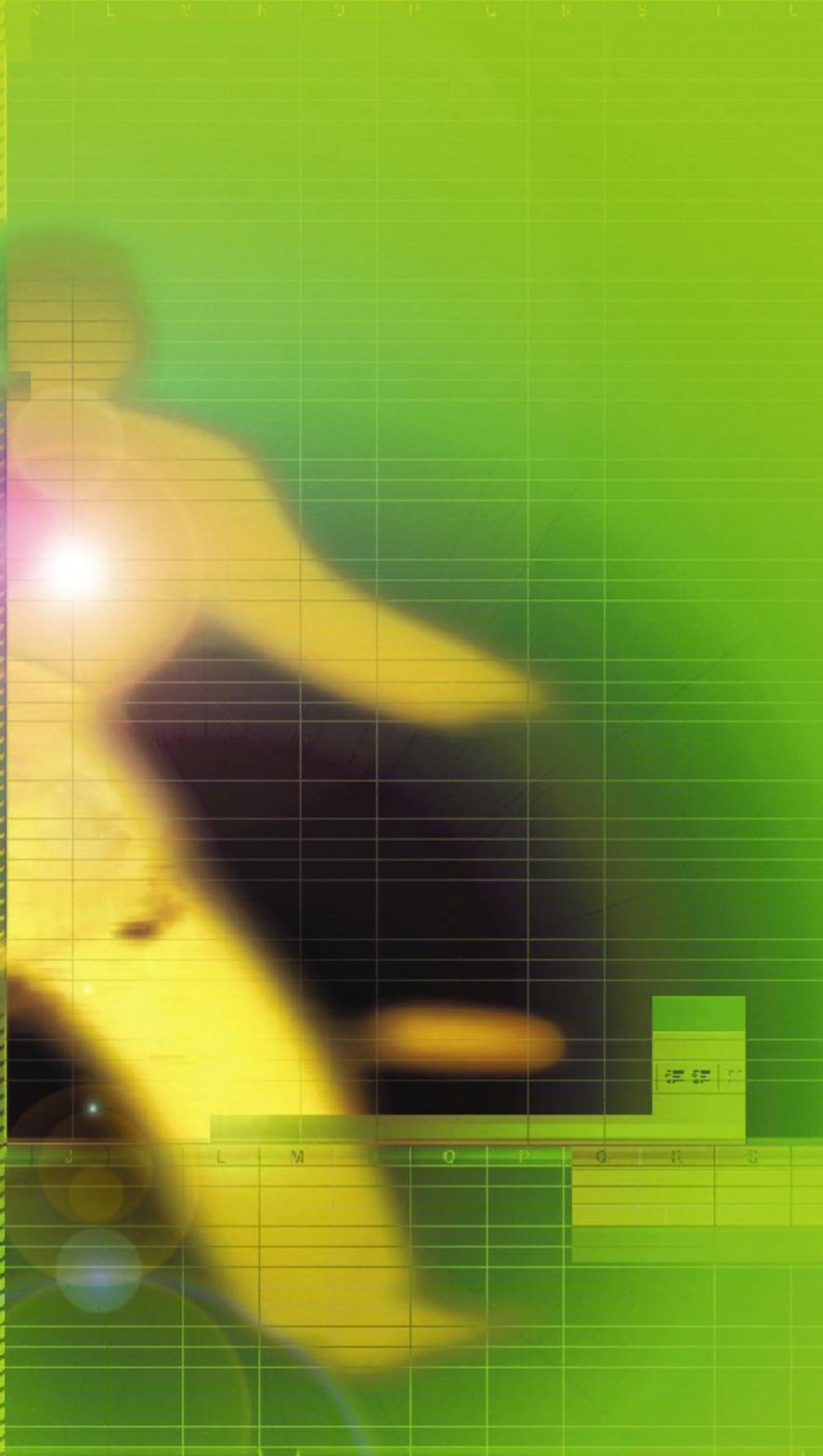
<http://cio.com/research/scm/>

<http://www.napm.org>

<http://www.sckc.info>

<http://www.rosettanel.org>

<http://www.stanford.edu/group/scforum>



#### Oficina central

Pg. de Gràcia, 129  
08008 Barcelona  
Tel. 93 476 72 00  
Fax 93 476 73 00  
info@cidem.gencat.net  
www.cidem.com

#### Xarxa Territorial del CIDEM a Catalunya

**Delegació Bages**  
Muralla de Sant Domènec, 24 baixos  
Edifici Consell Comarcal del Bages  
08240 Manresa  
Tel. 93 693 03 58  
Fax 93 876 82 12

**Delegació Berguedà**  
C/ Barcelona, 49 3r  
08600 Berga  
Tel. 93 821 35 53  
Fax 93 822 09 55

**Delegació Girona**  
C/ Migdia, 50-52  
17003 Girona  
Tel. 972 94 01 20  
Fax 972 94 01 64

**Delegació Lleida**  
Av. Segre, 7  
25007 Lleida  
Tel. 973 72 80 00  
Fax 973 22 19 58

**Delegació Tarragona**  
C/ Pompeu Fabra, 1  
43004 Tarragona  
Tel. 977 25 17 17  
Fax 977 25 17 10

**Delegació Terres de l'Ebre**  
C/ de la Rosa, 9  
43500 Tortosa  
Tel. 977 44 93 33  
Fax 977 44 95 75