

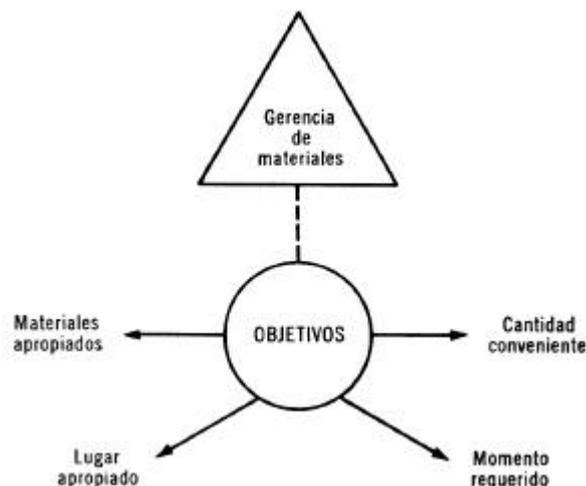
Unidad 7

- Administración de materiales

Administración de materiales

1. IMPORTANCIA DEL SISTEMA DE MATERIALES

Los requerimientos y necesidades de la empresa moderna han encontrado en la administración de materiales, un factor indispensable para la organización de la producción. El objetivo que persigue la gerencia de materiales es disponer de los materiales apropiados, en la cantidad conveniente, en el lugar apropiado y en el momento requerido.



El sistema de materiales es un concepto de organización que relaciona todas las funciones involucradas con materiales: compras, inventarios y manejo. La gerencia de materiales está a cargo de todas aquellas actividades que facilitan el flujo ininterrumpido de materiales, herramientas, piezas y servicios requeridos por el sistema de producción.

La función del sistema de materiales aparece ilustrada en la figura 8-1.

La secuencia del sistema de materiales es la siguiente:

El sistema de compras recibe como insumo los servicios proporcionados por los proveedores, controlando las órdenes de compra en lo que respecta a precios, servicios

y calidad, estableciendo al mismo tiempo un control adecuado en las entregas de materias primas o materiales y en los pagos. Su producto, obviamente, es la compra de materiales.

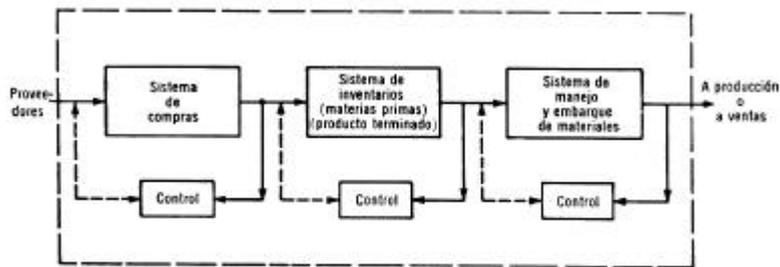


Figura 8-1. Sistema de materiales

El sistema de inventarios recibe como insumos los materiales o materias primas que se almacenan para su disponibilidad controlando, al mismo tiempo, las entradas y salidas, tanto de las materias primas como del producto terminado.

En el sistema de manejo y embarque, las entradas y salidas son los elementos esenciales para el manejo y transporte de los materiales, y toma en cuenta los espacios para almacenamiento, los puntos de recepción, las áreas de embarque y los sitios de trabajo. El sistema no sólo maneja materiales o materias primas, también se encarga del producto terminado. Es decir, las previsiones para el manejo de los materiales abarcan desde el muelle de descarga hasta el almacén, tratándose de materias primas; y del almacén a las áreas de embarque, cuando se trata de productos terminados. El sistema de manejo puede controlar, también, la distribución de productos en proceso.

Un organigrama típico de la administración de materiales aparece en la figura 8-2.

La subdivisión que presenta el organigrama permite un control de lo más detallado de los materiales.

Sin embargo, "algunos propositores del concepto dan repentinamente la voz de alerta y advierten que cuando la gerencia de materiales trata de interferir o de hacerse cargo del programa de producción del taller, corre el peligro de propasarse del fin para el que fue creada, y que, a la corta o a la larga, esto crea fricciones con el departamento de producción. La forma menos radical de organización que proponen es, que el jefe de producción se responsabilice de la programación de producción; en todo lo demás, su organigrama es idéntico al ejemplo de la figura 8-2. Estos propositores definirían la gerencia de materiales como la agrupación, bajo un gerente, de las funciones relativas al flujo de materiales, incluyendo la expedición de solicitudes, las compras, la aceleración de los procesos y el control del inventario hasta el punto de introducción en la línea de producción. Sin embargo, algunas compañías, tienen un gerente de materiales, que lleva las compras y el control de inventarios bajo su dirección.

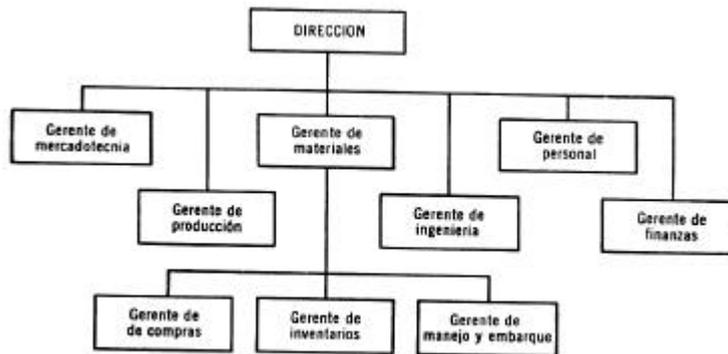


Figura 8-2. La administración de materiales en la empresa

Para no confundir y para demostrar la verdadera necesidad de definir el concepto, en algunos casos, tienen un gerente de materiales que es un "superhombre" de compras (presuntamente con un título universitario); otras empresas tienen un departamento de "compras" que abarca todas las funciones relacionadas con los materiales; y, finalmente, varias compañías grandes tienen divisiones con una organización de gerencia de materiales y divisiones con un grupo de compras tradicional. [1]

Cabe señalar, que la duplicidad de funciones no se presenta cuando existe una colaboración estrecha de la gerencia de materiales con una organización general sana; es decir, cuando comprende la labor de la gerencia de compras, de la gerencia de mercadotecnia y de las necesidades de producción, así como, cuando está al tanto de las innovaciones de los proveedores y de las necesidades de la gerencia de ingeniería en sus esfuerzos por preparar nuevos productos para su fabricación y venta.

2. EL SISTEMA DE COMPRAS

- a) **Definición e importancia.** Tradicionalmente, el sistema de compras es el responsable de hacer todas las compras requeridas en el momento debido, en la cantidad y calidad requeridas y al precio debido. Esta definición implica saber qué es lo que se compra y por qué se compra, además de analizar cualquier aspecto de una compra, ya que puede afectar alguna operación provechosa para la empresa.

Podemos decir que el sistema de compras es el eslabón entre una compañía y sus proveedores. La importancia del sistema de compras la señala Peter F. Drucker cuando dice: "La clave de una mercadotecnia eficiente y fructífera no es el proveedor sino el comprador." [2]

Lo anterior revela que el sistema de compras tiene la tremenda responsabilidad de conseguir las mercancías y los servicios más adecuados para la empresa.

Nuestro amigo Peter continúa diciendo:

"El comprador industrial tiene que conocer, naturalmente, su propio negocio (y los progresos logrados en años recientes, en este sentido son muy alentadores); tiene que saber en qué forma el producto o suministro que está comprando contribuirá a los resultados finales de su empresa; tiene que comprarlo al costo por unidad de su propio artículo terminado más bien que por el marbete del precio. Pero debe también conocer, a la perfección, la estructura y la situación económica de la industria del proveedor." [3]

"El agente de compras de hoy, tiene que ser uno de los gerentes más preparados de su compañía. A menos que entienda suficientemente y con bastante detalle sobre diseño, ingeniería, producción, mercadotecnia y sobre las demás funciones relacionadas, le será absolutamente imposible llevar a cabo su labor. Insistimos en que nuestros compradores sean consultados en las primeras etapas de diseño, de ingeniería y de producción. Con frecuencia están en condiciones de hacer sugerencias creativas y estudios que pueden redundar en productos mejorados, programas de producción más rápidos y hasta en un mejor diseño y presentación. En realidad, las consideraciones de precios probablemente vendrán en primer lugar. Pero, día a día, las compañías se están percatando de que las prácticas creativas de compras pueden redundar en algo más que un simple ahorro de dinero; pueden también proporcionar dinero." [4]

- b) **Objetivos del sistema.** "Poco comprendida ha sido la función de compras por parte de los ejecutivos no relacionados con ella, probablemente porque esta función no tenía en tiempos pasados la importancia que está adquiriendo hoy, y porque los compradores no estaban considerados como personal de talento superior en las organizaciones. Por consiguiente, las compras habían estado relegadas a una posición subordinada a otros departamentos, especialmente al de producción. En años recientes, esta costumbre ha cedido su lugar al reconocimiento gradual de que una labor de compras eficaz requiere de individuos con intereses y conocimientos especializados y con capacidad para hacer frente a las condiciones cambiantes que experimentan los negocios modernos.

"En el futuro, a la función de compras se le impondrán, probablemente nuevas y pesadas responsabilidades a fin de mantener la posición de la compañía en el mercado. Por ejemplo; mayor confianza en el producto del proveedor, mejor servicio del suministrador, análisis de valores, pronósticos de precios a largo plazo, adaptación a procedimientos automatizados, relaciones comerciales más eficaces, introducción de nuevos materiales y coordinación de los requisitos de los materiales. También deben mantenerse los costos de los materiales tan bajos como sea posible sin menoscabar la calidad. Esta pretensión creará muchos problemas en las relaciones y en el trato con otras personas y departamentos." [5]

Específicamente, los principales objetivos de compras son:

1. "Pagar precios razonablemente bajos por los mejores productos obtenibles, negociando y ejecutando todos los compromisos de la compañía.
2. Mantener los inventarios lo más bajo posible, sin perjudicar la producción.
3. Encontrar fuentes de suministro satisfactorias y mantener buenas relaciones con

las mismas.

4. Asegurar la buena actuación del proveedor, en lo que se refiere a la rápida entrega de los materiales y a una calidad aceptable.
5. Localizar nuevos materiales y productos a medida que vayan requiriéndose.
6. Introducir buenos procedimientos, además de controles adecuados y una buena política de compras.
7. Implantar programas como análisis de valores y análisis de costo, y decidir si deben comprarse o hacerse los materiales para reducir el costo de las compras.
8. Conseguir empleados de alto calibre y permitir que cada uno desarrolle al máximo su capacidad.
9. Mantener un departamento, lo más económico posible sin desmejorar la actuación.
10. Mantener informada a la alta gerencia de los nuevos materiales que van saliendo, que puedan afectar la utilidad o el buen funcionamiento de la compañía." [6]

- c) **La función del sistema.** La función del sistema de compras es proveer de lo necesario a las operaciones de la empresa. En esencia, el sistema de compras cumple con su objetivo, recibiendo información y asistencia de otras áreas de operación de la empresa. La figura 8-3, nos ilustra lo anterior:

Las líneas punteadas indican la comunicación que debe existir entre el departamento de compras y las otras áreas de la empresa. Las líneas llenas nos recuerdan el comportamiento de la productividad como un sistema, lo cual fue visto en el tema 2 de este libro.

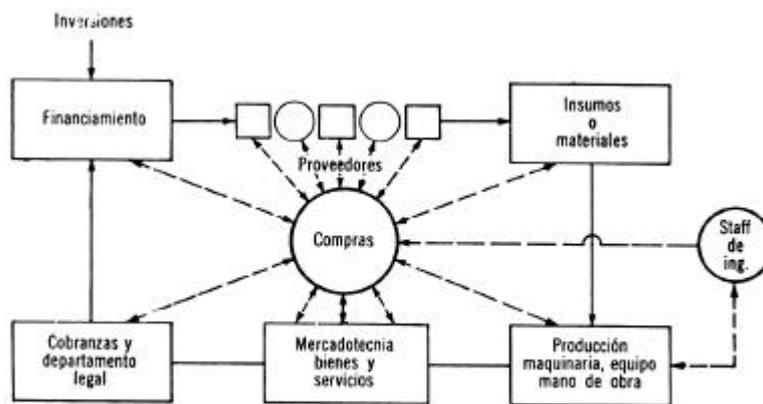


Figura 8-3. La función del sistema de compras

También en este caso, volvemos a hacer hincapié en el valor de la comunicación entre las distintas áreas de la empresa y en la necesidad de crear líneas claras de autoridad. La alta administración debe fijar metas amplias para la función de compras. En la empresa donde no se sigue esta práctica, la gerencia de compras debe fijar sus propias normas de buena actuación y hacer todo lo que esté en sus manos para cumplirlas.

Algunas de las metas de la función de compras con las otras áreas de la empresa podrían ser las siguientes:

Compras ← → finanzas

- Mantener bajos los costos de funcionamiento.
- Mantener una aportación eficaz a las utilidades mediante análisis de valía y reducción de costos.

En este punto, podemos decir que la función de compras es la heredera de la responsabilidad de las utilidades. Si una empresa gasta un promedio de 53 % de su peso en ventas en materiales y servicios, aquella empresa con un volumen de ventas de 60 millones de pesos gastaría 31.8 millones de pesos para cubrir el costo de los materiales comprados, de los suministros y de los servicios. A un margen de utilidad promedio del 91 %, se requieren 6 millones de pesos de ventas para producir una utilidad de \$ 540,000; sin embargo, con sólo una reducción del 5 % en el costo de las compras, esta utilidad puede aumentarse en un 29 %, o sean \$159,000.

Compras ← → proveedores

- Crear un clima de buena voluntad para la empresa, mediante unas relaciones comerciales cordiales.
- Mantener una buena selección de proveedores que actúen de la mejor manera posible.
- Obtener el mejor valor en los materiales comprados y al precio más bajo posible, sin menoscabo en la calidad.

En este punto, cabe aclarar que ningún comprador adquiriría por sistema, un artículo al precio más bajo. Un escritor, John Ruskin, dijo en su oportunidad:

"Es imprudente pagar en exceso... pero aún lo es más pagar demasiado poco. Cuando se paga en exceso, se pierde algo de dinero... eso es todo. Cuando se paga demasiado poco, a veces se pierde todo, porque lo que se ha comprado no puede realizar la función para la que se compró. La ley común de equilibrio comercial impide que se pague poco y se obtenga mucho, esto no puede hacerse. Si se negocia con el mejor postor, es conveniente añadir algo por el riesgo que se corre. Y si se añade algo, se tendrá suficiente para pagar por un artículo mejor."

Compras ← → producción ← → ingeniería

El departamento de producción es el punto inicial de la mayor parte de las requisiciones de materiales y el punto final de la corriente de flujo de los insumos. La principal meta de comunicación entre el departamento de compras y los departamentos de producción e ingeniería puede ser, tal vez, el factor comprar o hacer. "La gente de producción e ingeniería, piensa muchas veces que compras prefiere comprarlo todo. Este sentimiento se origina de la frecuencia con que ese departamento sugiere ideas

sobre artículos ya fabricados y recomienda que se compren a proveedores especializados. Estas sugerencias son la consecuencia natural de las continuas e íntimas discusiones con los vendedores. Sin embargo, hay muchas más operaciones de compra cuando se fabrica un artículo que cuando lo suministra un proveedor. Por ejemplo, si una compañía decide comprar una compresora, sólo se adquiere ese artículo; en cambio, si decide fabricar las compresoras, entonces deben adquirirse los pistones, los anillos de los pistones, las bielas, las piezas fundidas, el aceite lubricante y muchos más artículos relacionados con el proceso de fabricación." [7]

Esto implica una estrecha comunicación del sistema de compras con los sistemas de producción e ingeniería de una empresa. La investigación que conjuntamente se lleve a cabo, puede ser muy efectiva en los análisis de las situaciones en que debe determinarse si se va a fabricar o a comprar. Al tomar decisiones sobre la alternativa más provechosa de comprar o hacer, una lista que puede resultar de ayuda a las metas de los sistemas de compras, producción e ingeniería es la siguiente: [8]

Comprar:

1. Los estudios de costos indican que es más barato comprar que fabricar.
2. No se dispone de espacio, de equipo, de tiempo y/o de habilidad para llevar a cabo las operaciones necesarias de producción.
3. Debido al pequeño volumen o a otras necesidades de capital, la inversión para fabricar no resulta atractiva.
4. Se desea que otro encare las demandas estacionales, cíclicas o arriesgadas del mercado.
5. La necesidad de técnicas o de equipo especial hace que sea más lógico comprar.
6. Es aconsejable que los ejecutivos de la compañía se concentren en su especialidad.
7. Se desea una supervisión en las propias operaciones.
8. Las patentes o las relaciones entre clientes y proveedor favorecen comprar.

Fabricar:

1. Los estudios de costos indican que es más barato fabricar que comprar.
2. Fabricar se aviene a los conocimientos, al equipo y a la tradición de la compañía.
3. Se dispone de capacidad para absorber los gastos indirectos.
4. Lo que se está considerando es raro o complejo; se requiere una supervisión directa para asegurar el control.
5. Fabricar facilitará el control de cambios en las piezas, en los inventarios y en las entregas.
6. La pieza es difícil de transportar.
7. El diseño de la pieza o su fabricación son confidenciales.
8. No se desea depender de una sola fuente externa de suministro.

Si para una empresa es más lógico comprar, comprará; o si le resulta más

económico fabricar, fabricará. En el mejor de los casos, los sistemas de compras, producción e ingeniería deberán tener en cuenta la ecuación que marca la pauta en el factor "comprar o hacer":

$$\text{Costo de oportunidad} = \text{Valor estimado} + \text{Valor de servicio}$$

de tal suerte, que el lector podrá estimar fácilmente la importancia que representa para la empresa una estrecha colaboración y comunicación entre compras, producción e ingeniería.

Compras ← → departamento legal

Las comunicaciones del departamento de compras con el departamento legal, requiere metas cuidadosas con respecto a requisiciones, facturas, rechazos, créditos, cancelaciones, etc., así como descripciones de las diversas clases de contratos: cuándo deben usarse; cómo deben prepararse, etc.

Compras ← → mercadotecnia

La información que proporciona el sistema de mercadotecnia al analizar los pronósticos de la demanda de los productos que fabrica la empresa, es de primordial importancia en la compra y venta de factores futuros. Es decir, la información que proporcione el sistema de mercadotecnia al sistema de compras, indicará hasta qué punto es posible comprar por adelantado.

Así por ejemplo, una empresa que prevea un aumento de los precios de los artículos básicos, materiales o materias primas, comprará una cantidad determinada de los mismos para su entrega en un mes futuro. Se paga el precio del mercado más los gastos. Cuando se necesite realmente ese material para las actividades de producción, antes del mes futuro, se hará una compra en el acto de entrega inmediata y al contado. Simultáneamente se concertará una venta para su entrega en el mes futuro. A este tipo de técnicas de compras especializadas se le llama compra y venta de futuros (en inglés: Hedging). Estas operaciones requieren, naturalmente, de la comunicación más sofisticada entre compras y mercadotecnia.¹

La figura 8-4, nos ilustra el procedimiento de compra.

¹ Si al lector le interesa analizar más extensamente la función de compras, nos permitimos recomendarle el libro *El Gerente de Compras y sus Funciones*, de Victor H. Pooler, Jr. Editorial Limusa, S. A., México, 1971.

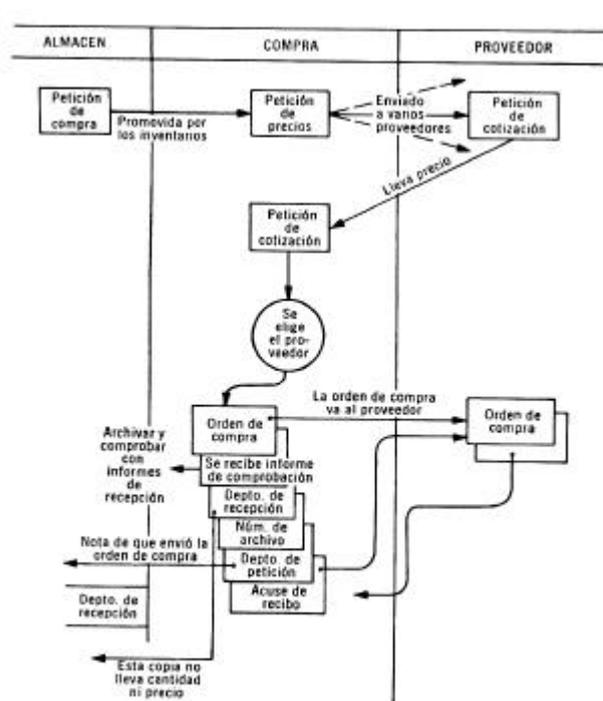


Figura 8-4. Procedimiento de compra [10]

3. EL SISTEMA DE INVENTARIOS

- a) **Definición.** La administración del sistema de inventarios consiste en establecer, poner en efecto y mantener las cantidades más ventajosas de materias primas, materiales y productos, empleando para tal fin las técnicas, los procedimientos y los programas más convenientes a las necesidades de una empresa. En sentido contable, inventario es el conjunto de suministros, materias primas, materiales de producción, productos en proceso y productos terminados. No es raro oír hablar a un empresario de "inventariar", o sea contar las existencias de almacén, y ponerlas en lista.
- b) **Clasificación.** La clasificación de inventarios en la industria se hace generalmente de la siguiente forma:

Suministros: Artículos de costo indirecto que se consumen en las operaciones de la fábrica, tales como aceites lubricantes, material para limpieza, cajas de empaque, etc.

Materias primas: La materia prima o materia bruta; es un término relativo. Se aplica al material que no está terminado, tal como es recibido por la fábrica para su incorporación posterior al producto de una empresa. Dicho de otro modo, son los bienes a los que no se les ha añadido ningún factor o componente en la fábrica en que se hallan. Además, a veces pueden considerarse las materias primas como productos terminados. Por ejemplo, el mineral de hierro llamado "arrabio", es un producto

terminado que usan como materia prima los altos hornos. El lingote de hierro, producto terminado del alto horno, es materia prima para las fundiciones y, en cambio, materia prima para los talleres mecánicos. A su vez, las piezas fundidas pueden ser materia prima para un fabricante de motores.

Productos en proceso Son aquellos que están en períodos de transformación, antes de convertirse en productos terminados. Cuando hay que hacer evaluación de existencias es más fácil realizarla con las materias primas o con los productos terminados debido a la dificultad de hallar los costos de materiales en elaboración que se hallan en determinado momento en proceso de producción.

Productos terminados: Son los productos acabados que se almacenan para su entrega a clientes.

Materiales de producción: Son las piezas o componentes que pueden obtenerse en fuentes externas a la empresa, o pueden ser producidas en la fábrica y almacenadas para uso futuro. Éstas son piezas, que van a ser incorporadas al producto terminado, tales como arandelas y pernos, generadores, motores, etc.

- c) **Ejemplo de un sistema de producción-inventarios.** El sistema que aquí presentamos es el de la empresa "Velázquez, Hernández y Arena", S. A., fabricante de pequeños utensilios eléctricos, los cuales son vendidos a distribuidores, los que a su vez venden a comerciantes al por menor o minoristas que se encargan de venderlos a clientes. La empresa mantiene un inventario de productos terminados. Los pedidos de los distribuidores son recibidos por la empresa y los embarques son hechos a los distribuidores del inventario de productos terminados. La organización de la producción de la empresa determina sus programas tomando como base un pronóstico de la demanda sobre los pedidos hechos por los distribuidores.

La figura 8-5, ilustra un sistema de producción-inventarios. Esta figura ilustra claramente el flujo de materiales e información del sistema de producción-inventarios; llamado también sistema de producción-distribución. (Analice la figura 8-5, discúptala y saque sus conclusiones).

- d) **Costos de inventarios.** Los costos resultantes de cualquier decisión específica de una empresa se determinan cuando se toma la decisión referente a la cantidad de llevar o mantener inventarios.

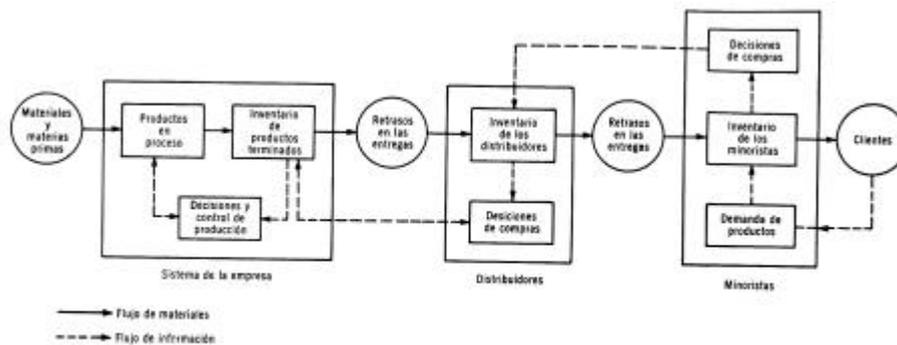


Figura 8-5. "Velázquez, Hernández y Arena", S. A.
 Sistema de producción-inventario,
 o
 Sistema de producción-distribución.

El que una empresa adopte un determinado sistema de inventarios, lleva implícito un costo de capital considerable. Es conveniente que una empresa adopte, junto con el sistema de inventarios que más le convenga, un sistema que calcule lo que podrá redituárle el capital invertido en el inventario si se hubiera destinado a otro tipo de inversión, deduciendo así, el costo de capital en que se incurre.

Al emplear un determinado sistema de cómputo, la empresa debe considerar dos factores muy importantes del sistema de inventarios: su valor realizable y el riesgo. El dinero que se invierte en inventarios, es un valor realizable en el activo de una empresa, de manera que si fuese necesario podría convertirse en efectivo en un lapso de tiempo breve. En cuanto al riesgo el inventario está expuesto a la descomposición, al desuso y al deterioro.

Las siguientes clases de costos forman parte de las decisiones que se toman en inventarios:

Costos de ordenamiento:

Estos pueden ser: órdenes de compra de pedido de materiales o aquellos asociados con órdenes de preparación del lote de producción.

Costos de llevar o mantener los inventarios

Estos costos incluyen todos los gastos en que una empresa incurre con el fin de mantener o llevar un determinado volumen de inventarios. Dentro de este tipo de costos están usualmente los siguientes factores: almacenamiento, seguros, capital, obsolescencia y deterioro.

Para guardar el inventario deben construirse depósitos y zonas de almacenaje que requieren mantenimiento. Los estantes, instalaciones y demás utensilios para almacenar sufren una depreciación. Todos estos factores son costos que deben cargarse al inventario y generalmente se distribuyen en forma proporcional entre los diversos productos almacenados, en base a un porcentaje que se determina conforme

al valor del producto en pesos.

Algunas empresas aseguran el inventario contra incendios cargándolo al costo del mismo. Aquellas empresas que no lo aseguran deberán hacer que la tasa del costo de inventario refleje el riesgo existente de una pérdida por fuego, para lo cual se le cargará una suma equivalente a la de un seguro contra incendios.

El dinero invertido en inventarios, no está disponible para usarse en otras áreas de la empresa. El costo que implica un préstamo de capital nuevo, propicia una estimación inadecuada del costo de capital invertido en inventarios, a menos que la empresa esté realmente dispuesta y en posibilidades de alterar su préstamo como respuesta a modificaciones en el nivel de inventarios. Las empresas deben cargar a los inventarios un *costo de oportunidad*, equivalente a la ganancia que se esperaba obtener en otras inversiones que envuelven riesgos y valores realizables similares al de inventarios.

La tasa que se fija a dicho costo de oportunidad generalmente excede a la tasa del préstamo.

El factor de obsolescencia implica costos a causa de que el inventario no puede venderse más, debido a cambios en la demanda, deseos de la clientela, hacerse viejo o pasar de moda, etc.

El factor deterioro implica también costos a causa de que el material existente en inventarios puede adquirir humedad o secarse, ensuciarse por manejo, etc. De cualquier forma, este factor hace que un producto no pueda venderse más.

Costos por agotamiento de inventario:

¿Nos importa quedarnos sin inventarios? Esta pregunta se hace si el producto no está disponible para embarcarse al cliente cuando éste lo ordene. Pueden perderse clientes o incurrirse en costos extra que pueden ser considerables.

Costos asociados con la capacidad de producción

Estos costos incluyen horas extras de trabajo, contratos de arrendamiento, adiestramiento de obreros y empleados, paros en la producción, etc.

Estos costos se incurren cuando es necesario aumentar o disminuir la capacidad de la producción.

- e) **Políticas A B C.** Algunas compañías clasifican sus artículos mediante un sistema llamado de políticas A B C, clasificando su inventario por grupos de artículos:
 - a) *Artículos de alto valor*
 - b) *Artículos de mediano valor*

c) *Artículos de poco valor*

Generalmente, para la empresa "Velázquez, Hernández y Arena", S. A., fabricante de artículos eléctricos, el 10 % de los artículos de inventarios se clasifica en la categoría A, alrededor del 70 % son artículos C de poco valor, y el resto son artículos B de mediano valor, tal como se indica en la figura 8-6.

La empresa antes señalada, considera que la mejor manera de mantener un control eficaz de inventario es comprando los artículos A, de alto valor, en cantidades mínimas, según vayan requiriéndose y comprando partidas económicas B, de mediano valor; estas dos clases de artículos integran alrededor del 30 % del inventario. En realidad, la categoría A constituye del 70 al 75 % del costo total de inventario. Los artículos C, de poco valor, aunque se compran en grandes cantidades, tendrán poco efecto en el valor del inventario, porque representan solamente un 5 % del costo total.

En general, el sistema de políticas de inventarios A B C, señala que un número reducido de artículos inventariados constituye la proporción mayor del valor total de inventario.

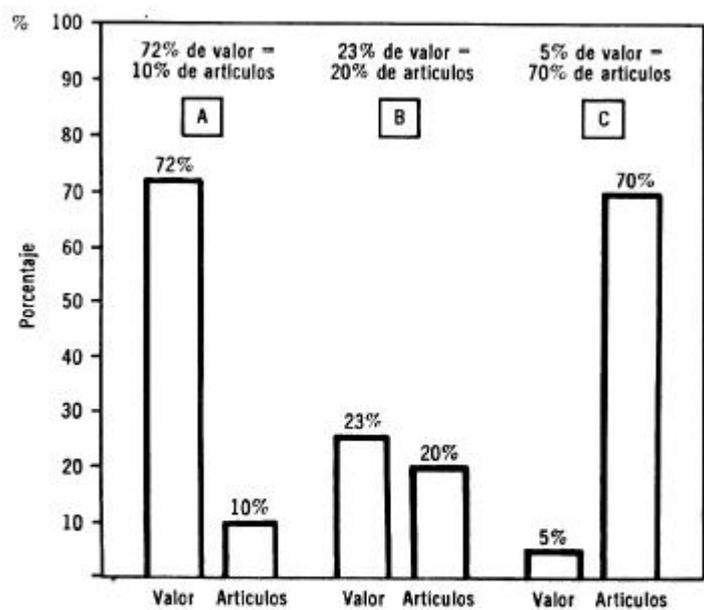


Figura 8-6. Sistema A B C de inventario

	A	B	C
Valor anual en pesos	72 %	23 %	5 %
Número de artículos	10 %	20 %	70 %

- f) **Cantidad económica de compras y de producción.** Habiendo discutido los costos de inventario, veamos ahora cómo ataca la gerencia de producción el problema de decidir cuántas unidades de un artículo deben comprarse o producirse para ser almacenados en un tiempo determinado.

Enfocaremos la discusión en términos de compras y de producción. La lógica es la misma en ambos casos si cambiamos comprar por producir y costo de pedido por costo de preparación del lote de producción.

La gerencia de producción de una empresa sabe que si se adquiere un artículo en menor cantidad, habrá una disminución en la carga de llevar el inventario, pero un aumento en los cargos del costo de adquisición de ese artículo. Por el contrario si la empresa compra cantidades mayores del insumo, hay un aumento en los cargos de llevar el inventario y una reducción en el costo de adquirirlo. Por lo tanto la gerencia debe considerar las probables reducciones de los costos de pedido contra los probables aumentos de los costos de llevar los inventarios. La figura 87, nos ilustra esta relación. En ella podemos apreciar que la cantidad mínima de compras o de producción con un costo total mínimo, se obtiene determinando el punto mínimo de la curva de costo total.

La cantidad económica de compras (o de producción) tendrá lugar en el punto P de la figura, o sea cuando:

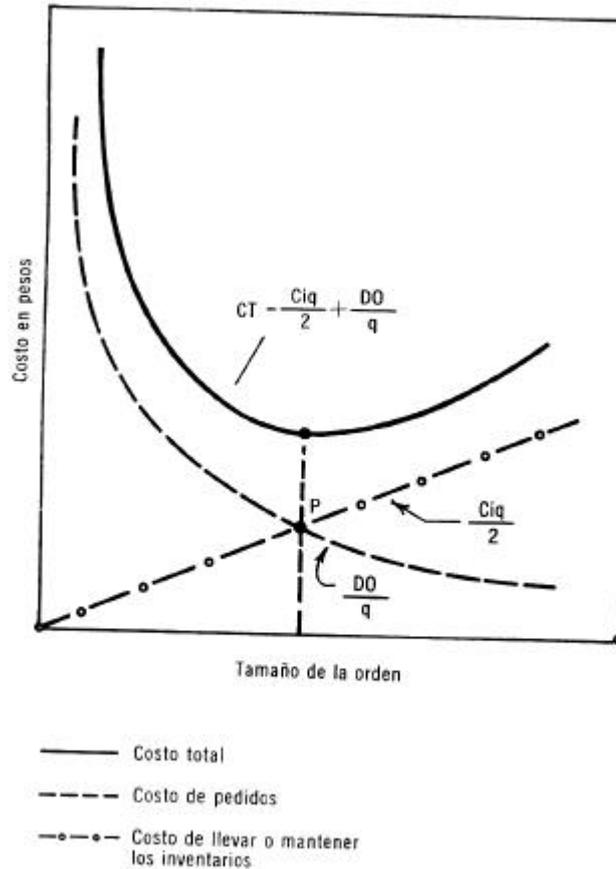


Figura 8-7. Relaciones entre costo total, costo de pedidos y costo de inventarios

Costos de llevar los inventarios = costos de pedidos.

Supongamos la nomenclatura siguiente:

CT = costo total anual de inventarios

$q/2$ = inventario promedio mantenido a lo largo de un tiempo determinado

C_i = costo de mantener el inventario como una fracción decimal por cada peso de inventario promedio

D = demanda anual

O = costo en dinero por orden de adquisición

q = tamaño de la orden.

La figura 8-8, ilustra los elementos básicos para plantear la ecuación del costo total anual de inventarios.

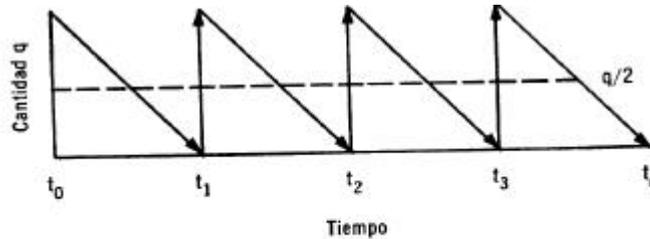


Figura 8-8. Modelo gráfico de inventarios
Cantidad de existencias utilizadas constantemente
y con reposición instantánea

Supongamos en este modelo simplificado que los pedidos son tomados en intervalos de períodos fijos iguales a t_1, t_2, t_3, t_n y que los materiales son ordenados y recibidos instantáneamente. Es decir, damos por supuestas las condiciones ideales, a saber: un ritmo constante en la utilización, cantidad de existencias igual a cero en cada uno de los puntos de reposición y reposición instantánea.

El inventario promedio mantenido a lo largo de un tiempo dado (un año por ejemplo) es $q/2$, ilustrado con la línea punteada. El costo de mantener el inventario es $C_i (q/2)$. Ya que el número de pedidos ordenados en un determinado tiempo es D/q y los costos totales de ordenamiento de pedidos $(D/q)O$, podemos calcular el costo total planteando la ecuación:

$$CT = \frac{C_i q}{2} + \frac{D O}{q} \quad (8-1)$$

Por otra parte, si suponemos también las condiciones mencionadas para el modelo gráfico de inventarios de la figura 8-8, con la sola diferencia de que sustituimos la reposición instantánea cambiándola a reposición una vez transcurrido un período finito de tiempo, la situación que se presenta es ilustrada en la figura 8-9.

Un artículo es producido por una duración de tiempo t , - t_0 , durante el cual la cantidad de inventario alcanza su máximo nivel en A. Después que la producción se suspende, el inventario es vendido hasta agotarse en t_2 , momento en el cual se inicia otro ciclo de producción. En este caso la reposición de la cantidad de existencias se hace al transcurrir t , y t_3 o sea en los puntos A y B de la figura 8-9, la utilización de las existencias, ocurre durante $t_0 + t_1 + t_2$ y $t_2 + t_3 + t_n$, o sea el ciclo entero. (Discuta el lector su opinión al respecto.)

Puesto que el costo total CT está en función de q (tamaño de la orden), el empleo del cálculo diferencial puede usarse para determinar el tamaño de la orden q que resultará mínimo en CT.

Derivando la ecuación (8-1) se tendrá:

$$CT = \frac{C_i q}{2} + \frac{D_0}{q} \quad (8-1)$$

$$\frac{d(CT)}{d(q)} = \frac{C_i}{2} - \frac{D_0}{q^2} \quad (8-2)$$

igualando a cero la primera derivada de CT con respecto a q :

$$0 = \frac{C_i}{2} - \frac{D_0}{q^2} \quad (8-3)$$

en donde:

$$\frac{C_i}{2} = \frac{D_0}{q^2} \quad (8-4)$$

despejando q se tendrá:

$$q = \sqrt{\frac{2D_0}{C_i}} \quad (8-5)$$

La ecuación (8-5) es la fórmula para calcular el tamaño de orden económica (llamado también lote de magnitud económica) de compra (o de producción).

Supongamos ahora que la empresa "Velázquez, Hernández y Arena", S.A., fabricante de artículos eléctricos estima que necesita exportar a Japón 18,000 transistores de un determinado tipo, en un período de 300 días de trabajo al año, o 60 transistores por día, con el fin de mantener la capacidad diaria que sus requerimientos de producción le indican. El departamento de producción de la empresa dispone de los siguientes datos:

$$C_i = \$ 0.10 \text{ (por unidad-por año)}$$

$$D = 18,000$$

$$O = \$ 100 \text{ (por orden)}$$

aplicando la ecuación (8-5):

$$q = \sqrt{\frac{2 \times 18,000 \times 100}{0.10}} = \sqrt{36,000,000}$$

$$q = 6,000 \text{ unidades}$$

El mínimo de pedidos por año será:

$$\frac{D}{q} = \frac{18,000}{6,000} = 3$$

En consecuencia, el intervalo entre órdenes será de 4 meses o 66.6 días de trabajo. Substituyendo estos valores en la ecuación de costo total, el costo mínimo de inventario será:

$$CT = \frac{C_i q}{2} + \frac{DO}{q}$$

$$CT = \frac{\$ 0.10 \times 6,000}{2} + 100 \times 3$$

$$CT = \$ 600$$

- g) **Limitaciones del modelo básico.** La fórmula del lote económico de producción (o de compras) es relativamente fácil de emplear y aplicar. Ordinariamente esto es deseable; sin embargo es importante señalar las limitaciones de que adolece el modelo de cantidad económica de compras (o de producción).

Demanda: la demanda de los productos se supone uniforme y constante.

Órdenes: se supone que las órdenes de compra o de producción son agotadas y reemplazadas en forma instantánea.

Descuentos: se da por supuesto que no se dispone de descuentos en la cantidad comprada.

Costos: se supone que los precios y costo de los materiales son constantes. Los factores de costo de mantenimiento de los inventarios, como son; seguros, almacenamiento e intereses de capital, son también constantes e independientes de los niveles de inventarios.

Como consecuencia de lo anterior, pueden tenerse errores innumerables al usarse el modelo básico. Sin embargo, existen situaciones que se acercan a la realidad y pueden garantizar el uso de este modelo. Por ejemplo, cuando se aplica a inventarios que tienen productos estándar de poco o mediano valor y son empleados en grandes

cantidades, tales como artículos estacionales o de temporada, suministros y artículos metálicos comunes. A pesar de todo, la gerencia de la empresa se conserva generalmente satisfecha con los resultados aproximados que el modelo básico proporciona en forma rápida y barata.

- h) **Inventarios de seguridad y punto de reorden.** Generalmente, la demanda tiene variaciones que afectan el control de inventarios. Cuando una empresa trabaja con inventarios sujetos a una demanda continua, es necesario mantener éstos entre los niveles máximos y mínimos convenientes.

Los límites de los inventarios extras, planeados para absorber la demanda, dependerán de la estabilidad de la misma. Esto influirá necesariamente los objetivos que sigue una empresa para agotar sus inventarios. Si las necesidades de producción y servicio, permiten a una empresa quedarse sin inventarios, entonces los inventarios de seguridad máximos y mínimos, serán menores.

Mantener un inventario mínimo de seguridad implica ciertas consideraciones: ¿Cuánto tiempo tardará en recibirse un pedido después de haber hecho la requisición de material? ¿1- hasta qué punto afectará la escasez de material a las operaciones de la producción y al departamento de ventas? En respuesta a estas consideraciones, el inventario mínimo de seguridad marcará la pauta para hacer las requisiciones y programar eficientemente las operaciones de la producción.

El *inventario máximo de seguridad* podría consistir en una compra extraordinaria de especialización para aprovechar un precio muy ventajoso y anticiparse a una elevación de precios, o a una escasez prevista. Comúnmente, la cantidad se rige por la economía del tamaño del lote, tomando en cuenta el tiempo requerido para procesar el pedido, para recibir los materiales y para el consumo en el ciclo de producción. La figura 8-10, ilustra un sistema de inventarios bajo ordenamiento de la producción cuando se hacen pedidos en cantidades fijas e intervalos fijos de tiempo.

Cuando se sigue un sistema de pedidos por cantidades fijas, es necesario determinar el punto en el cual debe ordenarse un nuevo pedido, o en consecuencia, programar las órdenes de producción. A este punto se le llama *punto de reorden*. Este puede ser expresado en términos de cantidad o inventario sobrante o como un punto determinado de tiempo.

Supongamos que la empresa "Velázquez, Hernández y Arena", S. A., requiere 10 días de adelanto, antes de ordenar un nuevo ciclo de producción. En 10 días la utilización esperada del material será de:

$$10 \times 60 = 600 \text{ transistores}$$

(Recuerde el lector que en páginas anteriores señalamos que la empresa requería de 60 transistores diarios).

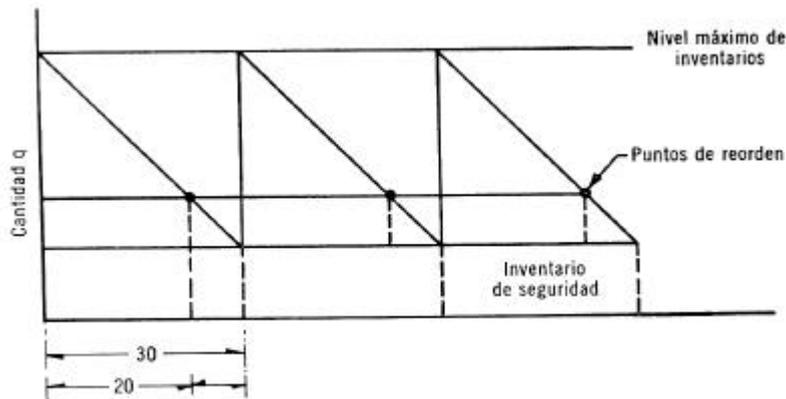


Figura 8-10. Sistema de inventarios bajo ordenamiento por pedidos en cantidades fijas e intervalos fijos

Esto significa lo siguiente: cuando la empresa tenga en existencia 10 veces el uso diario de transistores, será hecha la orden de producción para el siguiente ciclo. O lo que es lo mismo, la orden deberá hacerse: 30 - 10 - 20 días después de la orden previa de producción. (Véase figura 8-10.)

Otro ejemplo es el de una empresa que tiene una tasa de consumo bastante regular de un determinado tipo de tornillo. El tornillo tiene un diseño especial y generalmente se requiere de 30 días para obtener un nuevo suministro. Se estima que durante ese período serán usados 8,000 tornillos y por lo tanto, su escasez detendría a toda una línea de producción. En consecuencia, puede programarse una requisición cuando el inventario descienda a 10,000 tornillos, 8,000 para el tiempo de obtención más 2,000 para contingencias.

"Una pregunta se impone: ¿Cuál es el tiempo normal para renovar un pedido? Naturalmente, variará según el proveedor, y muchas compañías prefieren tener distintos abastecedores para no estar atenuadas a uno solo. Esto presenta la ventaja de que los proveedores se ven obligados a hacerse la competencia. Los nombres de los abastecedores pueden inscribirse en el registro de inventario junto con los tiempos que suelen tardar en hacer sus entregas. Como es de imaginar, las diferencias según los proveedores pueden ser considerables.

La mejor política a seguir sería fijar el grado de renovación de pedido, teniendo en cuenta el tiempo máximo de nuevo pedido, o dejar que el empleado de inventario escoja el proveedor, considerando el ritmo de salida de material y las emergencias que pueden presentarse. Si la demanda es grande, convendría hacer el pedido al proveedor que pueda entregarlo lo antes posible." [11]

- i) **Sistemas básicos de reabastecimiento.** "Básicamente, hay dos tipos diferentes de sistemas de reabastecimiento de inventarios planeados para manejar las incertidumbres en las ventas, -el pedido fijo -, comúnmente utilizado en bodegas y fábricas, así como en los depósitos de piezas o de otros materiales; y el pedido periódico, frecuentemente utilizado en bodegas, para inventarios que incluyan un

gran número de artículos bajo control de las oficinas. Aun cuando estos sistemas son básicamente iguales en sus conceptos, tienen algunos efectos un poco diferentes sobre las existencias mínimas, y la selección de uno o del otro, o de alguna combinación de ellos, requiere de una cuidadosa consideración." [12]

Sistema de pedidos fijos

"En este sistema se establece un nivel de reordenamiento, el que permita al nivel del inventario reducirse hasta el nivel de seguridad, durante el tiempo de compra, si se experimenta una utilización media durante dicho tiempo. Los reórdenes de reabastecimiento se colocan espaciadamente en cantidades fijas predeterminadas (la cantidad económica u otra cantidad fija) de manera que se reciban al final del tiempo de compra. Los máximos niveles de inventario promedian la cantidad ordenada q con el inventario de seguridad 1 min . El inventario promedio es: $1 \text{ min} + q/2$. La revisión de las tasas de uso es periódica, durante la cual se pueden variar los niveles de los inventarios de seguridad y la cantidad del pedido. La demanda de una pieza dada se deriva ordinariamente de las operaciones subsecuentes, es decir, si la pieza fuese un tornillo estándar que se usa en diferentes productos finales, los departamentos de ensamble emitirán una orden de pedido para tal tornillo, de acuerdo con sus necesidades de producción. La demanda de los productos finales, a su vez, puede basarse en órdenes recibidas por los almacenes los cuales, asimismo, se basarán en las órdenes reales de los clientes recibidas por los vendedores. La cadena de demanda, por lo tanto, se refleja hacia atrás a través de una serie de puntos de almacenaje, cada uno de los cuales mantiene inventarios y hace pedidos de reabastecimiento. Los sistemas de pedidos por cantidades fijas son comunes para piezas de poco valor, como son el caso de tuercas y pernos, en donde el nivel de inventario se mantiene bajo una continua vigilancia, de manera que mediante un aviso se notifique que se ha alcanzado el nivel para volver a ordenar. [13]

Podemos citar las siguientes condiciones ventajosas para la aplicación del sistema de pedidos fijos:

-Cuando sea posible vigilar continuamente al inventario, ya sea porque las existencias físicas son visibles y fácilmente controlables durante su utilización, o porque se efectúa un control continuo del inventario.

-Cuando el inventario consiste en artículos de valor unitario reducido, que se compran no muy a menudo y en cantidades grandes, con respecto a las tasas de consumo; o bien, cuando hay muy poca necesidad de un control estrecho.

-Cuando las existencias se compran a un proveedor foráneo y representan una mínima parte de la producción total de éste, o bien, cuando se obtienen de alguna fuente cuyo programa no depende en forma fundamental del artículo particular, o inventario en cuestión; y cuando los pedidos irregulares de ese artículo hechos al proveedor, no causan problemas en la producción." [14]

Sistema de pedidos periódicos

"Se usa mucho el sistema de pedidos periódicos para el continuo reabastecimiento de inventarios, que constituye el otro método básico para contrarrestar los efectos de las incertidumbres en la demanda, particularmente donde se utiliza un libro especial para el control de inventarios y donde es conveniente examinar el inventario, de acuerdo con un programa establecido. La idea básica de todas las variedades de este sistema consiste en revisar las existencias, a intervalos definidos de tiempo y variar la cantidad del pedido, de acuerdo con lo utilizado, a partir de la última revisión." [15]

El sistema de pedidos periódicos ofrece un control más estricto a través de un reabastecimiento más frecuente, si se compara con el sistema de pedidos por cantidad fija. Comúnmente se usa con partes de alto valor intrínseco y en donde un gran número de piezas se piden regularmente a una misma fuente. Estos pedidos de múltiples piezas pueden juntarse para embarcarlos a fin de obtener una ventaja en el costo por fletes." [16]

El sistema de pedidos periódicos es adecuado bajo las condiciones siguientes:

-Cuando el valor de los artículos exige un control estrecho y más frecuente.

-Cuando simultáneamente se pide una gran variedad de artículos, como es el caso de un almacén que pide muchos artículos a una sola fábrica. (Aun cuando los diferentes artículos pueden embarcarse separadamente, pueden conseguirse las ventajas de la tarifa de flete por un gran volumen.)

-Cuando los artículos pedidos constituyen una parte importante de la producción de la planta abastecedora y se piden regularmente." [17]

4. GENERALIDADES DE LA DISTRIBUCION FISICA

- a) **Sistema de manejo y embarque de materiales.** Ya hemos dicho en páginas anteriores, que el sistema de manejo y embarque de materiales se encarga de proveer el transporte para las materias primas, los productos en proceso y los productos terminados. La estrategia de fabricación de una empresa debe esforzarse por implantar sistemas de manejo y embarque de materiales, que proporcionen el nivel máximo de eficiencia.

"Las plantas modernas son, básicamente, un sistema de manejo de materiales, puesto que la producción es esencialmente de materiales en movimiento. Desde el primer recibo de materias primas y piezas, hasta el último embarque del producto terminado, la gerencia deberá tomar providencias para el transporte físico de todos los componentes de un producto de una operación a otra. El manejo de materiales requiere la carga, descarga y vuelta a la carga repetida, de los vehículos de transporte, así como elevar, estibar y acarrear la mercancía de un lado a otro de la fábrica. Estas actividades requieren mano de obra, equipo y espacio. El cambio de colocación y de posición es una parte necesaria de la producción que puede ser simplificada por medio de

dispositivos que ahorren mano de obra. El costo del manejo afecta la economía de la producción. La reducción del costo y tiempo involucrados en el manejo de materiales puede reducir substancialmente el costo de producción de muchas industrias.

Gran parte del manejo de materiales puede llevarse a cabo sin emplear medios mecánicos. En muchos países, donde abunda la mano de obra no especializada y los salarios son bajos, a menudo se manejan cargas pesadas empleando la fuerza humana.

Los animales nos proporcionan una fuente relativamente barata de energía locomotriz, siempre que su alimentación sea de bajo precio. Sin embargo, aun en donde prevalecen condiciones económicas tan primitivas, son preferibles los dispositivos mecánicos para mover y levantar mercancías. Algunos de estos dispositivos fueron inventados por civilizaciones y en épocas en que se empleaba libremente el trabajo de esclavos. No fue, pues, falta de hombres o de bestias de carga lo que condujo a la invención de la palanca, la polca, el malacate o polipasto, la carretilla de mano y el carro manual. Éstos y sus modernos sucesores, como son los equipos mecanizados de manejo de material, son capaces de llevar a cabo cosas que las manos y espaldas nunca hubieran podido lograr por sí solas. Dichos equipos pueden manejar mercancía pesada dentro de un espacio limitado. Si los medios mecánicos permiten que uno o varios hombres lleven a cabo lo que hasta ahora requería el esfuerzo de cuarenta, cien, o más hombres, entonces es posible eliminar el espacio improductivo de la planta. La naturaleza del manejo de materiales es tal que el levantar y mover, dentro de una planta, no son operaciones intermitentes, sino más bien continuas y permanentes. La costumbre de tener cargadores y estibadores en espera de que se les necesite para utilizar sus esfuerzos en una forma ocasional e irregular, es un desperdicio de energía humana. Esto degrada al hombre hasta el nivel de una bestia de carga. Los dispositivos mecánicos lo liberan para un trabajo más productivo." [18]

"Las plantas modernas han introducido dos ideas esencialmente nuevas que han mejorado radicalmente los métodos y dispositivos utilizados en el manejo de materiales:

1. Siempre que sea posible, la gerencia trata de liberar al trabajador especializado de todo manejo de materiales. La división de habilidades y la especialización actual ayuda al artesano entrenado o al operador de máquinas, pues se pueden concentrar en la clase de trabajo para la que se hallan mejor preparados. Las piezas que necesitan, las herramientas y los materiales se los traen hasta su lugar de trabajo y se colocan en una posición conveniente dentro de su alcance, por medio de especialistas en manejo de materiales. Estos mismos especialistas se encargan de llevar hasta el lugar donde se lleva a cabo la siguiente operación todas las piezas ya terminadas por el obrero especializado.
2. La inventiva y el estudio científico de los procesos de trabajo han desarrollado mejores métodos y aparatos para fines especiales. Las plantas de mayor importancia utilizan bandas transportadoras, carros, monorraíles colgantes, dispositivos para dejar caer materiales de un nivel a otro o cadenas sinfín que llevan materiales de una operación a otra a una velocidad ajustada

científicamente para estar en concordancia con el ritmo de trabajo y la capacidad de hombres y máquinas.

Los sistemas menos complicados usados en fábricas de menor tamaño, también han sido rediseñados para que estén en concordancia con la necesidad de una mayor eficiencia y economía. Algunos de ellos funcionan por medio de motores, pero aun los dispositivos manuales, como los carros de rieles, las carretillas de mano y las repisas o anaqueles rodantes de diseño moderno, reducen el esfuerzo y la fatiga y aumentan el rendimiento del personal especializado." [19]

b) **Organización de la distribución física.** Hablar de Administración de Materiales implica hablar necesariamente de "Administrar la Distribución Física". El concepto de distribución física y administración de materiales viene a ser propiamente el mismo; sin embargo, queremos insistir en esta redundancia para recalcar la importancia que actualmente representa la Administración de Materiales.

La tarea de organizar la distribución física no es más difícil que la de Producción o Mercadotecnia; y éstas han sido manejadas exitosamente, hasta ahora, por los hombres de negocios.

Es necesario recordar los principios básicos de la organización, principios que, en este caso comienzan por el establecimiento de distinciones entre las actividades propias de línea y las que son propias de Staff.

Tradicionalmente, la administración ha distinguido entre las actividades de línea y las de Staff como sigue:

- Las actividades de línea son las que tienen relación directa con la producción o venta de bienes y servicios.
- Las actividades de Staff son primordialmente analíticas, asesoras, suplementarias o consultoras y existen para proporcionar facilidades o servicios y para auxiliar al personal de línea a producir y vender. La administración de materiales es función primordialmente Staff.

Hasta hace poco la mayoría de las empresas habían dado la espalda a las tremendas oportunidades existentes para aumentar sus utilidades mediante mejoras en la administración de materiales.

La alta gerencia sabe hoy muy bien que es necesaria una solución y un enfoque serio de tales problemas, porque ese sector tan olvidado ofrece oportunidades inexploradas para conseguir grandes economías y se reconoce en la actualidad que la administración de la distribución física quizá sea la última área de oportunidad que queda para disminuir costos y aumentar las utilidades en forma verdaderamente importante.

La figura 8-11 muestra un modelo de administración de materiales que ha demostrado ser efectivo. (20)

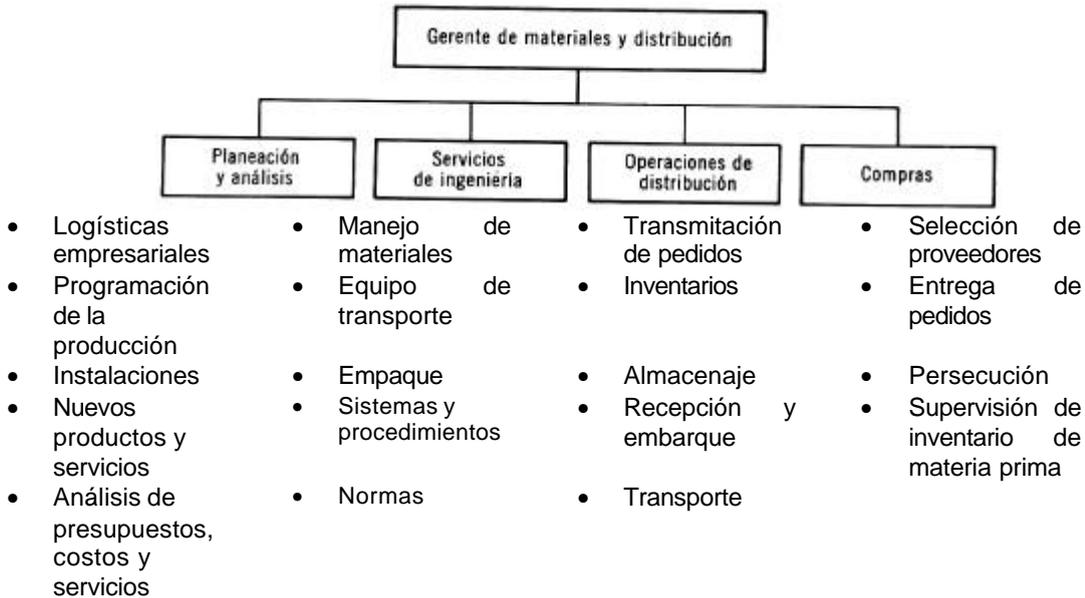


Figura 8-11. Modelo de administración de materiales y distribución.

En este modelo de organización la Gerencia de Materiales y Distribución lleva la responsabilidad total de la distribución física, comenzando por la compra de materiales a los proveedores, hasta la entrega del producto al cliente.

Las consideraciones de organización del modelo deben influir en la forma de organizar que se seleccione, pero es importante comenzar por identificar los agrupamientos de línea y de Staff, y después determinar el modelo que mejor servirá a la empresa.

La perspectiva de la industria en cuanto a la administración de materiales está madurando rápidamente, al grado que esta función está logrando la misma categoría que la de producción o fabricación, la de mercadotecnia y la de finanzas.

Referencias bibliográficas

1. "El Gerente de Compras y sus Funciones". Victor H. -Pooler, ir. Editorial Limusa-Wiley, S. A. México 1971. Capítulo 14, páginas 248 y 249.
2. Drucker, F. Peter. "The Economy's Dark Continent", Fortune, Abril 1962, página 265.
3. Drucker F. Peter. "The Economy's Dark Continent", Fortune, Abril 1962, página 265.
4. "Rockwell Report", The Wall Street Journal, New York, 1 de julio de 1963.
5. "El Gerente de Compras y sus Funciones". Victor H. Pooler, Jr. Editorial Limusa-Wiley, S. A. México 1971. Introducción, páginas 16 v 22.

6. *"El Gerente de Compras y sus Funciones"*. Victor H.-Pooler, Jr. Editorial Limusa-Wiley, S. A. México 1971. Introducción, páginas 22 y 23.
7. *"El Gerente de Compras y sus Funciones"*. Victor H.-Pooler, Jr. Editorial Limusa-Wiley, S. A. México 1971. Capítulo 7, página 139.
8. *"El Gerente de Compras y sus Funciones"*. Victor H.-Pooler, Jr. Editorial Limusa-Wiley, S. A. México 1971. Capítulo 7, página 138.
10. *"Control de la Producción, Sistemas y Decisiones"*. James H. Greene. Editorial Diana, S. A. México 1971. Capítulo 7, página 197.
11. *"Control de la Producción, Sistemas y Decisiones"*. James H. Greene. Editorial Diana, S. A. México 1971. Capítulo 8, páginas 223 y 224.
12. *"Planeación y Control de la Producción"*. Robert H. Bock y William K. Holstein. Editorial Limusa-Wiley, S. A. México 1966. Capítulo 10 página
13. *"Administración y Dirección Técnica de la Producción"*. Elwood S. Buffa. Editorial Limusa-Wiley, S. A. México 1972. Capítulo 16, páginas 466 y 467.
14. *"Planeación y Control de la Producción"*. Robert H. Bock y William K. Holstein. Editorial Limusa-Wiley, S. A. México 1966. Capítulo 10, página 251.
15. *"Planeación y Control de la Producción"*. Robert H. Bock y William K. Holstein. Editorial Limusa-Wiley, S. A. México 1966. Capítulo 10, página 248.
16. *"Administración y Dirección Técnica de la Producción"*. Elwood S. Buffa. Editorial Limusa-Wiley, S. A. México 1972. Capítulo 16, página 468.
17. *"Planeación y Control de la Producción"*. Robert H. Bock y William K. Holstein. Editorial Limusa-Wiley, S. A. México 1966. Capítulo 10, página 251.
18. *"Dirección de la Producción"*. Karl E. Ettinger. Herrero Hermanos Sucs., S.A. México 1966. Páginas 34, 35 y 37.
19. *"Dirección de la Producción"*. Karl E. Ettinger. Herrero Hermanos Sucs., S. A. México 1966. Páginas 37 y 39.
20. *"Cómo administrar la distribución física"*, John F. Stolle, Biblioteca Harvard de Administración de Empresas. Fascículo 52. Publicaciones Ejecutivas de México, S.A., México, 1974.

Bibliografía de consulta para el alumno

1. *"Administración y Dirección Técnica de la Producción"*. Elwood S. Buffa. Editorial Limusa-Wiley, S. A. México 1972.
2. *"Control de la Producción"*. James H. Greene Editorial Diana, México 1971.
3. *"Control de la Producción"*. Procedimiento Cuantitativo. John E. Biegel, Herrero Hermanos, Sucesores, S. A. Editores. México 1972.
4. *"Planeación y Control de la Producción"*. Robert H. Bock y William K. Holstein. Editorial Limusa-Wiley. México 1966.
5. *"Production Management"*. Raymond R. Mayer. McGraw-Hill Book Company Second Edition. 1968.
6. *"El Gerente de Compras y sus Funciones"*. Victor H. Pooler Jr. Editorial Limusa-Wiley, S. A. México 1971.