

# Planeación por lotes de aprovisionamiento, según el rendimiento sobre la inversión

Francisco Jiménez Boulanger<sup>1</sup>

*Al estudiar la planeación de los lotes óptimos de aprovisionamiento, se parte de un modelo simplificado donde se supone que la empresa conoce con certeza la cantidad de unidades que se van a producir y vender,...*

## Palabras claves

Economía de los lotes de aprovisionamiento

## Resumen

La teoría tradicional del lote óptimo de aprovisionamiento se basa en la conocida fórmula de Wilson, que data de principios del siglo pasado. Ésta resuelve el problema del tamaño del lote de aprovisionamiento determinando un tamaño de tal forma que se minimizan los costos involucrados en relación con el tamaño del lote. Sin embargo, esta fórmula tiene varios inconvenientes causados por los supuestos utilizados y en una inadecuada clasificación entre costos fijos y variables. Se presenta como opción una metodología que analiza el efecto del tamaño del lote en el Rendimiento sobre la Inversión y se mencionan, así mismo, varias consideraciones que se deben tomar en

cuenta al desarrollar un modelo de inventarios en la empresa.

## Introducción

Al estudiar la planeación de los lotes óptimos de aprovisionamiento, se parte de un modelo simplificado donde se supone que la empresa conoce con certeza la cantidad de unidades que se van a producir y vender, el período requerido para suministrar los materiales, la certeza de que no hay incertidumbre y que no es necesario incluir niveles de seguridad para protegerse en contra de posibles fluctuaciones. Además, se conocen los costos de pedido, los costos de mantener inventarios y el costo unitario de los materiales. Se tiene, entonces, que la cantidad anual a vender es una estimación basada en una serie de factores y los costos también son cálculos hechos bajo ciertos supuestos

---

<sup>1</sup> Profesor del Instituto Tecnológico de Costa Rica, Escuela de Producción Industrial. (fjjimenez@itcr.ac.cr).

(Costeo PEPS, UEPS, PROMEDIO); estos, además, se mantienen constantes.

Cuando se ordenan lotes más grandes, el promedio del inventario es mayor y se incurrirán en costos por concepto de manejo del lote más altos.

### Costos de manejo y mantenimiento de inventarios

Dentro de esta clasificación, se incluyen todos los costos directamente incurridos por una empresa derivados de manejar y mantener inventarios: costo de capital; costo de almacenamiento y manejo; costos de obsolescencia, deterioro y robo; impuestos y seguros.

Supóngase que los costos anuales para mantener un determinado artículo representan un porcentaje constante del costo promedio de la unidad. Si se quiere que los costos de manejo disminuyan, se tiene que pedir cantidades más pequeñas con más frecuencia para disminuir el tamaño del inventario promedio.

### Costos de colocar los pedidos

Sin embargo, una mayor frecuencia de pedidos tiene mayores costos totales de pedido.

El término “costo de colocar los pedidos” se aplica a gastos que surgen de la colocación de pedidos a proveedores externos. Cuando se pide material, será necesario formular las órdenes y procesar las facturas. Se inspeccionarán los lotes de materiales que se reciban y se entregarán a los almacenes. Los costos de colocar pedidos incluyen los costos fijos en que se incurre para mantener la sección de aprovisionamiento, así como aquellos costos variables relacionados con la preparación y envío de las requisiciones u órdenes de compra. Se debe separar los costos fijos de los variables, según la frecuencia de pedidos. Puesto que el

nivel de inventario alcanzará el nivel  $Q$  al recibirse una orden, y disminuirá hasta cero a un ritmo constante; el nivel de inventario promedio es de  $Q/2$ . Si se aumenta el inventario promedio, éste habrá de durar un tiempo mayor y la empresa podrá hacer pedidos con menor frecuencia.

El costo fijo debe considerarse como tal. El problema que se presenta es que el analista tiende a promediar el costo fijo y considerarlo como variables en función del número de pedidos y en función del tamaño del lote. El efecto que causa es una distorsión que tiende a sumarles más costos de la cuenta a aquellos productos que se piden con mayor frecuencia y menos a los productos que se piden con menor frecuencia. La realidad es que, con independencia del número de pedidos, el salario de la persona que realiza el pedido se tiene que cubrir. Un efecto similar ocurre cuando el costo fijo de manejo y almacenamiento es considerado como variable en función del tamaño del inventario promedio. Aquí el efecto es que tiende a sumarle más costos a aquellas materias que se consumen en mayor cantidad y, por lo general, tienen un inventario promedio mayor y menos costos a aquellas materias primas que se consumen en menor cantidad y tienen un inventario promedio menor.

En general, los costos de ordenar podrán mantenerse bajos ordenando con poca frecuencia, pero los costos de mantener inventarios se elevarían. Además, hay un grupo de costos de manejo y de pedido que son fijos, independientemente del número de pedidos o de la cantidad almacenada.

### Calculo del lote económico de compras

La fórmula del lote óptimo de producción se obtiene matemáticamente al calcular la primera derivada de la

función del costo total anual con respecto al tamaño del lote de compra. El costo total anual es igual a la suma del costo de compra total, más los costos fijos, más el costo total de preparación, más el costo anual del manejo de inventario. El costo total anual expresado matemáticamente es:

$$CT = C \times Cu + CF + \frac{C \times B}{Q_0} + \frac{Q_0}{2} \times ExCu$$

Donde:

CT = Costo Total

C = Cantidad comprada o volumen expresado en unidades

Cu = Costo unitario de compra

CF = Costos Fijos

Q<sub>0</sub> = Lote óptimo expresado en unidades

B = Costo de pedido

E = Costo de manejo expresado como un % del valor del inventario promedio

Al obtener la primera derivada e igualando a cero, se obtiene la ecuación del lote óptimo de pedido:

$$Q_0 = \sqrt{2 \times C \times B / ExCu}$$

Esta ecuación representa la fórmula clásica para determinar la cantidad óptima a producir. Se utiliza para cálculos directos del lote óptimo de pedido, siempre que cumpla los supuestos establecidos. La fórmula minimiza los costos relevantes involucrados en la definición del tamaño del lote.

Supóngase que una empresa pide un artículo básico de su inventario a un proveedor externo. La empresa utiliza 10 000 de estos artículos al año a un precio de \$2.0 por unidad. La empresa ha estimado el costo del pedido. Un encargado de pedidos recibe un salario de \$1500 por mes y el costo variable de

colocar un pedido es de \$2.50; la empresa realiza alrededor de 4000 pedidos al año. El costo de manejo y mantenimiento de inventario: costos fijos \$2000 al mes y el costo variable es de un 25% del valor del inventario promedio. La empresa maneja y mantiene alrededor de 400 artículos diferentes de materias primas.

La ecuación del costo total es:

$$CT = 10\,000 \times 2.0 + 3500 + 10000 \times 2.5 / Q_0 + (Q_0 / 2) \times 0.25 \times 2.0$$

El lote óptimo es:

$$Q_0 = \sqrt{\frac{2 \times 10000 \times 2.50}{0.25 \times 2}}$$

Q<sub>0</sub> = 317 aproximadamente

### Tamaño del lote y rendimiento sobre la inversión

El Rendimiento sobre la Inversión sigue siendo la medida de desempeño más importante de la empresa. El Rendimiento sobre la Inversión se calcula de la siguiente manera:

$$RSI = \frac{\text{Utilidad/Ventas}}{\text{Ventas/Activo Total}} \times$$

La Utilidad/Ventas es el conocido Margen sobre Ventas y Ventas/Activo Total es la Rotación del Activo Total. Una política de Inventarios referente al tamaño del lote debe considerar el efecto del tamaño sobre el RSI.

La teoría tradicional resuelve minimizando el total de estos costos; es necesario aclarar que, si bien es cierto que minimiza los costos involucrados con el inventario, no necesariamente minimiza el total de costos, o mejora el flujo de efectivo, o el Rendimiento sobre la Inversión (RSI) de la empresa.

La cantidad óptima que reduce los costos al mínimo es 317 unidades para el ejemplo que se está desarrollando. Ahora, supóngase que la empresa tiene problemas de diferente tipo con esa cantidad. Por ejemplo, implica realizar  $10000/317 = 32$  pedidos al año, una cantidad que puede ser muy incómoda de manejar para la empresa, o que el proveedor no despacha esa cantidad, o que el sistema de transporte no se acomoda a estas cantidades. La empresa puede realizar un análisis de sensibilidad que le permita medir sobre el Costo Total el efecto de aumentar o reducir la cantidad óptima de pedido.

Un aumento de un 60% en el tamaño del lote de pedido (de 317 a 500) genera un aumento en el costo de apenas un 0.06%. Una disminución de un 79.0% en el tamaño del lote óptimo genera un aumento en el costo total de apenas 0.01% en el costo total. También se puede analizar el efecto del tamaño del lote en el Rendimiento sobre la Inversión.

Si es significativa la variación, depende del monto del inventario promedio y su relación con el resto del Activo, además de la reducción de la utilidad. Supóngase que la utilidad proyectada antes de Impuesto es de \$375 para el

nivel del lote óptimo, que el Activo Total en dicho nivel es de \$3 100 y la tasa de impuesto sobre la renta es de un 30%. El Rendimiento sobre la Inversión(RSI) es de:

$$RSI = (375.0 \times 0.70) / 3100 = 0.0847$$

Si el tamaño del lote se aumenta a \$1000 se tiene que el costo aumenta en \$116.75 (23658.25 a 23775) por lo que la utilidad antes de impuesto se reduce en ese monto. Y el inventario promedio aumenta \$687(1000-313) el resultado es:

$$RSI = (259.0 \times 0.70) / 3787 = 0.0479$$

Eso que representa una variación significativa en el Rendimiento sobre la Inversión. Si el tamaño del lote se reduce a 125 unidades, el costo aumenta en 4.25 por lo que la utilidad antes de impuesto se reduce en ese mismo monto y el nivel del activo total se reduce en \$63 (313-250).

El resultado para esta variación es de:

$$RSI = (370.75 \times 0.70) / 3037 = 0.0853$$

La disminución del tamaño del lote produce una disminución en el Rendimiento sobre la Inversión.

**Costo total anual para diferentes cantidades**

Pedidos	Cantidad pedida	Q/2	Costo Q/2	B	Costo Manejo	Costo Fijo	Costo Total
1.0	10 000.0	5 000.0	10 000.0	2.50	2 500.0	23 500.0	26 002.25
10.0	1 000.0	500.0	1 000.0	25.00	250.0	23 500.0	23 775.00
20.0	500.0	250.0	500.0	50.00	125.0	23 500.0	23 675.00
32.0	317.0	158.5	317.0	81.25	79.25	23 500.0	23 660.50
40.0	250.0	125.0	250.0	100.0	62.50	23 500.0	23 662.50

## Conclusiones y aspectos prácticos

La metodología planteada implica que debe realizarse un análisis de sensibilidad y medir el efecto sobre el costo total anual de diferentes tamaños de lote, sobre la Utilidad y el tamaño del Activo Total para analizar su efecto en el Rendimiento sobre la Inversión. Parte de la problemática en el análisis tradicional estriba en que, por lo general, se mide el efecto del cambio en los costos pertinentes (pedido y manejo), cuando lo correcto es sobre el costo total. Un segundo problema surge de no establecer una clara distinción entre los costos fijos, o sea, aquellos que no se ven afectados por la decisión referente al tamaño del lote pedido y los costos que varían en función al tamaño del lote de pedido o en función del costo de pedido. Algunas partidas de costos, aunque se relacionan con el manejo o preparación, son fijos y tienden a considerarse variables; tal es el caso del personal. El costo del personal ya sea para preparar o el dedicado a manejar el inventario es fijo y no se está variando, sea cual sea el nivel del lote, al menos en el corto plazo. Esta distinción es fundamental, ya que de no hacerse adecuadamente puede causar severas distorsiones en el tamaño del lote que la empresa debe manejar; su efecto en el Rendimiento sobre la Inversión, también afecta la flexibilidad de las decisiones, ya que la aplicación tradicional de la fórmula y la manera de obtener y aplicar los costos induce a la empresa a la utilización de un lote óptimo para minimizar costos que se consideran relevantes pero cuyas variaciones con respecto al tamaño que minimiza esos

costos no son en términos de costos totales significativas con respecto al Costo Total. Además, no considera las variaciones sobre el Rendimiento sobre la Inversión y el Flujo de Efectivo. También debe hacerse una clara distinción entre los costos fijos asignados al producto y costos fijos que no se pueden asignar cuando la empresa tiene varios productos.

Un tercer problema que presenta la fórmula es que se usa indistintamente para los cuatro tipos de inventario: producto terminado, producto en proceso, materias primas y repuestos, de tal forma que cualquier modelo matemático que se use se debe complementar con modelos de prueba y error. En el caso de producto terminado, la empresa debe desarrollar un plan de generación de valor y determinar para las distintas épocas del año los niveles de inventarios de productos terminados de acuerdo con estimaciones de la demanda.

Para producto en proceso, la cantidad a tener en producción es función del tiempo de proceso, la capacidad de la planta, el desperdicio en la estimación de las ventas y el número de unidades que se defina como deseable tener para producto terminado.

Con respecto a materias primas, se debe considerar, además: cantidad de unidades a producir, consumo de material por cada unidad de producto terminado, procedencia del producto, facilidades de reemplazo, relaciones con el proveedor, facilidades de transporte y condiciones mínimas del proveedor en cuanto a cantidades a pedir.

En cuanto a los repuestos, además de las condiciones a considerar en las materias primas se deben considerar las especificaciones de las máquinas y estado actual, si son o no cuellos de botella o qué efecto causa una falla en la producción.

*Con respecto a materias primas, se debe considerar, además: cantidad de unidades a producir, consumo de material por cada unidad de producto terminado, procedencia del producto, facilidades de reemplazo, relaciones con el proveedor, facilidades de transporte y condiciones mínimas del proveedor en cuanto a cantidades a pedir.*

En general, recordar que el consumidor es quien causa la demanda del producto y que, actualmente, los gustos y preferencias del consumidor son cambiantes y esto tiene un efecto directo en la política de inventarios.

En la administración de inventarios por el método de prueba y error, la acumulación amplia y detallada de estadísticas que registren las experiencias adquiridas a lo largo del tiempo, se constituye en un elemento básico para la toma de decisiones. Cada empresa deberá diseñar sus propios modelos y complementarlos con otros elementos prácticos que faciliten la toma de decisiones.

## Bibliografía

- Gitman, L. Principios de Administración Financiera. 8 ed. Prentice-Hall. México. 2000.
- Hansen, D.; Mowen, M. Administración de Costos. Contabilidad y Control. International Thomson Editores. México. 1996.
- Henry, W.; Haynes, W. Economía de la Empresa. Análisis y Casos. Compañía Editorial Continental. México. 1987.
- Sim, N.; Mcleavey, D. Planeación de la Producción y Control de Inventarios. 2 ed. Prentice-Hall. México, 1996.
- Starr, M.; Miller, D. Control de Inventarios. Teoría y Práctica: Editorial Diana, México, 1978.
- Umble, M.; Srikanth, M. Manufactura Sincrónica. Principios para lograr una excelencia de categoría mundial. Compañía Editorial Continental. México, 1995.