

EL NIVEL ÓPTIMO DE STOCK PARA LA PEQUEÑA EMPRESA

JUAN CASTILLO MAZA*
jcastillom@unmsm.edu.pe

ABSTRACT

The efficient and effective management of stocks as a component of the logistic function of enterprise constitutes an integrating element -from the supplier to the distributor, including the company and systemic of the modern management of the companies in general and the small company in individual. A good control and management of inventories are for a small company an aspect that makes possible the reduction of costs without reducing the income, is to say to obtain optimal results. The mathematical economic models make possible a system of management of stocks based on the rationality and good use of the material resources.

RESUMEN

La gestión eficiente y eficaz de los stocks como un componente de la función de logística empresarial constituye un elemento integrador -desde el proveedor hasta el distribuidor, incluido la empresa- y sistémico de la moderna gestión de las empresas en general y de la pequeña empresa en particular. Un buen control y gestión de inventarios es para una pequeña empresa un aspecto que posibilita la reducción de costos sin reducir los ingresos, es decir obtener resultados óptimos. Los modelos económicos matemáticos posibilitan un sistema de gestión de stocks basado en la racionalidad y buen uso de los recursos materiales.

MARCO TEÓRICO

La gestión de los stocks o inventarios es una de las tareas claves de la dirección de las empresas industriales. El modelo de gestión de stock desarrollado -el lote económico- representa el modelo más sencillo y aplicable a la realidad de las pequeñas y medianas empresas, considera las

variables adecuadas para el buen funcionamiento del área.

La gestión de stocks o materiales de la empresa abarca desde el extremo de la compra de materias primas hasta el extremo en que el minorista vende el producto terminado al cliente.

- * Licenciado en Administración por la Universidad Nacional de Trujillo. Magíster en Economía con mención en Métodos Cuantitativos por la UNMSM. Profesor Principal de la UNMSM. Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ciencias Administrativas de la UNMSM. Profesor de Post Grado en la UNMSM, UNFV, UNE, UNASAM, UNSCH. Director de la Revista de Investigación Gestión en el tercer Milenio.

OBJETO DE LA INVESTIGACIÓN

La determinación de un modelo de gestión de stocks para una pequeña empresa, desarrollado a través del lote económico.

HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

El nivel óptimo de stock para las pequeñas empresas será determinado a través del lote económico, que es un modelo de gestión de stocks apropiado para este tipo de empresa.

OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION

Comprobar que el lote económico es el modelo de gestión más apropiado para las pequeñas empresas.

Proporcionar a los funcionarios y ejecutivos de las pequeñas empresas una herramienta de trabajo para cumplir una eficaz y eficiente dirección de estas áreas.

EL NIVEL ÓPTIMO DE STOCK

Los stocks representan generalmente una de las mayores inversiones que realiza la empresa y sus costos de mantenimiento representan con frecuencia alrededor del 30% anual.

Es así, que uno de los temas del área de la dirección de producción más comentada en los últimos tiempos en todo el mundo, tanto a nivel de las grandes empresas fabricantes como distribuidores y de las medianas y pequeñas empresas, es el de la gestión de los materiales y el control de los stocks.

Los stocks representan los materiales que posee una empresa, en general recursos materiales que no se utilizan en un momento determinado en previsión de necesidades futuras.

Los stocks resultan imprescindibles para proporcionar un buen servicio al cliente, efectuar las operaciones de la fábrica lo más eficientemente posible manteniendo la producción a un ritmo regular y para producir lotes de tamaño razonable.

No obstante, si bien resulta útil y necesaria una inversión en stocks, también es cierto que el stock excesivo resulta perjudicial para la empresa.

Desde el punto de vista empresarial, es importante encontrar un equilibrio en las inversiones en stocks de acuerdo con las otras necesidades de capital, tales como modernizar la empresa, pagar dividendos a los accionistas, desarrollar

nuevos productos, etc. Para encontrar dicho equilibrio, se deben tomar decisiones respecto a:

1. ¿Cuál es el equilibrio deseado entre la inversión en stocks y el servicio al cliente? La relación entre el volumen de stocks y el servicio al cliente se debe resolver situaciones con bajos niveles de stocks y mayores pedidos retrasados los artículos sin existencia; y viceversa: cuanto mayor sea el nivel de stocks, resultará mejor atendido el servicio al cliente.
2. ¿Cuál es el equilibrio deseado entre la inversión en stocks y los costos resultantes para los cambios en el nivel de producción? Situaciones como capacidad excesiva de los equipos, horas extraordinarias, la contratación, formación y despido de trabajadores y otros costos relacionados, serán más elevados si la producción se ve obligada a fluctuar entre las variaciones de las ventas.
3. ¿Cuál es equilibrio deseado entre la inversión en stocks y el costo de los pedidos de reabastecimiento? La posibilidad de mantener bajos niveles en los stocks cambiando frecuentemente los programas de producción o comprando en muchos pedidos pequeños. Estos procedimientos generan altos costos de preparación de equipos, de compras, pérdida de descuentos y otros gastos excesivos de operación.
4. ¿Cuál es el equilibrio deseado entre la inversión en stocks y los costos de transporte? La mano de obra y la maquinaria necesaria para trasladar cada hora los trabajos de producción, como que serán más costosas si el traslado se realiza una sola vez al día.

FUNCIONES DE LOS STOCKS

La acumulación de stocks, a niveles más o menos elevados, es necesario para un buen funcionamiento de los sistemas productivos, lo que implica considerar las diversas clases de funciones que desempeñan en la empresa, las que a continuación se detalla:

Stocks de tránsito. Cuando el productor está separado geográficamente de los proveedores y de los clientes, es necesario que se requiera un cierto tiempo para llevar a cabo el transporte de los materiales de un lugar a otro. A fin de poder atender la demanda sin interrupciones, es preciso disponer de productos en almacén para satisfacer la demanda cuando los productos de reposición están en camino.

Stocks de lote. Es imposible o difícil fabricar o comprar artículos al mismo tiempo que se venden, por lo que se obtienen los artículos en mayores cantidades que las necesarias en el momento, creándose de esta manera los stocks por tamaño de lote.

Stocks de seguridad. Son las existencias que se almacenan debido a que no es posible siempre predecir con exactitud el programa de ventas y producción de un producto determinado. En situaciones, como cantidades pedidas, tiempo de producción, plazo de reaprovisionamiento, las empresas tienden a protegerse ante estas variaciones razonables pero incontrolables, mediante la acumulación de stocks a niveles superiores a los que se precisarían si no existiera esta incertidumbre.

Stocks de especulación. Son existencias almacenadas con anticipación a una época de grandes ventas, variaciones en el suministro y en los precios. Por ejemplo, en situaciones de inestabilidad económica en que los precios de las materias primas sufren incremento, la empresa puede decidir crear stocks adicionales de materias primas, anticipándose a los acontecimientos.

Stocks estacionales. Cuando los productos o servicios presentan variaciones estacionales, como los juguetes, los panteones, los helados, las bebidas gaseosas, servicios vinculados al turismo, etc., requerirán disponer de una capacidad instalada muy grande, que solo se podría utilizar en un determinado periodo del año. Si los artículos no se deterioran con el tiempo y pueden almacenarse es posible producir con anticipación a las necesidades. Stocks de este tipo, se denominan stocks estacionales.

Stocks de aislamiento. Son becarios cuando existe integración vertical, vale decir que dos fases consecutivas de producción operan de forma que una proporciona un componente imprescindible a la otra, si ocurre un paro casual la primera obliga a la segunda a detener la producción por falta de componentes. Para evitar este alto grado de dependencia entre dos fases, se procura almacenar un stock intermedio que aisle los dos subsistemas de producción. Así, si el primero falla, el segundo puede ir produciendo durante un cierto tiempo utilizando el stock intermedio.

CLASES DE STOCKS

Los stocks se pueden clasificar de acuerdo al uso en el proceso de fabricación: stocks de

materias primas, de materiales, de productos en proceso y de productos terminados. Es posible efectuar esta clasificación en pequeñas y medianas empresas.

Stocks de materias primas. Comprende todo aquello que va a formar parte del producto final. El acero, la harina, la madera, el algodón, etc., son ejemplos de este grupo.

Stocks de materiales. Comprende aquello que es necesario para el proceso de fabricación, que no necesariamente son apreciables en el producto final. El combustible y lubricantes que usan las maquinarias son algunos ejemplos de este grupo.

Stocks de productos en proceso. Son los productos o componentes que se encuentran en proceso de fabricación.

Stocks de productos terminados. Son los artículos o bienes finales almacenados o vendidos a un cliente de acuerdo a su pedido, según se trate de una empresa que utiliza un sistema de producción contra almacén o contra pedido.

COSTOS DE LAS EXISTENCIAS

En la mayoría de las pequeñas y medianas empresas, la política de stocks se analiza generalmente asociada a periodos de tiempo de ventas. Cuando se dice que el stock de un producto es demasiado alto o su tasa de rotación (demanda anual dividida por el stock medio) es baja, lo que se refiere es a costos elevados de mantenimiento de stocks. Cuando se dice que hay poco stock, se refiere a que los pedidos se hacen con mucha frecuencia por lo que no se aprovechan los descuentos por cantidad o que se producen excesivas roturas.

Los costos asociados a los stocks son: costo de pedido, de almacenamiento, de agotamiento de stock y relativos a la capacidad.

Costo de pedido. Incluye los costos variables relacionados con el lanzamiento de un pedido o la puesta en marcha de un lote de producción. Cuando se compran materiales es necesario redactar los pedidos, procesar las facturas para pagar al vendedor, inspeccionar y enviar a los almacenes o a las áreas de producción los lotes a fabrica, supone costos administrativos, de preparación de maquinaria, de desperdicios iniciales de la primera producción.

Costo de almacenamiento. Incluye todos los gastos en que incurre la empresa por el volumen de

existencias almacenadas. Estos costos contemplan la obsolescencia, el deterioro, impuestos, seguros y financieros. *Obsolescencia*, se refiere a los costos que la empresa incurre debido a que algunas existencias resultan invencibles debido a los cambios de los sistemas de ventas y de los gustos de los consumidores; estos costos particularmente son relevantes en industrias que producen artículos de moda. *Deterioro*, se refiere a los materiales almacenados que pueden ser vulnerables a la humedad, evaporación, suciedad o deteriorarse de cualquier otra forma siendo inservibles para su venta. *Impuestos*, se refieren a los tributos que gravan a los stocks, basados en la inversión en stocks de las empresas en un momento determinado o en la inversión media de todo el año. *Seguros*, cuando los stocks, como los otros activos, son cubiertos por seguros. *Capital*, cuando el dinero invertido en los stocks no puede emplearse en otras necesidades de la empresa, que puede obtenerse de préstamos de los bancos o utilizar el capital propio, que tiene un costo de oportunidad, entendida como una tasa requerida de retorno de las inversiones de la empresa.

Además, existen otros costos relacionados directamente con los stocks como el espacio que se ocupa con un encargado y personal empleado para su funcionamiento, depreciación del edificio, así como máquinas, archivos, etc., que suponen ciertos costos que no existirían si no hubiera stocks.

Costo de agotamiento de stocks. Cuando la empresa no cumple con los clientes por falta de material necesario, registrará una disminución en sus ventas e incurrirá probablemente en costos extraordinarios. El costo de los pedidos retrasados resulta no solo del papeleo suplementario, sino también del tiempo invertido por el personal de las diferentes áreas, como atención del pedido, verificación y embalaje del envío y respuestas a las consultas del cliente, así como primas mayores de transporte debido a la pequeña cantidad de material enviado.

Costos relativos a la capacidad, incluyen los costos originados por las horas extraordinarias, contratación, formación, despido y tiempos muertos. Estos costos aparecen cuando resulta necesario incrementar o disminuir la capacidad o cuando existe temporalmente una capacidad excesiva o insuficiente.

CASO PRÁCTICO PARA DETERMINAR COSTOS DE STOCKS

Un agente de compras de una pequeña empresa gana S/.8 000,00 al año. Hace 500 pedidos al año, esencialmente a comerciantes locales; por ejemplo, a un almacén de ferretería de la ciudad. No necesita llevar a cabo mucho papeleo administrativo, sino que tan sólo deposita una moneda en el teléfono cada vez que hace un nuevo pedido. Las facturas se pagan con el dinero de caja en su despacho.

Por lo tanto resulta sencillo calcular el costo que supone cada pedido de compra:

Sueldo del agente	S/. 8000,00
Teléfono	S/. 200,00
Total	S/. 8200,00 / 500
	S/. 16.40 por pedido

Es evidente que esta empresa puede ahorrar dinero haciendo menos pedidos de compra al año.

En el mismo caso ejemplificado, para efectos de obtener un ahorro, sería que las compras se efectúen en mayores lotes, vale decir que sólo se necesitan 400 pedidos al año, entonces el ahorro será de:

$$500 - 400 = 100 \times 16.40, \text{ o sea } S/. 1640,00 \text{ al año.}$$

Sin embargo, y desde el punto de vista práctico, el único ahorro real sería el del teléfono; en efecto es improbable que se reduzca el sueldo del agente o que su tiempo de trabajo se utilice más efectivamente en trabajos adicionales.

MODELOS DE GESTIÓN DE STOCKS

El sistema de producción que utilizan las empresas determinará el modelo de gestión de sus almacenes, es decir empresas que trabajan con sistemas de producción contra pedido puede decidir mantener un stock de productos terminados o productos en proceso, a fin de mantener unos plazos de entrega bajos y basar su competitividad en este hecho. El otro caso será de empresas que tienen sistemas de producción contra almacén.

UN MODELO DE GESTIÓN DE LOS STOCKS: EL LOTE ECONÓMICO

El modelo más simple para determinar los lotes que han de comprarse o fabricarse es el de una demanda constante y determinista.

Los supuestos para que funcione este modelo son:

1. La tasa de demanda es constante y determinista. Es decir, las necesidades a lo largo del año no presentan muchas variaciones y se conocen con bastante exactitud.
2. El costo unitario no depende de la cantidad pedida. Es decir, los descuentos por cantidad no se consideran en este caso.
3. El artículo es independiente de los restantes. No existen ventajas por lanzar pedidos conjuntamente con otros artículos.
4. El plazo de entrega es inmediato y se atiende todo el pedido al mismo tiempo.
5. No se admiten roturas de stocks, ya que, al conocer las necesidades, se procura tener stock disponible en almacén para atenderlas.

El modelo utilizará la siguiente notación:

Q = Lote de pedido (cantidad a pedir en unidades);

P = Costo de lanzamiento por pedido (en nuevos soles);

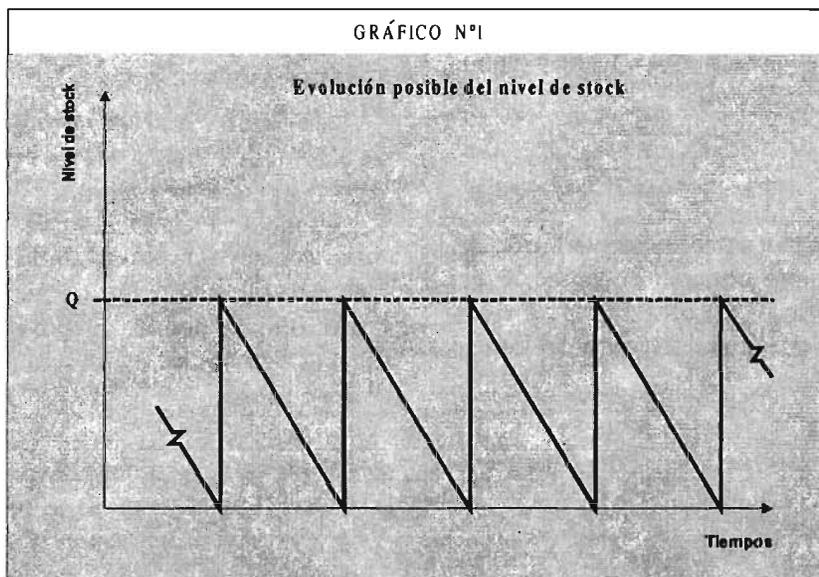
V = Costo unitario del producto (en nuevos soles);

i = Costo de mantenimiento de stock (en nuevos soles dividido entre nuevos soles por periodo)

D = Tasa de demanda (unidades/periodo).

En el gráfico N.º 1, al ser la demanda determinista y deseando minimizar los costos, habrá que esperar hasta que el stock sea cero antes de lanzar un nuevo pedido. Cuando se lance un pedido, la cantidad será Q y se incorporará inmediatamente al stock. El número de pedidos en el periodo considerado será D/Q y, por tanto, el costo de lanzamiento de pedidos en este periodo será:

$$C_p = P \cdot \frac{D}{Q}$$



Por otra parte, en promedio habrá $Q/2$ unidades en stock, y el costo de mantenimiento por periodo será:

$$C_m = i \cdot Q \cdot \frac{V}{2}$$

En este caso, no se consideran costo de rotura ni costo de adquisición, ya que el precio unitario se ha supuesto constante y por tanto, el costo de adquisición puede considerarse un costo fijo. Así, el costo por periodo será.

$$C_t = C_p + C_m = p \cdot \frac{D}{Q} + i \cdot Q \cdot \frac{V}{2}$$

En el gráfico N.º 2, valor de los costos, se presenta la evolución en función del lote del pedido Q . Se observa, el crecimiento del costo de mantenimiento al aumentar el lote, mientras el costo de los pedidos disminuye.

El costo total presenta un valor mínimo en el punto Q^* denominado *lote económico de compra*.

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot D \cdot p}{1 \cdot V}}$$

El costo total (C_t) asociado al uso de este lote óptimo es:

$$C_t = \sqrt{2 \cdot p \cdot D \cdot i \cdot V}$$

Es importante señalar aquí que el lote óptimo es función de la raíz cuadrada de la demanda, y no de la demanda. Es decir, para una demanda doble, el lote económico no se dobla, sino que sólo aumenta en un 41% (dado que $\sqrt{2} = 1,41$). En este caso, una parte del incremento de la demanda se cubre con un mayor stock y la otra con un incremento en la frecuencia de los pedidos.

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

El resultado obtenido en el acápite anterior es válido para unos valores particulares de D, p, i, V. No obstante, estos valores son, en la mayoría de los casos, muy difíciles de determinar, por lo que, al aplicar la fórmula del lote económico, se usan estimaciones. Es lógico, el interés por conocer la variación del costo total del stock frente a errores en la estimación de estos parámetros. A este, análisis se le conoce como análisis de sensibilidad. Comenzamos examinando la variación en porcentaje del costo total del stock al variar porcentualmente el lote. La relación entre ambos porcentajes viene dada por:

$$PVC = \frac{K \cdot K}{\sqrt{2 \cdot (1 + K)}}$$

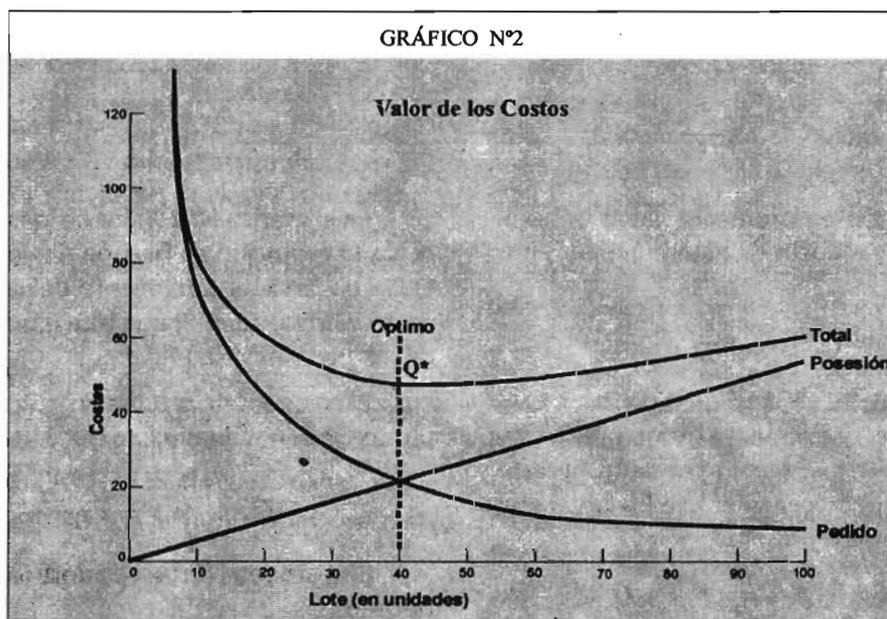
Donde K es el tanto por uno de variación del lote y PVC es el tanto por uno de variación del costo total. El Gráfico N.º 3 presenta la sensibilidad Q. Se observa que un incremento del lote en

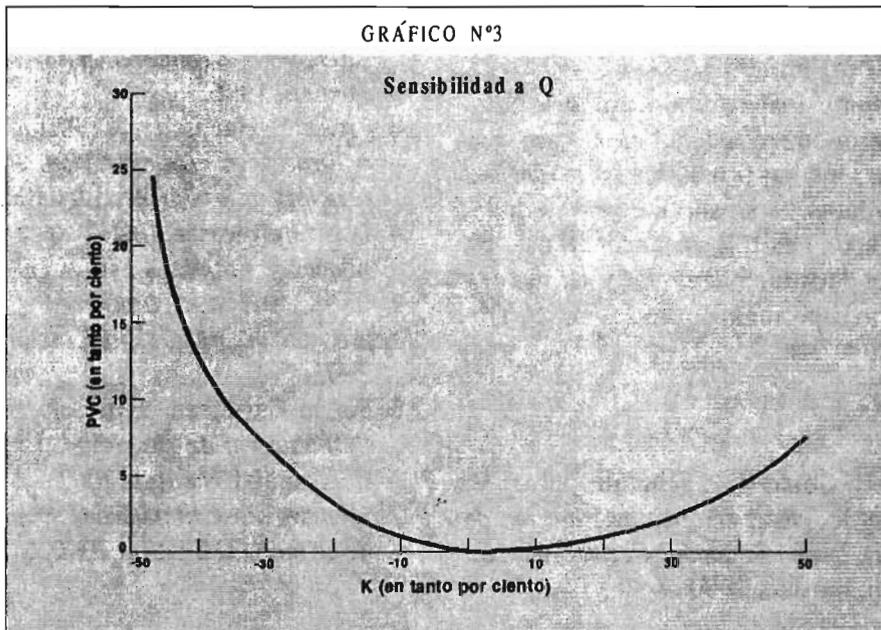
un 50% corresponderá a un incremento del costo total de tan solo un 8%, mientras que una variación en decremento de 50% del tamaño del lote resultará en un incremento del costo total de un 25%; se observa que el costo total es más sensible al empleo de lotes cortos que al uso de largos y que, para variaciones razonables (más o menos 25%), el porcentaje de variación del costo total no excede del 5%. Se puede usar, en consecuencia, este resultado para modificar el lote económico hallado y adaptarlo a valores más reales. Por ejemplo, si el lote óptimo es de 76,27 y se desea usar un lote de compra que sea múltiplo de 50 unidades, puede emplearse un lote de 100 unidades, sabiendo que la variación del costo total sobre el óptimo no excederá del 5%.

En el Gráfico N.º 4 se muestra la sensibilidad a p, D, i, V, es decir cuál será el porcentaje de variación del costo total sobre el óptimo, al variar las estimaciones de los parámetros. La fórmula de análisis será:

$$PVC = \frac{\sqrt{1 + K}}{2} + \frac{1}{\sqrt{1 + K}} - 1$$

Se observa que la sensibilidad a la variación de alguno de los parámetros es muy inferior que la correspondiente a la variación del valor del lote. Por ejemplo, una variación del 50% por defecto en la estimación de uno de los parámetros tan sólo dará una variación de menos del 6% en el costo total. Se deduce de ello que el lote económico es un valor muy "robusto" y que, aunque en





la mayoría de los casos se tendrá que estimar los parámetros de que depende, su empleo asegurará unos costos totales cercanos a los óptimos, en el caso de que se utilizaran los valores reales de los parámetros.

Por ejemplo, si se considera un artículo cuyo lote de pedido es actualmente de 30 unidades para cubrir una demanda constante anual de 360 unidades, con un precio de S/. 50.00, un costo de mantenimiento estimado entre un 15 y un 30% y un costo de lanzamiento de pedido entre S/. 200 y S/. 1000. ¿Se puede hacer algo con estas estimaciones tan poco precisas? Se empezará hallando el lote económico óptimo con valores inter-

medios, es decir, con $i = 22\%$ y con $p = S/. 600.00$. En este supuesto, el lote económico será:

$$Q^* = \frac{\sqrt{2 \cdot 360 \cdot 600}}{50 \cdot 0,22} = 198 \text{ unidades}$$

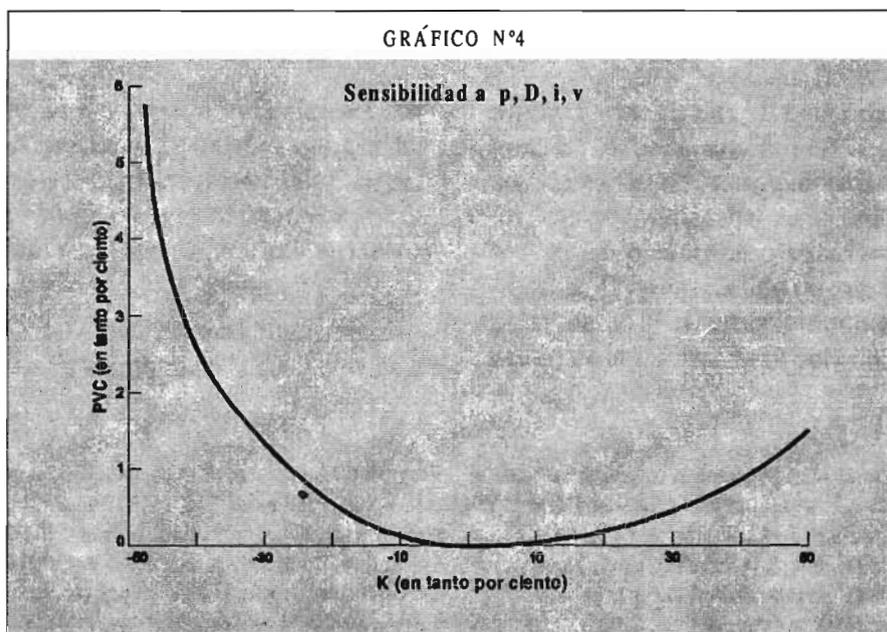
y el costo total óptimo:

$$C_t = S/. 2\ 180,00$$

El costo total actual usando un lote de 30 unidades sería:

$$C_t = C_m + C_p = i \cdot v \cdot \frac{Q}{v} + D \cdot \frac{P}{Q}$$

$$C_t = S/. 7\ 365,00$$



lo que representa más del triple del costo usando la política óptima.

Es importante analizar ahora cómo se comporta el lote económico hallado en el caso que las estimaciones medias ($i = 22\%$, $p = S/.600$) no sean las verdaderas. Si se supone por ejemplo, que el valor real de i es 15% , entonces, al usar un valor de 22% (es decir un 50% por encima) se incurrirá en un costo superior al óptimo de un 2% (Observe el Gráfico N.º 4).

BIBLIOGRAFÍA

1. G.D. Epen; F.J. Gould; C.P. Schmidt; Jeffrey H. Moore; Larry R. Weatherford. *Investigación de operaciones en la ciencia administrativa*. Pearson Prentice Hall, México, 2000.
2. Gene Zelasny. *Dígalo con gráficas. La guía del ejecutivo para la comunicación visual*. McGraw-Hill, México, 1996.
3. Ernest F.; Haeussler, JR.; Richards S. Paul. *Matemáticas para administración, economía, ciencias sociales y de la vida*. Prentice Hall, México, 1997.
4. Luis Cuatrecasas. *Gestión de stocks y de las necesidades de material*. Gestión 2000, Madrid, 1997.
5. Luis Cuatrecasas. *Gestión competitiva de stocks y procesos de producción*. Gestión 2000, Madrid, 2002.
6. Ferrin Gutiérrez, Arturo R. *Gestión de stocks: Optimización de almacenes*. Edición Fundación Confemetal, Madrid, 2002.
7. Michael Roux. *Manual de logística para la gestión de almacenes*. Gestión 2000, Madrid, 2003.