

Aplicación de Métodos Cuantitativos para la Gestión de Stocks en la Empresa Semacaf, S.L.*

Laura Puchades Cortés¹, Josefa Mula Bru²

¹ Licenciada en Administración y Dirección de Empresas. Semacaf, S.L. C/ Virgen del Rosario, 23, 03820 Algars, Cocentaina (Alicante). laupucco@epsa.upv.es.

² CIGIP (Centro de Investigación, Gestión e Ingeniería de Producción). Universidad Politécnica de Valencia. Departamento de Organización de Empresas, Economía Financiera y Contabilidad. Escuela Politécnica Superior de Alcoy. Plaza Ferrándiz y Carbonell, 2, 03801 Alcoy (Alicante). fmula@cigip.upv.es.

Resumen

El adecuado control y gestión de los stocks constituye un aspecto fundamental en la gestión empresarial, ya que los costes derivados del almacenamiento o espera de los productos representan una partida importante dentro de los costes empresariales.

La reducción del coste de los stocks no es un hecho aislado, sino que se enmarca dentro de la tendencia general de reducción de costes que caracteriza a la empresa moderna. La técnica normativa de la gestión de stocks trata de minimizar los costes que suponen el almacenamiento y la espera, y armonizar este objetivo con el de la finalidad del proceso, que es hacer llegar finalmente al consumidor los productos sin que éste tenga que “esperar” más de un determinado tiempo.

La empresa Semacaf, S.L es una empresa perteneciente al sector de la distribución automática interesada en evaluar la efectividad de su actual política de gestión de stocks mediante técnicas de optimización y con ello comprobar si puede aumentar el beneficio a corto plazo utilizando procedimientos distintos a los ingresos por ventas.

Palabras clave: Optimización, Métodos Cuantitativos, Gestión de Stocks, PYME.

1. Introducción

El estado de los *stocks* debe observarse desde distintos puntos de vista para llevar una correcta gestión de los mismos. Por un lado, la existencia de un cierto nivel de *stocks* puede ser positiva porque permite amortiguar las fluctuaciones de la demanda, pero por otro lado, Parra (1999) afirma que el mantenimiento de un *stock* supone siempre un conjunto de costes, al mismo tiempo que puede estar escondiendo deficiencias de la organización que podrían ser detectadas y corregidas si los *stocks* no existieran, es decir, permiten que un proceso pueda llevarse a cabo normalmente aunque su aprovisionamiento haya fallado por una mala planificación de los suministros.

*Este artículo se deriva del desarrollo de un trabajo fin de carrera para la obtención de la licenciatura de Administración y Dirección de Empresas que ha sido premiado en la VI Convocatoria de Premios Bancaja-Universidad Politécnica de Valencia para la realización de proyectos fin de carrera en empresas e instituciones, codirigidos por profesionales del entorno empresarial.

Por otra parte, y en el entorno de las actuales directrices de gestión, como en el caso del *Just In Time*, pueden resultar convenientes las técnicas de gestión de materiales como son MRP (Orlicky, 1975) o *Kanban* (Schonberger, 1980), a fin de que los materiales estén disponibles justo cuando van a ser necesarios, y así minimizar realmente la tenencia de *stocks*.

Todos estos sistemas proporcionan procedimientos que garantizan la disponibilidad de las cantidades requeridas de materiales y productos en el momento oportuno, aunque Cuatrecasas (1998) afirma que cada uno lo hace dentro de un contexto distinto, por lo que deberán ser analizados para poder escoger el que mejor se adapte en cada caso.

En este trabajo se pretende evaluar la gestión de *stocks* que desarrolla actualmente la empresa Semacaf, S.L mediante técnicas de optimización basadas en los métodos clásicos de gestión de *stocks*. De esta manera, podría tener bajo control los costes que suponen la tenencia de *stocks*, que aunque en la actualidad no son importantes, podrían serlo en un futuro, y actuar con la certeza de mantener una política de inventarios óptima que garantice la no interrupción del servicio al cliente por falta de suministros externos.

Los modelos implementados son variantes de los primeros métodos de gestión de *stocks* de demanda independiente de Harris-Wilson (Winston, 1994) debido a que los productos gestionados por la empresa están sometidos a una demanda generada como consecuencia de las decisiones de muchos actores ajenos a la cadena logística, es decir, los consumidores finales.

El artículo se ha estructurado de la siguiente forma, en primer lugar, se describe brevemente la empresa objeto de la aplicación. Seguidamente, se exponen los modelos para la gestión de *stocks* implantados en la misma. Por último, el artículo finaliza con unas conclusiones y posibles líneas futuras de actuación.

2. Descripción de la Empresa

Semacaf, S.L. es una PYME perteneciente al sector de la distribución automática o *vending* situada en Cocentaina (Alicante).

Vending se denomina a la venta de productos y servicios a través de máquinas automáticas y, aunque se han realizado no pocos intentos de traducir este anglicismo al castellano, aún se continúa utilizando el vocablo *vending* para definir esta actividad. El *vending* o distribución automática pone a disposición del consumidor una amplia gama de productos constituyendo un punto de vista diferenciado de lo tradicional, puesto que no requiere la presencia humana de un vendedor.

En la actualidad, dentro del amplio abanico de productos y servicios que se ofertan en el mercado de este sector, existen tres grupos generalizados y otros de menor incidencia que se clasifican de la siguiente forma: bebidas calientes, bebidas frías y productos sólidos.

La estructura organizativa de Semacaf, S.L. es de tipo vertical, en la que se separan las tareas según los principales tipos de funciones necesarias para llevar a cabo la actividad de la empresa: la compra, la distribución y el mantenimiento de máquinas de distribución automática y de los productos alimenticios, accesorios y materias primas que se colocan en ellas y que tras una elaboración puede consumir el cliente final. Esta empresa ubica sus

máquinas de distribución automática en los propios ámbitos de trabajo (empresas, centros de enseñanza, establecimientos, centros sanitarios y colectividades.)

3. Implementación de los Modelos

Los diferentes modelos aplicados están basados en los primeros métodos de gestión de *stocks* de demanda independiente propuestos por Harris-Wilson (Winston, 1994) e intentan adaptarse a las necesidades de la empresa, las restricciones técnicas del proveedor y las fechas de caducidad, al tratarse de productos perecederos. Por este motivo, uno de los objetivos principales en la implementación de los modelos es que proporcionen como resultado cantidades de pedido adecuadas para evitar desperdicios por caducidad.

En primer lugar, la clasificación ABC de los productos, distinguiéndolos entre productos estratégicos y poco relevantes (según su valor e importancia) es determinante para la implementación de los modelos. En segundo lugar, antes de seleccionar los modelos más adecuados para cada producto, se tiene en cuenta el resultado del análisis del coeficiente de variabilidad de la demanda (Peterson y Silver, 1985), fundamental para modelar la demanda como determinista o probabilista.

También es necesario determinar el coste anual por producto y el coste total anual que obtiene la empresa sin aplicar ningún criterio de optimización para poder evaluar la efectividad de su gestión. Igualmente se aplica la herramienta ABC a los costes anuales por producto con el fin de comprobar con mayor seguridad qué productos son más importantes a efectos de control.

Una vez realizados los pasos anteriores, son sometidos al modelo EOQ básico todos aquellos productos que, según el resultado del coeficiente de variabilidad, tenían una demanda determinista.

Antes de aplicar este sistema, no se puede omitir la restricción de las fechas de caducidad. Por este motivo, en el cálculo del modelo citado anteriormente, es necesario introducir una variante como restricción en la obtención del lote económico de pedido: si la fecha de caducidad es menor al tiempo de reaprovisionamiento (227 días laborables/ n° de pedidos) no se acepta el lote puesto que los productos caducarían en el almacén antes de recibir el nuevo pedido. En ese caso, el lote aceptado sería la demanda consumida durante el periodo de caducidad menos el tiempo de suministro del proveedor. En esta cantidad óptima debería abastecerse la empresa cada vez que formulara un pedido con el fin de evitar desperdicios, y quedaría representada mediante la siguiente fórmula,

$$Q^* = D/227 * Tr \quad (1)$$

obteniéndose el tiempo de reaprovisionamiento mediante la diferencia entre los días del periodo de caducidad (en días laborables) menos el tiempo de suministro del proveedor.

No obstante, incluso incluyendo esta restricción, las cantidades obtenidas mediante el modelo EOQ básico no son viables en determinados productos, aunque sí lo son en aquellos productos con fechas de caducidad a largo plazo.

Tras esta observación, son sometidos al modelo EOQ básico los productos con fecha de caducidad larga, que son prácticamente todos aquellos incluidos en las familias de solubles, refrescos, accesorios y agua (la mayoría de ellos productos estratégicos).

Los lotes obtenidos mediante el sistema EOQ básico en estos productos sí son viables para la empresa (Tabla 1). Sin embargo, no se pueden aceptar algunos de los lotes económicos por que hay productos que por su rotación alta y fecha de caducidad más elevada, la empresa considera que los lotes deben ser superiores, además de cumplir con las restricciones técnicas del proveedor (uds/palet, uds/caja).

Tabla 1. Modelo EOQ básico aplicado a un producto de importancia estratégica.

PRODUCTO: COCACOLA				
Demanda Anual,D (Unidades)	128063	$Pc' < Tr$ (lab)	Tamaño Óptimo del Lote, Q^* (Unidades)	4806,07
Periodo de entrega del proveedor, T_s (Días)	3		Punto de Pedido ,PP (Unidades)	1692,46
Demanda a cubrir durante T_s (Unidades)	1692,46		Frecuencia Anual de Reaprovisionamiento, N (Veces al año)	26,65
			Ciclo de Reaprovisionamiento, Tr (Días entre pedidos)	8,52
Coste Unitario de Adquisición,P (Euros)	0,33			
Coste Unitario de Lanzamiento,K (Euros)	1,0822	$Pc' > Tr$ (lab)	Tamaño Óptimo del Lote, Q^* (Unidades)	4806,07
Tasa de Coste de Mantenimiento	0,035		Punto de Pedido ,PP (Unidades)	1692,46
Coste Unitario de Mantenimiento	0,012		Frecuencia Anual de Reaprovisionamiento, N (Veces al año)	26,65
Coste Unitario de Mantenimiento,H (Euros)	0,012		Ciclo de Reaprovisionamiento, Tr (Días entre pedidos)	8,52
Periodo de caducidad del artículo, P_c (Días)	365		Coste Anual de Adquisición ,Ca (Euros)	42260,79
Periodo de caducidad del artículo en días laborables, P_c' (Días)	267,66667		Coste Anual de Lanzamiento,Ci (Euros)	28,84
			Coste Anual de Mantenimiento,Cm (Euros)	28,84
Número de Unidades por caja	24		Coste Anual Relevante Mínimo (Euros)	57,67
			Coste Anual Total Mínimo (Euros)	42318,46
			Tamaño Óptimo del Lote, Q^* (Cajas)	200,25
			Punto de Pedido ,PP (Cajas)	70,52

Se introduce entonces, como lote económico de pedido, aquel que satisface tanto las necesidades de la empresa como las restricciones del proveedor, pero intentando a la vez que se acerque lo máximo posible al lote económico inicial en aquellos productos que fuera posible.

Al introducir el lote que interesa (Tabla 2), se obtiene un nuevo número de pedidos, tiempo de reaprovisionamiento y costes relevantes. El lote propuesto ya no es el óptimo puesto que no minimiza los costes totales anuales al máximo, pero sí que es menor al obtenido con la política actual de gestión de *stocks* de la empresa. Se observa entonces la robustez del coste total anual frente a variaciones en la cantidad económica de pedido.

Tabla 2. Coste total anual obtenido al modificar el lote económico de pedido inicial.

PRODUCTO: COCACOLA				
Demanda Anual,D (Unidades)	128063	$Pc' < Tr$ (lab)	Tamaño Óptimo del Lote, Q^* (Unidades)	9504,00
Periodo de entrega del proveedor, T_s (Días)	3		Punto de Pedido ,PP (Unidades)	1692,46
Demanda a cubrir durante T_s (Unidades)	1692,46		Frecuencia Anual de Reaprovisionamiento, N (Veces al año)	13,47
			Ciclo de Reaprovisionamiento, Tr (Días entre pedidos)	16,85
Coste Unitario de Adquisición,P (Euros)	0,33			
Coste Unitario de Lanzamiento,K (Euros)	1,0822	$Pc' > Tr$ (lab)	Tamaño Óptimo del Lote, Q^* (Unidades)	9504,00
Tasa de Coste de Mantenimiento	0,035		Punto de Pedido ,PP (Unidades)	1692,46
Coste Unitario de Mantenimiento	0,012		Frecuencia Anual de Reaprovisionamiento, N (Veces al año)	13,47
Coste Unitario de Mantenimiento,H (Euros)	0,012		Ciclo de Reaprovisionamiento, Tr (Días entre pedidos)	16,85
Periodo de caducidad del artículo, P_c (Días)	365		Coste Anual de Adquisición ,Ca (Euros)	42260,79
Periodo de caducidad del artículo en días laborables, P_c' (Días)	267,66667		Coste Anual de Lanzamiento,Ci (Euros)	14,58
			Coste Anual de Mantenimiento,Cm (Euros)	57,02
Número de Unidades por caja	24		Coste Anual Relevante Mínimo (Euros)	71,61
			Coste Anual Total Mínimo (Euros)	42332,40
			Tamaño Óptimo del Lote, Q^* (Cajas)	396,00
			Punto de Pedido ,PP (Cajas)	70,52

Posteriormente, se aplica el modelo EOQ básico con descuentos uniformes por volumen únicamente a dos productos con fecha de caducidad larga y demanda determinista a los que el proveedor aplica descuentos al volumen comprado (Tabla 3). También se tiene en cuenta que el lote definitivo cumpla con los requerimientos de ambas partes.

Tabla 3. Modelo EOQ básico con descuentos por volumen aplicado a un producto de importancia estratégica.

PRODUCTO: AZÚCAR 1KG. TRAMO 2.			
Demanda Anual,D (Unidades)	15480	Pc' <Tr (lab)	Tamaño Óptimo del Lote, Q* (Unidades) 1030,00
Periodo de entrega del proveedor, Ts (Días)	1	Punto de Pedido ,PP (Unidades)	68,19
Demanda a cubrir durante Ts (Unidades)	68,19	Frecuencia Anual de Reaprovisionamiento, N (Veces al año)	15,03
		Ciclo de Reaprovisionamiento, Tr (Días entre pedidos)	15,10
Coste Unitario de Adquisición,P (Euros)	0,8536		
Coste Unitario de Lanzamiento,K (Euros)	1,0234	Pc' >Tr (lab)	Tamaño Óptimo del Lote, Q* (Unidades) 1030,00
Tasa de Coste de Mantenimiento	0,035	Punto de Pedido ,PP (Unidades)	68,19
Coste Unitario de Mantenimiento	0,030	Frecuencia Anual de Reaprovisionamiento, N (Veces al año)	15,03
Coste Unitario de Mantenimiento,H (Euros)	0,029876	Ciclo de Reaprovisionamiento, Tr (Días entre pedidos)	15,10
Periodo de caducidad del artículo,Pc (Días)	540	Coste Anual de Adquisición ,Ca (Euros)	13213,73
Periodo de caducidad del artículo en días laborables,Pc' (Días)	396	Coste Anual de Lanzamiento,Ci (Euros)	15,38
		Coste Anual de Mantenimiento,Cm (Euros)	15,39
Número de Unidades por caja	10	Coste Anual Relevante Mínimo (Euros)	30,77
VERDADERO		Coste Anual Total Mínimo (Euros)	13244,49
Para (1<=Q*<=799), Precio unitario (Euros)	0,97	Tamaño Óptimo del Lote, Q* (Cajas)	103,00
Para (800<=Q*<=1600), Precio unitario (Euros)	0,85	Punto de Pedido ,PP (Cajas)	6,82

Como se ha indicado anteriormente, los lotes económicos obtenidos mediante el modelo EOQ básico en determinados productos no son factibles. Para éstos es necesario encontrar sistemas que se adecuen a sus características. Estos productos son de demanda determinista y aleatoria, tienen fechas de caducidad a corto plazo (considerando en este trabajo de 120 días a 1 año) y a muy corto plazo (60-90 días), y una importancia poco significativa (pues se incluyen en el grupo C de la clasificación ABC realizada con anterioridad).

Para los productos con demanda determinista, se considera una distribución de la demanda según la Ley Normal de Gauss.

A los productos poco relevantes y con fechas de caducidad a muy corto plazo, se les aplica el modelo de Cobertura Óptima, que a partir del análisis de los beneficios marginales calcula la probabilidad de cobertura que minimiza los costes o maximiza el beneficio (Tabla 4). Se aplica en los productos incluidos en las familias de bollería, zumos y bebidas lácteas en los que es más prudente disminuir la cantidad a pedir aunque para ello deba formularse un número de pedidos mayor y así evitar que el producto caduque en el almacén antes de ser consumido. En este sistema, el lote económico ya no depende del coste de almacenaje y lanzamiento sino de la probabilidad de cobertura óptima, de la media y la varianza obtenida:

$$Si P_{cad} > tiempo \text{ reaprovisionamiento}: Q^* = \mu - (Z^* \cdot \sigma) \quad (2)$$

$$Si P_{cad} < tiempo \text{ reaprovisionamiento}: Q^* = D / 227^* (P_{cad} - tiempo \text{ suministro}) \quad (3)$$

Tabla 4. Modelo de Cobertura Óptima para un producto de poca importancia y caducidad a muy corto plazo.

PRODUCTO: BIO MUL TIFRUTA		Z	μ	σ
		-0,550730773	839,16	132,04
		Basico	Cobert.*	
Demanda Anual,D (Unidades)	10070	Pc' <Tr (lab)	Tamaño Óptimo del Lote, Q* (Unidades)	1178,23 911,88
Periodo de entrega del proveedor, Ts (Días)	1	Punto de Pedido ,PP (Unidades)	44,36	44,36
Demanda a cubrir durante Ts (Unidades)	44,36	Frecuencia Anual de Reaprovisionamiento, N (Veces/año)	8,55	11,04
		Ciclo de Reaprovisionamiento, Tr (Días entre pedidos)	26,56	20,56
Coste Unitario de Adquisición,P (Euros)	0,39			
Coste Unitario de Lanzamiento,K (Euros)	0,965	Pc' >Tr (lab)	Tamaño Óptimo del Lote, Q* (Unidades)	1178,23 911,88
Tasa de Coste de Mantenimiento	0,035	Punto de Pedido ,PP (Unidades)	44,36	44,36
Coste Unitario de Mantenimiento	0,014	Frecuencia Anual de Reaprovisionamiento, N (Veces/año)	8,55	11,04
Coste Unitario de Mantenimiento,H (Euros)	0,014	Ciclo de Reaprovisionamiento, Tr (Días entre pedidos)	26,56	20,56
Periodo de caducidad del artículo,Pc (Días)	90	Coste Anual de Adquisición ,Ca (Euros)	3927,30	3927,30
Periodo de caducidad del artículo en días laborables,Pc' (Días)	66	Coste Anual de Lanzamiento,Ci (Euros)	8,25	10,66
Número de Unidades por caja	18	Coste Anual de Mantenimiento,Cm (Euros)	8,25	6,38
PVP (sin IVA) Euros	0,55	Coste Anual Relevante Mínimo (Euros)	16,50	17,04
Beneficio unitario (Euros)	0,18	Coste Anual Total Mínimo (Euros)	3943,80	3944,34
Probabilidad de cobertura óptima (%)	0,290909	Tamaño Óptimo del Lote, Q* (Cajas)	65,46	50,66
Cobertura Óptima (Unidades)	911,8785	Punto de Pedido ,PP (Cajas)	2,46	2,46
		Tamaño del Lote según necesidades (Cajas y Unidades).	50,00	900,00
		Coste Total Anual obtenido con la Política Propuesta		3944,40

Para los productos de fecha de caducidad corta (*snacks* y *galletas*), se implanta un sistema de Revisión Periódica al nivel de los *stocks* de manera que la cantidad que deba pedirse dependa del nivel hallado en cada revisión y sea tal que devuelva el nivel de los *stocks* a un valor predeterminado (Tabla 5), es decir, la empresa en días preestablecidos debe realizar un pedido en función de la cantidad existente. Así pues, el lote económico de pedido se obtiene de la siguiente manera:

$$\text{Si } P_{cad} > \text{tiempo revisión: } Q^* = (\mu * \text{tiempo revisión}) + \text{Stock Seguridad} \quad (4)$$

$$\text{Si } P_{cad} < \text{tiempo revisión: } Q^* = \mu * (\text{días periodo cad. lab.} - \text{tiempo sumin.}) + SS \quad (5)$$

Tabla 5. Sistema de Revisión Periódica para un producto de poca importancia y caducidad a corto plazo.

PRODUCTO: KIT KAT		%Ruptura=	0,05	μ	μ diaria
		$\delta=$	1,644853476	312	14
Demanda Anual, D (Unidades)	3432	MÉTODO: Revisión Periódica			
Periodo de entrega del proveedor, Ts (Días)	1	CANTIDAD: En función del nivel hallado en la revisión.			
Demanda a cubrir durante Ts (Unidades)	15,12	PERIODO DE REVISIÓN: Fijo			
Nivel de servicio al cliente (%)	0,95				
Coste Unitario de Adquisición, P (Euros)	0,37				
				<i>Caducidad < Tr</i>	<i>Caducidad > Tr</i>
Coste Unitario de Lanzamiento, K (Euros)	0,965	Nº de pedidos a efectuar/año		15	15
Tasa de Coste de Mantenimiento	0,035	Tiempo de revisión (Días laborables)		15,18	15,18
Coste Unitario de Mantenimiento	0,013	Stock de Seguridad (Unidades)		24,9	24,9
		Cantidad máxima en almacén (Unidades)		240,1	240,1
Coste Unitario de Mantenimiento, H (Euros)	0,013	Coste Anual de Adquisición, Ca (Euros)		1289,84	1289,84
		Coste Anual de Lanzamiento, Cl (Euros)		14,43	14,43
		Coste Anual de Mantenimiento, Cm (Euros)		1,72	1,72
Número de Unidades por caja	36	Coste Anual Total del stock (Euros)		16,16	16,16
		Coste Anual Total Mínimo (Euros)		1286,00	1286,00
Periodo de caducidad del artículo, Pc (Días)	300	Cantidad máxima almacén (cajas y unidades)		7	252
Periodo de caducidad del artículo en días laborables, Pc' (Días)	220	Tamaño del stock de seguridad (cajas)			1

Para comprobar la distribución de los productos con demanda aleatoria, se emplean los procedentes contrastes de hipótesis de que la muestra procede de una población normal, estudiando la bondad de ajuste para un nivel de significación del 5%, resultando finalmente que la demanda sigue una distribución según la Ley Normal de Gauss. En estos productos se aplica el modelo EOQ calculando el punto de pedido y *stock* de seguridad cuando la demanda es aleatoria y el plazo de reposición conocido, pretendiendo cubrir la demanda con una seguridad del 95%:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 * K * D}{H}} + \text{Stock Seguridad} \quad (6)$$

$$Q^* = D / 227 * (P_{cad} - \text{tiempo suministro}) \quad (7)$$

En algunos de estos productos vuelve a aparecer el problema de las fechas de caducidad al ser a muy corto plazo. Es necesario omitir entonces este sistema y aplicarles el Modelo de Cobertura Óptima (Tabla 6). No obstante se comprueban los resultados obtenidos con ambos sistemas integrándolos en una misma tabla para decidir cual es el que mejor se adapta a los requerimientos de la empresa, que principalmente van en función de las fechas de caducidad.

Tabla 6. Cálculo del Punto de Pedido y Stock de Seguridad y (2) modelo de Cobertura Óptima para un producto de poca importancia y caducidad a muy corto plazo.

PRODUCTO: ZUMO DE MELOCOTÓN. DEMANDA ALEATORIA QUE SIGUE UNA DISTRIBUCIÓN NORMAL DE GAUSS. RIESGO RUPTURA :5%. NIVEL SERVICIO: 95%.		Z=	1,650000	SEGÚN
		μ=	137,16	COBERTURA
		σ=	95,54	ÓPTIMA
Demanda Anual,D (Unidades)	1463			
Periodo de entrega del proveedor, Ts (Días)	1	$P_c < Tr$ (lab)	Tamaño Óptimo del Lote, Q* (Unidades)	418,92 161,38
Demanda a cubrir durante Ts (Unidades)	6,44		Punto de Pedido, PP (Unidades)	164,09 6,44
Coste Unitario de Adquisición,P (Euros)	0,21		Frecuencia Anual de Reaprovisionamiento, N (Veces al año)	3,49 9,07
Coste Unitario de Lanzamiento,K (Euros)	0,965		Ciclo de Reaprovisionamiento, Tr (Días entre pedidos)	65,00 25,04
Tasa de Coste de Mantenimiento	0,035	$P_c > Tr$ (lab)	Tamaño Óptimo del Lote, Q* (Unidades)	777,45 161,38
Coste Unitario de Mantenimiento	0,00700		Punto de Pedido, PP (Unidades)	164,09 6,44
Coste Unitario de Mantenimiento,H (Euros)	0,00735		Frecuencia Anual de Reaprovisionamiento, N (Veces al año)	1,88 9,07
Periodo de caducidad del artículo, Pc (Días)	90		Ciclo de Reaprovisionamiento, Tr (Días entre pedidos)	120,63 25,04
Periodo de caducidad del artículo en días laborables, Pc' (C)	66		Coste Anual de Adquisición, Ca (Euros)	307,23 307,23
Número de Unidades por caja	18		Coste Anual de Lanzamiento, Cl (Euros)	3,37 8,75
			Coste Anual de Mantenimiento, Cm (Euros)	1,54 0,59
			Coste Anual Relevante Mínimo (Euros)	4,91 9,34
Punto de pedido, Pp (Unidades)	164,085934		Coste Anual Total Mínimo (Euros)	312,14 316,57
Stock de seguridad, Ss (Unidades)	157,64			
P/P (sin IVA) Euros	0,35		Tamaño Óptimo del Lote, Q* (Cajas)	23,27 8,96
Beneficio unitario (Euros)	0,14		Punto de Pedido, PP (Cajas)	9,12 0,36
Probabilidad de cobertura óptima (%)	0,4			
Lote económico mensual (Unidades)	161,364795		Tamaño del Lote según necesidades.(Cajas y Unidades).	9 162,00
Valor de la variable tipificada según cobertura óptima	-0,25335		Coste Total Anual obtenido con la Política Propuesta	316,54

5. Conclusiones

Mediante este trabajo ha podido demostrarse que la gestión de *stocks* es una de las áreas de la gestión empresarial que permite una reducción de costes sin pérdida de eficacia. Con la aplicación de los métodos de optimización clásicos, la empresa tendría un ahorro del 1.19% (4.110,93 €) aunque dichos modelos no generaron lotes de pedido viables. Con los modelos propuestos, ya adaptados a las restricciones de la empresa y proveedor, se ha obtenido un ahorro del 1.12% (3.846,16 €) con lo que se demuestra que mediante la aplicación de métodos cuantitativos se ha logrado aumentar el beneficio a corto plazo en un 1.12% (Tabla 7). Por tanto, sería positivo que la empresa tuviera controlados estos costes, que aunque no son elevados, podrían incrementarse en un futuro si la empresa tomara como estrategia empresarial la diversificación de su cartera de productos o ampliar su ámbito de actuación, con lo que la variedad y volumen de productos a gestionar se incrementaría.

Con estos resultados también puede afirmarse que sin aplicar ningún criterio de optimización, la empresa está obteniendo buenos resultados en su gestión ya que la diferencia obtenida entre el coste derivado de la gestión actual y propuesto no es considerablemente significativa.

En cuanto a las futuras líneas de actuación, en primer lugar, a corto plazo la empresa tiene previsto adaptar a su sistema informático el sistema de gestión de *stocks* presentado. También sería interesante aplicar mediante los modelos de optimización propuestos técnicas de simulación que permitieran prever qué va a ocurrir en un futuro bajo el supuesto de unas condiciones dadas. De ésta manera se haría posible el estudio de diferentes resultados que se obtendrían al cambiar alguna o algunas condiciones, es decir, se podría conocer con bastante exactitud y antes de que ocurriesen, los distintos resultados que podrían producirse al cambiar determinadas variables o parámetros condicionantes de la realidad, por ejemplo cambios en las capacidades de la empresa, en las condiciones de los proveedores, etc.

Referencias

Cuatrecasas, Ll. (1998). *Gestión Competitiva de Stocks y Procesos de Producción*. Gestión 2000.

- Orlicky, J. (1975). *Material Requirements Planning*. Ed. McGraw Hill, London.
- Parra, F. (1999) *Gestión de Stocks*. Ed. Esic.
- Peterson, R. y Silver, E. (1985) *Decisión Systems for Inventory Management and Production Planning*. Ed. Wiley, New York.
- Schonberger, R.J. (1980). *Japanese manufacturing techniques. Nine Hidden Lessons in Simplicity*. Free Press.
- Winston, W.L. (1994) *Investigación de Operaciones. Aplicaciones y Algoritmos*. Ed. Grupo Editorial Iberoamérica.

Tabla 7. Modelos y resultados obtenidos mediante los métodos de optimización para Semacaf, S.L.

Clasificación productos	Límite de caducidad		Sistema de reaprovisionamiento	Sistemas/ modelos aplicados	Coste obtenido/ política óptima (euros)	Coste obtenido/ política propuesta (euros)	Coste obtenido/ política actual (euros)	Reducción de costes/ política óptima (euros)	Reducción de costes/ política propuesta (euros)
Estratégicos	Largo plazo		No Programado Continuo	EOQ Básico	276101.89	276231.62	279223.12	-3121.23	-2991.50
			No Programado Continuo	EOQ Básico con descuentos por volumen	21177.85	21172.94	21314.45	-136.60	-141.51
Poco Relevantes	Muy corto plazo		No Programado Continuo	Cobertura Óptima	17762.78	17798.32	18120.64	-357.75	-322.32
	Corto plazo		No Programado Periódico	Revisión Periódica	11689.56	17796.51	11964.27	-274.71	-167.76
	Demanda aleatoria	Muy corto plazo	No Programado Continuo	Cobertura Óptima	1745.24	1745.28	1805.16	-59.92	-59.88
		Largo plazo	No Programado Continuo	Cálculo del punto pedido y stock de seguridad (Ley Normal de Gauss)	10748.84	10745.76	10908.96	-160.12	-163.20
Resultados: Reducción de costes mediante la política óptima: 1,19%. Reducción de costes mediante la política propuesta: 1,12%									