

Un modelo de gestión de inventarios para una empresa de productos alimenticios

An inventory model for a food company

Ileana Pérez-Vergara^I, Ana María Cifuentes-Laguna^I, Carolina Vásquez-García^{II}, Diana Marcela-Ocampo^{III}

^I Universidad de Buenaventura. Cali, Colombia.

E-mail: igperez@usbcali.edu.co, cifuentes89@gmail.com

^{II} Target Marketing Integral S. A. Cali, Colombia.

E-mail: carolina.vazquez89@hotmail.com

^{III} Omnilife Manufactura de Colombia S.A.S. Cali, Colombia.

E-mail: diana.ocampo@omnilife.com

Recibido: 29/01/2013

Aprobado: 26/04/2013

RESUMEN

El trabajo tiene como objetivo mejorar el nivel de servicio actual al cliente (75 %) que incumplía la meta propuesta que era de 95 %. Empleando el Método Científico, se partió de un diagnóstico y se detectó, entre las principales causas del incumplimiento, la carencia de una política de inventario. Se estudió la demanda del producto y a partir de su comportamiento se evaluaron diversos métodos de pronóstico. Se propuso un sistema de revisión periódica RS, considerándolo el más apropiado, por ofrecer mayor flexibilidad en su proceso inicial de implementación y seguimiento, siendo favorable además en tiempos y costos. La implementación piloto del modelo (6 semanas), cubrió con mayor efectividad la demanda del producto, lo que incrementó el nivel de servicio al 87.23 %, mejoró las utilidades en \$675.458,08 y permitió afirmar la pertinencia de la propuesta.

Palabras clave: logística, productividad, sistema de gestión de inventarios, puntos de reorden, efectividad, eficacia, eficiencia.

ABSTRACT

The study aims to improve the current level of service to the customer (75 %) which breached the target set of 95 %. Using the scientific method, the investigation was based on a diagnosis and it was detected the lack of an inventory policy, among the main causes of failure. The demand for the product was studied and various forecasting methods were evaluated according to its performance. It was proposed a system of periodic review RS, which was considered the most appropriate, since it provides greater flexibility in its initial implementation process and monitoring, in addition to be favorable in terms of times and costs. The pilot implementation of the model (6 weeks), covered more effectively the demand of the product, which increased the level of service up to 87 %, improved earnings at \$ 675,458.08 and allowed affirm the relevance of the proposal.

Key words: logistics, productivity, inventory management system, reorder points, efficiency, efficacy, effectiveness.

I. INTRODUCCIÓN

La gestión de los inventarios es uno de los temas más complejos en Logística. Uno de sus principales problemas es su administración, puesto que siempre hay demasiado de lo que no se vende o consume, y muchos productos agotados de lo que sí se vende, lo cual se debe a la falta de información precisa y oportuna sobre la demanda en el punto de consumo [1; 2; 3; 4].

La aplicación de un Sistema de Gestión de Inventarios es una de las alternativas más influyentes en el esfuerzo por reducir los costos y mejorar la eficiencia económica, ya que incrementa los niveles de servicio al cliente, aumenta la liquidez y permite a las organizaciones estar prevenidas frente a las fluctuaciones de la demanda; manteniendo un óptimo nivel de seguridad y logrando mantener los inventarios necesarios del producto [5; 6; 7].

La gestión de inventarios se asocia a un problema de toma de decisiones cuyas variables más significativas son: ¿cuánto producir o adquirir? y ¿cuándo pedir?, ya que reduciendo el inventario se minimiza la inversión, pero se corre el riesgo de no poder satisfacer la demanda y de obstaculizar las operaciones de la empresa. La gestión de inventarios permite determinar la cantidad de inventario del producto que debe mantenerse [8; 9; 10].

Diversos métodos de gestión de los inventarios se aplican para desarrollar un sistema de gestión de inventarios que se adecue con el comportamiento de los datos. Estos modelos para la Administración del Inventario se agrupan en 2 categorías principales, según sean sistemas determinísticos o sistemas probabilísticos [11; 12; 13; 14].

- Sistema determinístico: Tiene muchas restricciones y se basa en el modelo de Wilson del Lote Económico de compra (EOQ) y en la Demanda conocida. No tiene variaciones en el tiempo.
- Sistemas probabilístico: Considera las fluctuaciones aleatorias en la demanda, en las entregas del proveedor y otros factores incontrolables. Estos sistemas se clasifican a su vez según el tipo de demanda, ya sean dependientes o independientes.

Para adoptar las decisiones más oportunas en un sistema de inventarios hay que tomar en cuenta el comportamiento de la demanda y los niveles de servicio que se pretenden alcanzar [15; 16].

Pronosticar la demanda implica la estimación anticipada del valor de una variable, convirtiéndose en una herramienta fundamental para la toma de decisiones dentro de las organizaciones [8; 13; 17].

Los modelos de pronóstico de la demanda más empleados son [5]:

- Estimación de la Demanda por el Método Promedio Simple
- Estimación de la Demanda por el Método Promedio Móvil Simple
- Estimación de la Demanda por el Método de Promedios Ponderados Móviles
- Estimación de la Demanda por el Método de Regresión Lineal
- Estimación de la Demanda por Suavizamiento Exponencial Simple
- Estimación de la Demanda por el Método de Índices de Estacionalidad
- Estimación de la Demanda por Suavizamiento Exponencial Doble

La importancia de determinar el error del pronóstico es que a partir de él se puede obtener una estimación más certera de la demanda y su variabilidad [3; 17; 18; 19].

Este trabajo se enfoca en la mejora del nivel de servicio de la empresa estudiada, a partir de la propuesta e implementación piloto de un sistema para la gestión de sus inventarios.

II. MÉTODOS

La medición indica la efectividad a la que el proyecto llega, por lo tanto, es necesario comparar el estado actual contra el estado deseado [20]; siendo ésta la metodología de trabajo adoptada.

Para el diagnóstico se hizo una amplia recopilación de información [21], determinándose el comportamiento de los Niveles de Servicio por Proceso, lo que se muestra en la figura 1.

Se apreció que los principales problemas se encontraban en el proceso de pedidos, por lo que se hizo un estudio del comportamiento de la línea de productos.

El análisis del indicador de eficiencia del proceso de facturación mostró un bajo nivel de productos disponibles para la venta (un promedio del 77,26 %), lo que evidenció problemas en la gestión de inventarios.

Se realizó además un análisis del nivel de servicio brindado.

Nivel de Servicio de la empresa

Se realizó un análisis comparativo de la planeación de la demanda de la empresa en el período 2008-2011, frente a lo que entregó realmente en esos años, lo cual se muestra en la tabla 1.

UN MODELO DE GESTIÓN DE INVENTARIOS PARA UNA EMPRESA DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS

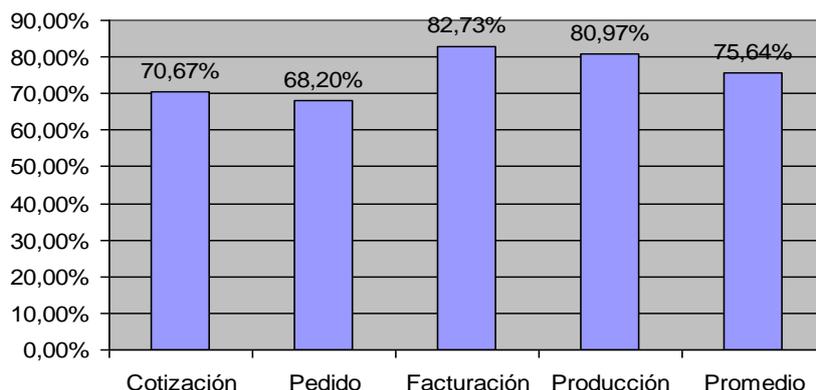


Figura 1. Niveles de servicio por proceso.

Tabla 1. Análisis comparativo de la demanda planeada frente a las entregas realizadas del producto.

Variable	2008	2009	2010	2011
Pedidos planeados (cifras en toneladas)	3846,23	3990,46	3343,88	3418,44
Pedidos entregados (cifras en toneladas)	2908,85	2963,91	2403,16	2410,37
Nivel de servicio	75,63 %	74,27%	71,87%	70,51%

Al comparar la demanda planeada frente a los pedidos entregados del año 2008 al año 2011, se evidencia que la empresa no cumplió con su demanda proyectada de productos.

Este comportamiento se explica por el hecho de que la demanda es proyectada con criterios únicamente comerciales por el área de mercadeo y se han desconocido otras variables importantes en el proceso, como la capacidad interna de la empresa para poder satisfacer el servicio de los clientes.

Para determinar el producto de mayor impacto en este incumplimiento, se realizó una comparación de los niveles de servicio de cada uno de los 3 productos estrellas ofrecidos en la línea. Los resultados se muestran en la tabla 2, la que muestra que los niveles de satisfacción actual en cada uno de los productos están muy por debajo del nivel de servicio deseado (95 %) y se evidencia que el producto 3 es el de más bajo nivel. El nombre de los productos no se revela por razones de confidencialidad.

Tabla 2. Niveles de servicio de los productos.

Variable (cifras en toneladas, correspondientes al año 2011)	Producto 1	Producto 2	Producto 3
Pedidos Solicitados	2439,45	802,45	3209,81
Pedidos entregados	1931,88	657,59	2410,37
Pedidos Pendientes	507,57	144,86	799,44
Nivel de servicio (%)	79,19	81,95	75,09

El producto ha mantenido un decrecimiento continuado en el nivel de servicio desde el año 2008, como se muestra en la figura 2.

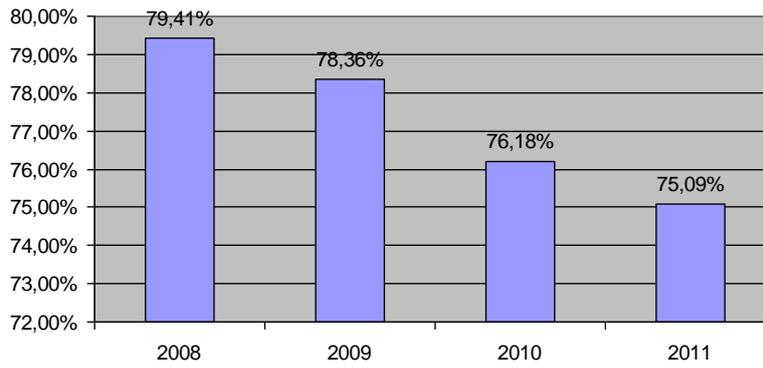


Figura 2. Tendencia del nivel de servicio del producto.

Se estudió entonces el comportamiento de la demanda del producto, el que se muestra en la figura 3.

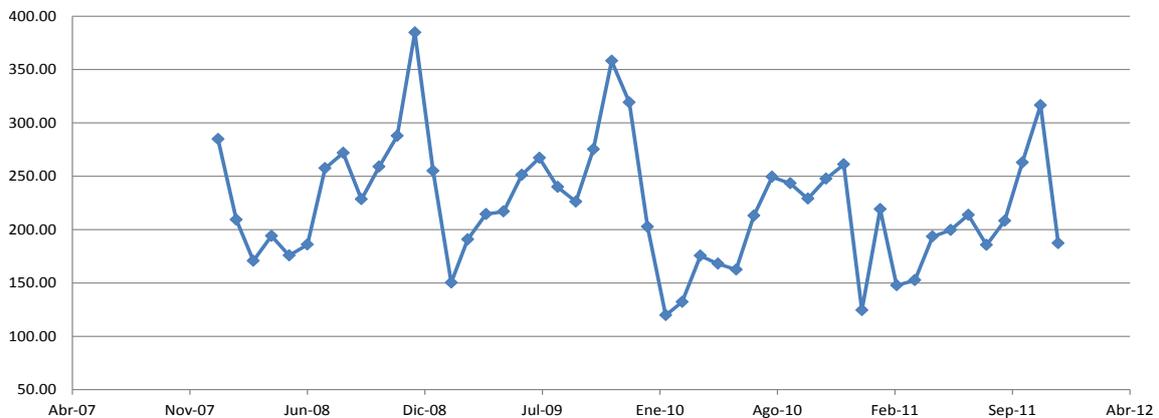


Figura 3. Evolución del comportamiento de la demanda del producto

III. RESULTADOS

Se abordó el problema como un enfoque hacia la gestión de inventarios, proponiendo el método de pronóstico que mejor se ajustó al comportamiento de la demanda y posteriormente un procedimiento para su implementación.

Diseño del sistema de gestión de inventarios

- Selección del modelo de pronósticos

Para proponer el modelo de pronósticos, se realizó un estudio de la demanda, obteniendo el patrón que se muestra en la figura 4. Según Vidal (2006), de acuerdo a este comportamiento la demanda clasifica como perpetua o uniforme y se recomienda como sistema de pronósticos el promedio móvil o la suavización exponencial simple [4].

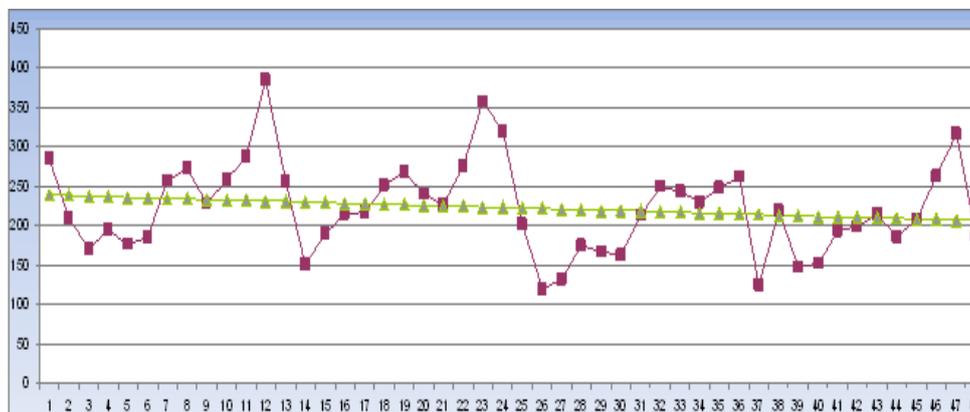


Figura 4. Comportamiento de la demanda de producto.

UN MODELO DE GESTIÓN DE INVENTARIOS PARA UNA EMPRESA DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS

Se calculó el Error de Muestro Medio (ECM) con el fin de evaluar los modelos de pronósticos presentados. En la tabla 3 se muestran los resultados obtenidos para cada modelo probado.

Tabla 3. Resultados del estudio realizado frente a los Pronósticos de la Demanda.

Tipo de Pronóstico	Señal de Rastreo	DMA	Sesgo	ECM	EPMA
Promedio Móvil Simple n = 12	-6,617	42,78	-7,86	2.974,82	22,74%
Suavizamiento exponencial simple 0,85 (Solver)	-2,142	43,70	-1,99	3.286,61	0,22
Suavizamiento exponencial simple 0	-40,414	73,70	-63,37	7.204,72	0,40
Suavizamiento exponencial simple 0,9	-2,160	43,83	-2,01	3.288,88	0,22

Con base al resumen mostrado en la tabla 3, el modelo seleccionado fue el modelo Promedio Móvil Simple (PMS) con N = 12, ya que proporcionó el menor valor del error de muestro (ECM de 2.974,82), cuyo comportamiento se puede apreciar a continuación en la figura 5.

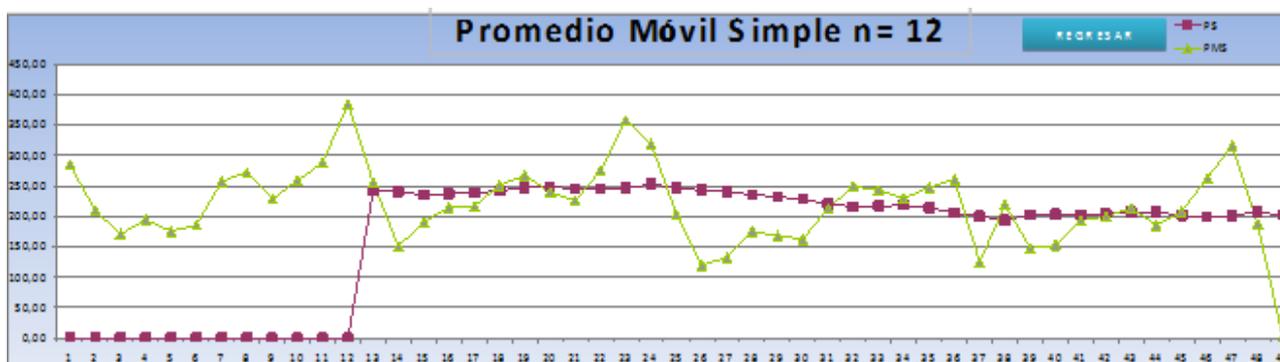


Figura 5. Demanda versus Pronóstico (PMS).

El modelo de pronóstico seleccionado permitió generar la demanda de productos en toneladas, tal como se muestra en la tabla 4.

▪ Selección del sistema de gestión de inventarios

Dado que la demanda del producto tiene un comportamiento aleatorio uniforme, se considera necesario elegir un sistema de inventario probabilístico que maneje una revisión periódica, puesto que representa ventajas en tiempo y costos para la empresa. Además, es el sistema de control que ofrece mayor flexibilidad en su proceso inicial de implementación y de seguimiento, ya que facilita las posibles modificaciones que requiera la política seleccionada [4].

El sistema de control de inventario probabilístico de revisión periódica más conocido es el RS, el cual se conoce también como el sistema del ciclo de reposición y se encuentra a menudo en organizaciones que no utilizan gestión sistematizada de los inventarios.

Su funcionamiento se basa en que cada R unidades de tiempo se revisa el inventario efectivo y se ordena una cantidad tal que este inventario suba al valor máximo S.

▪ Sistema de Gestión de inventarios por el modelo RS

Para la Empresa objeto de estudio se propuso el diseño de un sistema de inventario RS con un incremento del 10 % sobre el costo fijo de pedido, el cual se asume como el costo adicional que se incurre por revisión del inventario. Se asumió además un incremento del 10 % sobre el costo de orden fijo.

La propuesta consistió en iniciar con el RS y se propuso implementar un modelo combinado (revisión periódica y continua) como lo es el sistema R, S, S; de tal manera que el proceso se adapte definitivamente a un modelo revisión continua y, una vez creada la cultura organizacional de gestión del inventario y se tengan mejores condiciones, se pase a un modelo de revisión continua (S,Q) o (S, S).

Tabla 4. Pronóstico de la demanda en toneladas.

$\sigma_{MDA} =$			53,476		
$\sigma_{DMA} =$			54,542		
Señal de Rastreo			-6,617		
No.	PMS	Pronóstico	No.	PMS	Pronóstico
1	285		26	120	242,63
2	209		27	132	240,08
3	171		28	175	235,20
4	194		29	168	231,96
5	176		30	162	227,88
6	186		31	213	220,48
7	257		32	249	215,96
8	272		33	243	216,75
9	228		34	229	218,18
10	259		35	248	214,31
11	288		36	261	205,11
12	385		37	124	200,26
13	255	242,40	38	219	193,75
14	150	239,92	39	148	202,03
15	191	235,01	40	153	203,33
16	214	236,68	41	193	201,42
17	217	238,38	42	200	203,54
18	251	241,81	43	214	206,64
19	267	247,26	44	185	206,70
20	240	248,07	45	208	201,38
21	226	245,40	46	263	198,46
22	275	245,22	47	316	201,28
23	358	246,59	48	187	207,02
24	319	252,44	49		200,86
25	203	246,99			

El método empleado para medir la efectividad de la propuesta, requirió de la evaluación del nivel de servicio, los niveles de eficiencia, efectividad y del desempeño en las áreas de control de inventarios y facturación. Los resultados muestran una tendencia creciente del cumplimiento de los niveles de servicio, alcanzándose un valor de 87,23 % al finalizar la prueba, como se muestra en la tabla 5.

Tabla 5. Resultados del nivel de servicio del modelo piloto.

Variable	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Total mes de abril
Pedidos solicitados	41,03	77,51	47,87	61,55	227,97
Pedidos entregados	33,81	65,62	41,76	57,67	198,86
Pedidos pendientes	7,23	11,89	6,11	3,88	29,11
Nivel de servicio (%)	82,38%	84,66%	87,23%	93,69%	87,23%

Teniendo en cuenta estos resultados, también fue necesario analizar los valores de los indicadores de eficiencia y efectividad alcanzados por cada uno de los procesos que intervienen en esta gestión, lo que se muestra en la tabla 6.

UN MODELO DE GESTIÓN DE INVENTARIOS PARA UNA EMPRESA DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS

Tabla 6. Indicadores de los procesos con la aplicación del modelo piloto.

PROCESO	DATOS	SEMANAS				
		1	2	3	4	TOTAL
COTIZACIÓN	No. Productos cotizados	49.97	91.94	55.34	69.6	266.86
	No. productos solicitados por cotización	39.54	78.36	48.92	62.11	228.94
	Eficiencia (%)	79.13	85.23	88.41	89.23	85.79
	Horas-hombre	23.14	23.14	23.14	23.14	92.56
	Productividad (horas)	2.16	3.97	2.39	3.01	2.88
	Producto cotizado en un día	3.7	2.01	3.35	2.66	2.77
PEDIDO	No. Productos cotizados	49.97	91.94	55.34	69.6	266.86
	No. productos solicitados por cliente	41.03	77.51	47.87	61.55	227.97
	Eficiencia (%)	82.12	84.3	86.51	88.43	85.43
	No. Total de pedidos procesados	49.97	91.94	55.34	69.6	266.86
	Horas-hombre	23.14	23.14	23.14	23.14	92.56
	Productividad (horas)	1.77	3.35	2.07	2.66	2.46
	Pedidos procesados en un día	4.51	2.39	3.87	3.01	3.25
FATURACIÓN	No. productos disponibles inmediatamente	33.81	65.62	41.76	57.67	198.86
	No. Total de productos pedidos por el cliente	41.03	77.51	47.87	61.55	227.97
	Eficiencia (%)	82.38	84.66	87.23	93.69	87.23
	No. productos pendientes de entrega	7.23	11.89	6.11	3.88	29.11
	No. productos pendientes de entrega en tiempo	8.31	18.43	6.85	4.27	32.86
	Efectividad (%)	86.96	88.5	89.29	90.91	88.58
	No. total facturado	33.81	65.62	41.76	57.67	198.86
	Horas-hombre	28.93	28.93	28.93	28.93	115.7
	Productividad (horas)	1.17	2.27	1.44	1.99	1.72
	Producto facturado en un día	6.85	3.53	5.54	4.01	4.65
PRODUCCIÓN	No. productos producidos	30.42	59.06	37.58	51.9	178.97
	No. Total de productos pedidos por el cliente	41.03	77.51	47.87	61.55	227.97
	Eficiencia (%)	74.15	76.2	78.51	84.32	78.51
	No. productos atrasados por producción	2.87	5.04	2.68	2.95	13.55
	No. Total de productos pedidos	41.03	77.51	47.87	61.55	227.97
	Efectividad (%)	93.00	93.50	94.40	95.20	94.06
	No. total de órdenes realizadas	41.03	77.51	47.87	61.55	227.97
	Horas-hombre	14.46	14.46	14.46	14.46	57.85
	Productividad (horas)	2.84	5.36	3.31	4.26	3.94
	Producto ordenados en un día	2.82	1.49	2.42	1.88	2.03
VARIABLE/PROCESO (%)		COTIZA-CIÓN	PEDIDO	FACTURA-CIÓN	PRODUC-CIÓN	PROME-DIO
EFICIENCIA		85.79	85.43	87.23	78.51	84.24
EFECTIVIDAD				88.58	94.06	91.32
PROMEDIO NIVEL DE SERVICIO		85.79	85.43	87.91	86.28	86.35

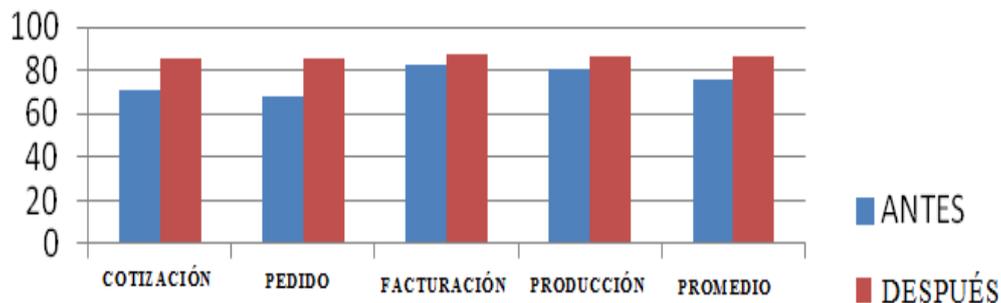
Se realizó una evaluación económica de la propuesta, que permitió obtener el valor de algunos indicadores económicos, como se muestra en la tabla 7.

Tabla 7. Evaluación económica de la propuesta.

BENEFICIOS DEL PROYECTO	VALOR
Utilidades de ventas adicionales	297 756 496,00
Costo de inventario RS	217 099 800,64
BENEFICIO ANUAL DEL PROYECTO	80 656 695,36
CRITERIOS DE EVALUACIÓN	VALOR
Costo de oportunidad	12.50 %
VPN	71 694 840,32
TIR	24.08 %
Costo-beneficio	1.37

Según el método de investigación empleado, fue preciso medir la efectividad de la propuesta, proponiéndose en este caso una prueba piloto durante 4 semanas, para realizar las órdenes con base en los valores obtenidos de la aplicación del modelo de Gestión del Inventario. El modelo propuesto mostró su efectividad a través de la elevación de los niveles de desempeño de todos los procesos, como se muestra en la figura 6.

Figura 6. Impacto de las mejoras en el nivel de servicio.



IV. DISCUSIÓN

Para conseguir los objetivos y fomentar la cultura requerida para el desempeño de un nuevo sistema de trabajo en la empresa, se realizan acciones de sensibilización a la alta dirección de los procesos claves, desde la gerencia comercial hasta la gerencia de logística y producción; así como acciones de capacitación, fundamentalmente al personal relacionado con la gestión de inventarios, en temáticas afines al sistema implementado y relacionadas con su forma de control, la evaluación del nivel de desempeño de la empresa, el monitoreo de las órdenes de producción y los tiempos de entrega.

Como soporte del modelo de inventarios se propone un procedimiento de trabajo que abarca desde la recogida y registro de información hasta el análisis para la toma de decisiones, lo que permite establecer la estandarización de procesos, su interrelación con los sistemas informáticos que emplea la empresa y de esta forma, trabajar por conseguir buenas prácticas en el manejo de los nuevos métodos de trabajo y el fomento de una cultura de toma de decisiones soportadas sobre métodos cuantitativos.

La globalización ha impuesto a las empresas la necesidad de prestar mayor atención a las necesidades y expectativas de sus clientes, de modo de cumplir con ellas y así elevar sus niveles de competitividad. El modelo de gestión de inventarios propuesto ha contribuido con ese objetivo, mostrando notables mejorías en el nivel de servicio de cada proceso involucrado y creando un ambiente de mejora en la organización.

UN MODELO DE GESTIÓN DE INVENTARIOS PARA UNA EMPRESA DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS

V. CONCLUSIONES

El Sistema de Gestión de Inventarios propuesto permitió a la empresa:

1. Sustituir el método de trabajo empírico por un método cuantitativo, gestionar mejor sus procesos e impactar en el desempeño de los mismos y de los niveles de servicio al cliente.
2. El análisis de viabilidad económica del proyecto determinó que la propuesta generará beneficios anuales promedios de \$80.656.695,36, representados en utilidades que dejaría de percibir la empresa por no satisfacer la demanda de los clientes, tomando en cuenta solo el producto estudiado. 🏆

VI. REFERENCIAS

1. BOWERSOX, D.; CLOSS, D.; COOPER, M., *Administración de la cadena de suministros*, 2da. ed., México D.F., Mc Graw Hill, 2007, ISBN 9789701061329.
2. BUREAU VERITAS, *Logística integral*, Madrid, FC Editorial, 2009, ISBN 9788496743656.
3. STOCK, J. R.; LAMBERT, D. M., *Strategic Logistics Management: El impacto financiero de los inventarios*, 4ta. ed., Boston (EE.UU.), McGraw-Hill Irwin, 2001, ISBN 9780256136876.
4. VIDAL, C., *Fundamentos de gestión de inventarios* [en línea], 4ta. ed., Cali (Colombia), Escuela de Ingeniería Industrial y Estadística: Universidad del Valle, 2006 [consulta: 2012-02-10]. Disponible en: <<http://es.scribd.com/doc/48840229/Fundamentos-de-Gestion-de-Inventarios-Carlos-Julio-Vidal>>
5. ANDERSON, D. R.; SWEENEY, D., *Statistics for business and economics*, 10ma. ed., Estados Unidos, Thomson, 2008, ISBN 978-0-324-36505-4.
6. DÍAZ, J. A.; PÉREZ, D., «Optimización de los niveles de inventario en una cadena de suministro», *Ingeniería Industrial* [en línea], 2012, vol. 33, no. 2, pp. 126-128 [consulta: 2012-09-12], ISSN 1815-5936. Disponible en: <<http://rii.cujae.edu.cu/index.php/revistaind/article/view/379>>
7. HAMAD, R.; GUALDA, N., «Modelagem de redes logísticas com custos de inventário calculados a partir da cobertura de estoque» *Produção*, 2011, vol. 21, No. 4, pp. 667-675, ISSN 0103-6513.
8. CHASE, R. B.; NICHOLAS J. A.; JACOBS, F. R., *Administración de la producción y operaciones para una ventaja competitiva*, 10ma. ed., México, D. F., McGraw-Hill Interamericana, 2006, ISBN 970-10-4468-1.
9. HILLIER, F.; LIEBERMAN, G., *Introducción a la Investigación de Operaciones*, 9na. ed., México D.F., Mc Graw Hill, 2010, ISBN 978-607-15-0308-4.
10. VIDAL, C. J.; LONDOÑO, J. C.; CONTRERAS, F., «Aplicación de modelos de inventarios en una cadena de abastecimiento de productos de consumo masivo con una bodega y puntos de venta», *Ingeniería y Competitividad* [en línea], 2004, vol. 6, no. 1, [consulta: 2012-01-28], ISSN 2027-8284. Disponible en: <<http://revistaingenieria.univalle.edu.co:8000/index.php/incompe/rt/metadate/80/0>>
11. ANGEL, A. J.; GARCÍA, R., *Gestión de stock: modelos deterministas* [en línea], España, Secretaria de Estado de Educación y Universidades MEC, [consulta: 2012-02-02]. Disponible en: <<http://www.investigacion-operaciones.com/material%20didactico/Modelo%20Inventarios%201.pdf>>
12. BRAVO, M.; ORELLANA, G., *Control de inventarios* [en línea], Ecuador, Universidad Politécnica Salesiana, [consulta: 2012-03-14]. Disponible en: <<http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/535/5/CAPITULO%20III.pdf>>
13. SANTORO, M. C.; FREIRE, G., «Análise comparativa entre modelos de estoque» *Produção*, 2008, vol. 18, no. 1, pp. 89-98, ISSN 0103-6513.
14. HOBED, R.; MAYERLE, S. F.; BUSS, M., «Controle de estoque por revisão contínua e revisão periódica: uma análise comparativa utilizando simulação» *Produção*, 2010, vol. 20, no. 4, pp. 628-638, ISSN 0103-6513.
15. BIJVANK, M.; IRIS, F. A., «Lost-sales inventory theory: A review Original Research Article» *European Journal of Operational Research*, 2011, vol. 215, no. 1, pp. 1-13, ISSN 0377-2217.
16. BIN, L.; HONG-WEI, W.; JIAN-BO, Y.; MIN, G.; CHAO, Q., «A belief-rule-based inventory control method under nonstationary and uncertain demand» *Expert Systems with Applications*, 2011, vol. 38, no. 12, November-December, pp. 14997-15008, ISSN 0957-4174.

17. MONTGOMERY, D. C.; LYNWOOD, A. J.; GARDNINER, J. S., *Pronóstico y análisis de series de tiempo*, 2da. ed., México, D. F., McGraw Hill, 1990, ISBN 0-07-042858-1.
18. GUTIÉRREZ, H.; VARA, R., *Control estadístico y de calidad y seis sigma*, México, D.F., McGraw Hill Interamericana, 2004, ISBN 970-10-4724-9.
19. HANS-JOACHIM, G.; CHIKÁN, A., «The origins of dynamic inventory modelling under uncertainty: (the men, their work and connection with the Stanford Studies)» *International Journal of Production Economics*, 2001, vol. 71, no. 1-3, pp. 351-363, ISSN 0020-7543.
20. HERNÁNDEZ, S., *Metodología de la Investigación*, 5ta. ed., México D.F., McGraw Hill, 2006, ISBN: 978-970-10-5753-7.
21. CIFUENTES, A. et al., «Diseño e implementación de un modelo piloto de sistema de gestión de inventarios del producto en una empresa de alimentos», [tesis de diploma], Cali (Colombia), Universidad San Buenaventura, 2012.