

**POLÍTICAS DE ABASTECIMIENTO SOSTENIBLES PARA OPTIMIZAR MÁRGENES DE
CONTRIBUCIÓN EN SERVICIOS DE ALIMENTACIÓN Y NUTRICIÓN CHILENOS: UN ESTUDIO
DE CASO**

**SUSTAINABLE SUPPLY POLICIES FOR OPTIMIZATION OF CONTRIBUTION MARGINS IN
FOODSERVICE AND NUTRITION CHILEAN: A CASE STUDY**

Rojas, Fernando

Escuela de Nutrición y Dietética
Facultad de Farmacia, Universidad de Valparaíso,
Valparaíso, Chile
fernando.rojas@uv.cl

Pincheira, Daniela

Escuela de Nutrición y Dietética
Facultad de Farmacia, Universidad de Valparaíso,
Valparaíso, Chile
daniela.pincheira.r@gmail.com

Fecha de Recepción: 29/07/2015 - Fecha de Evaluación: 17/08/2015

RESUMEN

El presente estudio de caso señala la importancia del management de operaciones en el área de abastecimientos de empresas de servicios de alimentación y nutrición chilenas.

Se propuso establecer y evaluar financieramente políticas para el abastecimiento de las materias primas en el sector, para corroborar que pueden ser una fuente de ventaja competitiva sostenible. El trabajo se llevó a cabo por medio de la aplicación de modelos de optimización de los márgenes de contribución de estas empresas, minimizando costos de compra, de almacenar y de ordenar. Los modelos consideran las características de los componentes que conforman los menús o productos finales a demandar por los usuarios del servicio, así como el comportamiento de las tasas de demanda de los componentes en forma independiente. Se realizó una recolección de datos reales durante 27 semanas, con el objeto de estimar el ahorro producido por la política de abastecimiento, y posteriormente se realizó una proyección de 5 años de su operación, para finalmente cuantificar la inversión requerida para llevar a cabo la política, y corroborar su sostenibilidad con una tasa de rentabilidad interna de un 13%.

PALABRAS CLAVE: Abastecimiento; Servicios de Alimentación y Nutrición; Márgenes de Contribución; Características de Componentes; Evaluación Financiera.

“Visión de Futuro” Año 13, Volumen N° 20, N° 1, Enero - Junio 2016 – Pág. 118 - 140

URL de la Revista: <http://revistacientifica.fce.unam.edu.ar/>

URL del Documento: http://revistacientifica.fce.unam.edu.ar/index.php?option=com_content&view=article&id=409&Itemid=88

ISSN 1668 – 8708 – Versión en Línea

ISSN 1669 – 7634 – Versión Impresa

E-mail: revistacientifica@fce.unam.edu.ar

ABSTRACT

This case study highlights the importance of operations management in the area of, supplies of food service companies and Chilean nutrition.

It was proposed to establish and evaluate financial policies for the supply of raw materials in the industry, to verify that they can be a source of sustainable competitive advantage. The work was carried out through the application of optimization models contribution margins of these companies, minimizing costs to purchase, store and sort. The models consider the characteristics of the components that make up the menus or to sue for end users of the service products as well as the behavior of the demand rates of the components independently. A recollection of actual data was performed for 27 weeks, in order to estimate the savings produced by the supply policy, and then a projected 5 years of operation was to finally quantify the investment required to carry out the policy and substantiate their sustainability with internal rate of return of 13%.

KEYWORDS: Supply; Food and Nutrition Services; Contribution Margins; Features Components; financial evaluation.

INTRODUCCIÓN

Los servicios de alimentación y nutrición (SAN) preparan en forma diaria un menú de alimentos o plato de comida basado en materias primas. El producto final elaborado y vendido de los SAN es el menú y las componentes o materias primas forman el surtido de inventario a ser demandado y abastecido. Los menús proporcionados por los SAN están destinados a grupos de personas en regímenes cerrados, tales como colegios, hospitales, instituciones y universidades. Por lo tanto, los menús son estandarizados y definidos bajo consideraciones técnicas. La mayoría de los SAN chilenos pertenecen al grupo de pequeñas y medianas empresas (PYMEs) y sus márgenes de contribución oscilan entre el 25 % y 40 % de sus ventas, según el nivel socioeconómico de los grupos atendidos. Rojas et al. (2015), establecen que el uso de modelos de abastecimiento en SAN optimiza sus márgenes de contribución; sin embargo, no se ha evaluado la viabilidad financiera del uso de estos modelos. Lo anterior hace hipotetizar que el uso de políticas de abastecimiento en SAN serían viables económica y financieramente.

El presente artículo propone una forma de establecer y evaluar financieramente políticas para el abastecimiento de las materias primas en el sector de SAN. El uso de políticas de abastecimiento en el área puede ser una fuente de ventaja competitiva sostenible para el sector.

El trabajo se encuentra dirigido a profesionales del área de operaciones y abastecimiento de los SAN, así como a la comunidad académica que realiza investigación de operaciones.

DESARROLLO

¿Es posible generar una ventaja competitiva sostenible, basada en mejoras del abastecimiento de la industria de SAN? ¿Son replicables en este tipo de servicios, los manejos de esta parte de la cadena de suministros que han resultado exitosos en otras industrias? Este estudio de caso asignó modelos de abastecimiento afines a las materias primas utilizadas en SAN, minimizando la cantidad de materiales a ordenar, así como los costos de almacenamiento y de ordenar, en un horizonte determinado de tiempo, midiendo el impacto positivo y sostenible de los márgenes de contribución de una empresa tipo de este sector, mediante una evaluación financiera.

La literatura respecto del abastecimiento de este sector económico, es poco extensa y circunscrita mayormente al mundo de la hotelería, gastronomía y turismo, pero no directamente en el área de los SAN, los que han mostrado un gran crecimiento en países en desarrollo como Chile. Existe evidencia empírica respecto de varios casos de empresas en los sectores aludidos, y también de otros relacionados a la comercialización de servicios y en el área de productos manufacturados, que han mostrado desarrollo de estrategias de abastecimiento exitosas. Al investigar acerca de cómo se sostiene esta ventaja competitiva generada por mejoras en los sistemas de abastecimiento, encontramos diversos modelos de fuerte base estadística que modelan desde heterogéneos puntos de vista el problema de las adquisiciones de materiales, tal que se logre una política que minimice los costos asociados a las compras, almacenamiento, generación de órdenes de compra, y evitar el desabastecimiento, entre otros. Dichos modelos pueden ser clasificados como deterministas o estocásticos, según el comportamiento de la variabilidad de las tasas de demanda de materiales. Por otra parte, y según la correlación existente entre los componentes que conforman el mix de materiales y como se produce su demanda, estos pueden ser de demanda independiente o correlacionada. Finalmente, existen modelos que centran la optimización de costos en la adaptación de su forma de operar según las características de perecibilidad del material en cuestión.

Para el caso de los SAN, considerando las características anteriores sostenemos que es posible encontrar optimización de los márgenes de contribución, a lograr mediante el uso de modelos de abastecimiento que tomen en cuenta conjuntamente los tipos de materias primas a

abastecer, el comportamiento de sus tasas de demanda, las cuales a su vez son determinadas por las relaciones existentes entre los menús demandados y sus ingredientes.

En Chile, los SAN se consideran pequeñas y medianas empresas (PYME) (Alarcón & Stumpo, 2000). Estos servicios están orientados a desarrollar y/o distribuir preparaciones alimentarias de acuerdo a las especificaciones sanitarias y técnicas, así como, recomendaciones nutricionales nacionales e internacionales. Habitualmente, estas preparaciones son dirigidas a pacientes ambulatorios y hospitalizados, pero también pueden administrarse a usuarios sanos y clientes en general (Marambio, Parker & Benavides, 2005). El aumento en la cantidad de este tipo de servicios ha sido notable, generando una importante fuente de empleo en el país y proporcionando múltiples oportunidades de mercado. Lo anterior se debe a la necesidad de las personas para alimentarse fuera de sus hogares, y la dificultad de desplazamiento desde donde ellos desarrollan su actividad, tales como empresas, fábricas, hospitales públicos y privados, escuelas y universidades. Debido a la diversidad de los servicios, la complejidad de la industria de alimentos ha aumentado considerablemente, lo que hace requerir una gestión más profesional y una regulación de parte de las agencias gubernamentales (MINSAL, 2004).

En la tabla 1, se muestran los márgenes de contribución representativos de la industria, en los servicios más comúnmente trabajados en Chile.

Tabla Nº 1: Márgenes de Contribución representativos de la industria de Servicios de Alimentación y Nutrición en Chile

Servicio	Precio (USD)	Costo (USD)	Margen (USD)	Margen (%)	Variación (%)
Desayunos	2,4	1,2	1,2	50	+ - 10
Almuerzos	3,6	1,7	1,9	53	+ - 20
Emparedados	3	3	1,67	55	+ - 5
Postres	3	1,5	1,5	50	+ - 5

Fuente: Zaldaña & María (2011)

Respecto a la posibilidad de mejorar estas cifras, es posible plantear estrategias generadoras de valor en las empresas, las cuales resulten en actividades primarias y de apoyo, sobre las cuales se sustenten ventajas competitivas sostenibles en el tiempo, generando rentabilidades extraordinarias para las empresas que posicionan su estrategia acorde a la potenciación de fortalezas poco imitables en alguna de estas actividades (Porter, 1996). Es posible encontrar en la logística de entrada y al abastecimiento, actividades clave, primaria y de apoyo respectivamente, características comunes a las de los servicios de alimentación, las cuales han funcionado de buena manera para mantener competitividad en otros sectores, y por ende vale la pena comprender si estas serían replicables en este tipo de servicios (De La Fuente & Muñoz, 2003).

A continuación se revisa la literatura respecto a los principales aspectos a tener en cuenta para el planteo de posibles modelos de abastecimiento en SAN.

Modelos de abastecimiento

Los sistemas de abastecimiento minimizan el costo total de la gestión de inventarios, los que se encuentran en función de los costos variables y directos de las compras, y de los costos indirectos de ordenar y almacenar un lote de compra (Blankley, Khouja & Wiggins, 2008).

Es posible concebir el proceso de producción en SAN, como un módulo donde el producto final (plato a preparar) se pueden ensamblar a partir de componentes estandarizados (materias primas), los cuales son requeridos en base al cumplimiento de especificaciones técnicas, generando una minuta, u orden de ensamble. Dicho enfoque de sistema presenta un reto operacional, debido a que cada orden de ensamble involucra varios componentes en diferentes cantidades, entonces el desabastecimiento de cualquier componente puede causar un retraso en el cumplimiento de la orden. Por lo tanto, el nivel de stock óptimo de uno de los componentes debe ser determinado en relación a los de otros componentes, con el objetivo de asegurar su simultánea disponibilidad (Agrawal & Cohen, 2001).

Entre los autores que utilizan un marco de tiempo continuo, destacan Gallien & Wein (2001), quienes asumen plazos de entrega de componentes en un sistema de ensamblaje para un solo producto sincronizados, es decir, que los componentes se ensamblan en la misma secuencia en la que se piden. Lu & Song (2005), estudiaron la demanda de componentes en un sistema multiproducto, suponiendo que hay una tasa de costo asociada con pedidos atrasados, y ellos formularon un modelo de optimización sin restricciones para reducir al mínimo la espera. Por su parte, Wang (1999) consideró un modelo multivariante de la demanda de componentes, pero con un proceso de suministro con capacidad de cumplimiento para cada componente. La aplicación de los resultados asintóticos desarrollados por Glasserman & Wang (1998), analiza el problema de minimizar el costo promedio de inventarios sujetos a una restricción de velocidad de reabastecimiento. Lu et al (2005), parece ser los primeros en optimizar pedidos pendientes de multiproductos con demanda por lotes. Remitimos al lector a Song & Zipkin (2003) para un estudio más detallado del estado del arte en la investigación sobre los sistemas de ensamblaje de componentes.

En todos los enfoques anteriormente citados, los autores han trabajado con supuestos de distribución de las demandas de los componentes. Note que la demanda de las cantidades de componentes en un sistema como el que enfrentamos, no pueden ser previstas exactamente por

múltiples factores, convirtiéndola en una variable aleatoria, pues la varianza de esta es mayor que cero. Afortunadamente, el comportamiento de variables de este tipo pueden ser descritas adecuadamente por una distribución de probabilidad (Rojas, Leiva, Wanke & Marchant, 2014). Generalmente la distribución Gaussiana (o normal) se ha utilizado para describir el comportamiento de datos de demanda de productos y componentes (Silver & Peterson, 1985). Sin embargo, en muchos casos, la distribución normal puede ser inadecuada para describir el comportamiento de estos datos, por lo que resulta de alta relevancia encontrar el modelo que mejor se acomode a la demanda, usando métodos de bondad de ajuste. (Castro-Kuriss et al., 2010).

En la conceptualización realizada para el presente caso, es posible contar con datos de pronóstico de demanda de componentes de un sistema de ensamble, obtenibles desde la planificación productiva entregada en la minuta, considerando pronóstico para demandas aleatorias o estocásticas de estas materias primas. El estudio anterior permitió asignar modelos de abastecimiento para estos componentes en forma independiente, minimizando la cantidad de materias primas a ordenar, costos de almacenamiento y orden de inventario en un horizonte determinado de tiempo, y evaluar la puesta en marcha de esta política por medio de un estudio técnico de la factibilidad de las inversiones y gastos que requeriría por medio de una evaluación financiera (Sapag, 2003).

Metodología

Registro de requerimientos de materias primas para minutas

Se registraron las siguientes informaciones presentes en una minuta diaria de preparaciones alimentarias de un SAN anónimo de Chile:

- Asignación de una codificación a la minuta diaria de preparación alimentaria (orden de ensamble) durante 6 meses: M_j , donde se identificaron los días de las minutas a preparar, como $j = 1, \dots, 180$. También se codificó el tipo de alimentación dirigida según tipo de público (normal, enfermo crónico, enteral, entre otros), como $p = a, \dots, z$. Entonces, podemos codificar minutas como $M_{j,p}$

- Tasa de consumo de componentes: Entenderemos a la esperanza estadística de las cantidades a utilizar o consumir diariamente para el componente i ($E(Q_i)$), según la distribución de probabilidad de esta variable, como la tasa de consumo diario ó demanda diaria del componente i, \dots, q , a la que denominaremos λ_i . Entonces

$$\lambda_i = E(Q_i) \quad (1).$$

- Variabilidad de la tasa de consumo o demanda del componente i: La que será definida según estadística descriptiva que considere la DS del valor de λ_i (σ_i)

Determinación de indicadores financieros en minutas y costos de componentes

Los ingresos generados por la venta de los tipos de minutas diarias ($M_{j,p}$), se obtuvieron desde la expresión

$$I_{j,p} = P_{i,p} \times QV_{j,p}, \quad j = 1, \dots, 180, \quad (2)$$

donde $I_{j,p}$ es el ingreso en el día j para la minuta codificada como $M_{j,p}$, $P_{i,p}$ es el precio de la minuta tipo p el día j, y $QV_{j,p}$ es la cantidad de minutas de tipo p vendidas el día j.

Los costos de compra de componentes i requeridos por el tipo de minuta diaria ($M_{j,p}$), se obtuvieron aplicando la expresión

$$C_{i,j} = CN_{i,j} \times QA_{i,j}, \quad i = 1, \dots, p, \quad j = 1, \dots, 180, \quad (3)$$

donde $C_{i,j}$ corresponde al costo de compra del componente i el día j, $CN_{i,j}$ es el costo neto del componente i el día j, y $QA_{i,j}$ corresponde a la cantidad abastecida (en datos reales), ó a abastecer en forma óptima como solución del problema.

Los costos de almacenar componentes i requeridos por el tipo de minuta diaria ($M_{j,p}$), se obtuvieron aplicando la expresión

$$CA_{i,j} = (\sum_{k=1}^j CAD_i) / R_{i,j}, \quad i = 1, \dots, p, \quad (4),$$

donde $CA_{i,j}$ corresponde al costo de almacenar el componente i el día j, $R_{i,j}$ corresponde a la cantidad del componente i almacenado durante el día j, y CAD_i corresponde al costo de almacenar un día el componente i, los que se definen en Tabla 2.

Tabla 2: costos involucrados en el almacenamiento diario de un componente (CADi).

Costo de la amortización diaria de las edificaciones y redes para la recepción, el almacenamiento y los despachos, y de los equipos de manipulación, climatización, pesaje, procesamiento de información y medios de almacenamiento.
Costo diario de deterioros, mermas, obsolescencia y pérdidas que sufren los productos en el período de almacenamiento.
Costo diario de embalajes, envases, impresos y materiales de limpieza y oficina en que incurre anualmente el almacén.
Costo diario de energía gastada en el almacén, incluyendo la necesaria para carga de baterías de equipos de manipulación, equipos de climatización y equipos de procesamiento de la información e iluminación.
Costo diario de alquiler de instalaciones y equipos durante el almacenamiento y de comunicaciones, impuestos y seguros.

Fuente: Elaboración propia basada en Morillo (2009)

Los costos de ordenar componentes i requeridos por el tipo de minuta diaria $(M_{j,p})$, se obtuvieron aplicando la expresión

$$CO_{i,j} = (\sum_{h=1}^p COD_h) \times O_{i,j}, \quad i = 1, \dots, p, \quad (5)$$

Donde, $CO_{i,j}$ corresponde al costo de ordenar el componente i el día j , $O_{i,j}$ corresponde a la cantidad de órdenes del componente i durante el día j , y COD_i corresponde al costo de ordenar diarios para el componente i . La suma de COD_i se citan en Tabla 3.

Tabla 3: costos involucrados en la generación diaria de una orden de pedido para el componente i (COD_i)

	Costos diarios administrativos vinculados al circuito de un pedido (insumos y gastos de servicios generales para generación de orden).
	Costos diarios de recepción e inspección (sueldo y leyes sociales del bodeguero) vinculados al circuito de un pedido.
	Costos diarios de transporte exclusivamente vinculados a generar un pedido.

Fuente: Elaboración propia basada en Hernández-González (2011)

Los márgenes de contribución $(MC_{j,p})$ para los tipos de minuta diaria $(M_{j,p})$, se obtuvieron aplicando la expresión (6):

$$MC_{j,p} = I_{j,p} - (\sum_{i=1}^p c_{i,j} + CA_{i,j} + CO_{i,j}), \quad i = 1, \dots, p \quad j = 1, \dots, 180, \quad (6)$$

donde $MC_{j,p}$ corresponde al margen de contribución de la minuta tipo p el día j , $c_{i,j}$, $CA_{i,j}$ y $CO_{i,j}$ se encuentran descritos en (3), (4) y (5) respectivamente.

En el caso de maximizar los márgenes de contribución por medio de los modelos de política de inventarios que se mostrarán en la sección 4.4, la ec. (6), será considerada la función objetivo a maximizar, tal que:

$$\text{Max } [MC_{j,p}] = \text{Max } \{ I_{j,p} - (\sum_{i=1}^p c_{i,j} + CA_{i,j} + CO_{i,j}) \}, \quad i = 1, \dots, p \quad j = 1, \dots, 180, \quad \text{el cual}$$

considera las particularidades de los tipos de componentes que contiene cada minuta para modelar su tasa de demanda y asignar posteriormente el modelo de gestión de inventario correspondiente.

Modelado de la tasa de demanda de componentes variables en las minutas

Para realizar este cálculo, es necesario programar en el software de uso gratuito R-project versión 2.15.3., ocupando el código `life_distributions`. R, el cual contiene comandos para la estimación y ajustes de distribuciones de probabilidad. En segundo lugar, se ejecutó el código informático denominado `analisis.R` para cada componente, realizando un análisis paramétrico para las siguientes distribuciones: Normal, BS, BS-t, Gamma, IG, LN y Weibull. Para cada una de las

distribuciones mencionadas, se obtuvo la estimación de los siguientes parámetros: AIC (criterio de información Akaike), BIC (criterio de información Bayesiano), qq-plot (gráfico cuantil versus cuantil), pp-plot (gráfico probabilidad versus probabilidad), envelopes, test Kolmogorov Smirnov (ks, para verificar normalidad). A través de los envelopes se puede observar el modelo que mejor se ajusta a la cantidad de componentes a demandar, según día y tipo de minuta. De esta manera, y según lo expresado en ec. (1), se obtuvo el valor de la tasa de demanda esperada diaria ($\square_i = E(Q_i)$), para cada componente i.

Asignación de modelos de gestión de inventarios

Según las características del componente i analizado (fruta, verdura, carne, abarrotes), se asignó un modelo de optimización:

a) Modelo para componentes perecederos en un solo período: considera la cantidad necesaria para optimizar el costo de ordenar una unidad menos (generando una escasez temporal), en contraste con ordenar una unidad más (generación de un exceso temporal), basado en la utilización de una razón crítica para el componente i (RCi) dada por la expresión (7):

$$RCi = \frac{C_{ii} - C_{N_{i,j}}}{C_{ii} + C_{A_{i,j}}} \quad (7), \text{ donde } C_{ii} \text{ es el costo de la escasez de una unidad de demanda}$$

insatisfecha para el componente i (el cual incluye el costo de la pérdida de venta y la desconfianza del cliente), $C_{N_{i,j}}$ y $C_{A_{i,j}}$ han sido definidos en (3) y (4), respectivamente. En este modelo, el nivel de servicio óptimo puede ser obtenido desde la expresión (8):

$F(y^o) = RCi$ (8), donde $F(\cdot)$ es la función de distribución acumulada de y^o que representa la cantidad óptima de unidades a ordenar de acuerdo a un período único, aplicable a componentes perecederos, y RCi ha sido definido en (7). Para detalles de este modelo favor revisar Hillier & Lieberman (2005, pp. 961-975).

b) Modelo para componentes no perecibles (de múltiples períodos): considera que la cantidad necesaria para optimizar los costos de compra, de ordenar y de almacenar, basado en la existencia de una cantidad económica de pedido para el componente i (CEPi) y un punto de reordenamiento (r_i), dados por (8) y (9) respectivamente:

$$CEPi = \sqrt{2 \times \Lambda_i \times CO_{i,j} / CA_{i,j}} \quad (8), \text{ donde } CEPi \text{ corresponde a la cantidad}$$

económica de pedido para el componente i, Λ_i corresponde a la la tasa de demanda diaria del componente i, según el tipo de minuta p y día j de la orden de ensamble (definido en 1), $CA_{i,j}$ y $CO_{i,j}$ y están definidos en (4) y (5) respectivamente.

Finalmente, el punto de reordenamiento (r_i), puede expresarse como:

$$r_i = \lambda_i \times l_i + k_q \times \sigma_{D_L} \quad (9), \text{ donde } \lambda_i \text{ está definido en (1), } l_i \text{ corresponde al}$$

tiempo de latencia (lead time) o tiempo transcurrido entre la generación de una orden de compra para el componente i y su disposición real para el ensamble en la preparación de la minuta, en nuestro caso este valor es constante e igual a 3 días, mientras que k_q corresponde a un factor asociado a un determinado nivel de servicio del ciclo, y σ_{D_L} es la desviación standard de las cantidades demandadas durante el tiempo de latencia. Como se ha indicado en (9), es necesario conocer la distribución de la demanda durante el tiempo de latencia para determinar el factor de seguridad k_q (Keaton, 1995; Porras & Decker, 2008). Este factor puede ser establecido mediante el uso de algún percentil asociado con la demanda durante el período de latencia. Para estar protegido frente a cualquier situación inesperada de la logística, generalmente se ha considerado el percentil 95 (Ballou, 2006). En este trabajo utilizaremos la distribución estadística que se ajuste adecuadamente a los datos de la demanda para la obtención de k_q .

a) Modelo de suministro justo a tiempo (jit): considera ordenar la cantidad necesaria de componentes particulares que no tienen posibilidad de almacenamiento, y cubrir exactamente la demanda del momento.

Ahorros en costos de abastecimiento, ordenar y almacenar

Los ahorros obtenidos en los costos de abastecimiento, de ordenar y de almacenar, fueron obtenidos contrastando la suma de los costos de los componentes individuales en un período de seis meses, obtenidos desde la optimización dada por la aplicación a desarrollar, versus los costos reales obtenidos en los mismos períodos.

Inversiones y gastos para llevar a cabo la política de abastecimiento y su evaluación de financiera

Para estimar la inversión requerida, se tomaron en cuenta los requerimientos relacionados con el abastecimiento propuesto para el SAN en cuestión, referidos a volúmenes de almacenamiento requerido, readecuación de instalaciones y equipamientos.

Gastos en Capacitación: Se consideraron gastos en capacitación del personal a cargo de la bodega, con el fin de optimizar las políticas de inventario, y que estas se realicen a cabalidad, además de requerimientos previos que pide las normas técnica, para el personal que estará a cargo de bodega.

Proyección de ventas y costos

En base a las series cronológicas de 6 meses de los datos de márgenes obtenidos desde el estudio empírico, se utilizó un modelo de proyección de promedio móvil trimestral (PMT_i):

$$PMT_i = \frac{\sum_{t=1}^n T_i}{n} \quad (10), \text{ donde } T_i \text{ es el valor que adopta la}$$

sumatoria diaria durante un período mensual de la variable $MC_{j,p}$, definida en 6), en cada periodo i (meses) y n es el número de los periodos de la media móvil de 3 meses. Sobre esta base se efectuó una proyección para los próximos 5 años, considerando un crecimiento de ingresos y costos de un 5% anual, ligados a la variación de los precios de venta indexados al IPC (índice de precios al consumidor) del país.

Estimación de la tasa de evaluación de la sustentabilidad de la política de abastecimiento

Para determinar esta tasa se utilizó el método de costo ponderado capital con el fin de determinar el porcentaje requerido por los costos de cada una de las fuentes de financiamiento, ya sea por capital propio o de terceros. Para obtener los costos relativos a cada una de las fuentes de financiamiento, se ponderaron de acuerdo a la proporción de los costos, según la expresión 11:

$$K'_{o} = k_d(1-t) \frac{D}{V} + k_e \frac{P}{V} \quad (11), \text{ Donde } D \text{ es el monto de la}$$

deuda del servicio en cuestión, P el monto del patrimonio, V el valor de los activos de la empresa en el mercado, K_d es el costo de la deuda y K_e es la rentabilidad exigida del capital propio. El resultado que obtuvimos es un porcentaje, que fija un criterio de aceptación para cualquier retorno de un valor de flujos futuros proyectados descontados a esta tasa, que sean un valor actual neto (VAN) positivo y que porcentualmente sean superiores a esta exigencia mínima de tasa interna de retorno (TIR). (ver Sapag, 2003).

Resultados

En la Tabla 4, se despliega un resumen de los resultados estadísticos y del modelo de abastecimiento usado para los 89 componentes del mix de inventarios del SAN. Este resumen indica, la distribución estadística que mejor ajusta los datos de demanda de cada componente, la cantidad óptima de reposición y el ROP obtenido al aplicar el modelo de inventario. Hemos obtenido que 46 de los productos del mix de inventarios se ajustaron al modelo de productos precederos de un solo período (perecibles), 39 al modelo EOQ sin escasez y 4 al modelo JIT, lo que indica que el inventario total se compone en su mayoría de productos del tipo perecederos (en su mayoría frutas y verduras).

Tabla 4. Resumen de los parámetros de modelos de abastecimiento de los 89 componentes del mix de inventarios del servicio

ID	Componente	Modelo de inventario usado	Tasa de demanda $\bar{\mu}_i$ (componentes consumidos/días)	Distribución estadística de la demanda	CEP _i sin escasez (cantidad optimizada sin escasez)(unidad o kg)	y° (cantidad optimizada del modelo para productos perecederos)(unidad o kg)	ROP (unidad o kg)
P1	Aceite	CEP sin escasez	8,64	BS-t	2127,02		39,77
P2	Acelga	Perecible	57,86	Lognormal		265,45	173,58
P3	Ajo	Perecible	15,81	lognormal		25,22	47,42
P4	Apio	Perecible	11,53	BS-t		18,14	34,60
P5	Arroz	CEP sin escasez	29,22	Lognormal	3910,76		245,24
P6	Arvejas congeladas	Perecible	8,80	BS-t		15,86	26,39
P7	Avena	CEP sin escasez	4,00	Constante			12,00
P8	Azúcar	CEP sin escasez	3,00	BS-t	1253,03		123,46
P9	Bavarois	CEP sin escasez	4,00	Constante			12,00
P10	Betarraga	Perecible	22,78	BS-t		34,27	68,34
P11	Bidón pulpa	CEP sin escasez	1,00	Constante			3,00
P12	Brócoli	Perecible	14,24	Lognormal		20,80	42,73
P13	Carne molida	Perecible	21,96	Lognormal		14,79	65,88
P14	Choclo americano	Perecible	189,51	Lognormal		378,80	568,53
P15	Choclo congelado	Perecible	11,51	BS-t		17,71	34,53
P16	Chorizo	Perecible	27,28	Lognormal		19,19	81,83
P17	Ciruela	Perecible	14,87	BS-t		22,30	44,60
P18	Ciruelas secas	Perecible	3,00	Constante		65,58	9,00
P19	Coliflor	Perecible	18,61	BS-t		26,95	55,83
P20	Concentrado de ave	CEP sin escasez	1,00	Constante			3,00
P21	Concentrado de tomate	CEP sin escasez	1,00	Constante			3,00
P22	Concentrado de vacuno	CEP sin escasez	1,00	Constante			3,00
P23	Crema de espárragos	CEP sin escasez	3,87	Lognormal	1423,22		8,48
P24	Crema de verduras	CEP sin escasez	3,60	Lognormal	1372,22		6,63
P25	Crema sin sal	CEP sin escasez	0,88	BS-t	679,18		2,51
P26	Cremell	CEP sin escasez	4,00	Constante			12,00
P27	Durazno	Perecible	25,27	BS-t		37,44	75,80
P28	Fideos cabellos	CEP sin escasez	2,37	Lognormal	1113,12		11,54

P29	Fideos espirales	CEP sin escasez	45,91	BS-t	4901,82	687,76
P30	Fideos mostaccioli	CEP sin escasez	43,03	Lognormal	4745,61	94,86
P31	Flan con leche	CEP sin escasez	3,65	Lognormal	1382,01	7,24
P32	Ganso	Percible	84,86	Lognormal		40,61 254,58
P33	Habas	Percible	10,00	BS-t		10,03 30,00
P34	Harina	CEP sin escasez	7,07	Lognormal	1923,68	27,96
P35	Huevo	Percible	92,07	BS-t		159,25 276,20
P36	Jalea	CEP sin escasez	1,46	Lognormal	872,95	3,96
P37	Jardinera	Percible	9,81	BS-t		17,60 29,43
P38	Jugo de limón	CEP sin escasez	11,22	Lognormal	2423,32	28,53
P39	Leche asada	CEP sin escasez	4,00	Constante		12,00
P40	Leche nevada	CEP sin escasez	4,00	Constante		12,00
P41	Leche TKF	CEP sin escasez	2,12	Lognormal	1054,43	8,13
P42	Lechuga	Percible	47,42	Lognormal		78,43 142,27
P43	Lentejas	CEP sin escasez	32,61	Promedio	4131,08	42,29
P44	Maicena	CEP sin escasez	2,14	Lognormal	1058,98	4,64
P45	Manjar	CEP sin escasez	4,00	Constante		12,00
P46	Manzana	Percible	20,38	BS-t	31,68	61,14
P47	Margarina	Percible	2,07	Lognormal	3,75	6,22
P48	Melón	Percible	10,45	Lognormal	16,99	31,36
P49	Merengue	CEP sin escasez	1,00	Constante		3,00
P50	Merluza	JIT	80,39	BS-t	80,39	241,16
P51	Morrón	Percible	10,75	Lognormal	13,60	32,26
P52	Mortadela lisa	Percible	5,33	Lognormal	5,30	16,00
P53	Mote	CEP sin escasez	1,50	Constante		4,50
P54	Mousse	CEP sin escasez	4,00	Promedio		12,00
P55	Naranja	Percible	19,85	BS-t	29,36	59,56
P56	Natilla	CEP sin escasez	4,00	Constante		12,00
P57	Palta	Percible	13,27	Lognormal	16,31	39,82
P58	Pan batido	JIT	1,00	Constante		1,00
P59	Pan bollo	JIT	23,21	Lognormal	3485,25	44,56
P60	Pan hallulla	JIT	2,00	Moda		6,00
P61	Papas	Percible	93,48	Lognormal	198,92	280,43
P62	Pechuga de ave	Percible	98,06	Lognormal	22,34	294,19
P63	Pepino ensalada	Percible	45,78	BS-t	68,23	137,34
P64	Pera	Percible	15,05	BS-t	21,23	45,15
P65	Perejil	Percible	11,01	Lognormal	14,05	33,02
P66	Plátano	Percible	17,98	Lognormal	28,28	53,93

P67	Porotos blancos	CEP sin escasez	5,04	BS-t	1624,42	142,86
P68	Porotos granados congelados	CEP sin escasez	1,00	Constante		3,00
P69	Porotos verdes congelados	Percible	7,67	BS-t	11,91	23,00
P70	Pulpa de cerdo	Percible	68,21	Promedio	34,16	204,62
P71	Puré instantáneo	CEP sin escasez	3,37	Lognormal	1327,98	16,50
P72	Quesillo	Percible	10,00	BS-t	11,34	29,99
P73	Queso gauda	Percible	4,28	Lognormal	6,93	12,83
P74	Repollo	Percible	3,67	Promedio	5,69	11,02
P75	Sal	CEP sin escasez	2,35	Lognormal	1109,04	4,99
P76	Sal en sachet	CEP sin escasez	1,00	Constante		3,00
P77	Salsa postre	CEP sin escasez	1,00	Constante		3,00
P78	Sandía	Percible	4,80	Lognormal	7,52	14,41
P79	Sémola	CEP sin escasez	2,93	Lognormal	1238,76	10,34
P80	Spaghetti	CEP sin escasez	39,19	Lognormal	4529,10	216,61
P81	Surtido de mariscos	Percible	16,83	Promedio	18,36	50,50
P82	Tapapecho	Percible	39,53	Lognormal	27,33	118,60
P83	Tomate	Percible	35,78	BS-t	56,62	107,35
P84	Uva	Percible	17,70	Lognormal	27,02	53,09
P85	Vienesas	Percible	27,31	Lognormal	20,18	81,94
P86	Vinagre	CEP sin escasez	2,94	Lognormal	1240,52	6,24
P87	Zanahoria	Percible	18,08	Lognormal	33,08	54,23
P88	Zapallo	Percible	26,55	Lognormal	20,97	79,64
P89	Zapallo italiano	Percible	135,92	Lognormal	276,62	407,77

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 5 se presentan los cambios en los costos de almacenamiento anuales y unitarios de los sistemas de abastecimiento real y propuesto. Los costos de almacenamiento se ven disminuidos en un 23,7%, lo que se traduce en un importante ahorro gracias al mejoramiento obtenido por el uso de los modelos de inventarios.

En la Tabla 6 se muestran los cambios en los costos de ordenar anuales y semanales en los sistemas de abastecimiento reales y propuesto. En los costos de ordenar se produce una reducción de un 40% de las órdenes de pedido producto del mejor manejo del abastecimiento y política de inventarios.

Tabla 5. Diferencias entre los costos de almacenamiento anuales y unitarios de los sistemas de abastecimiento indicados

Costos de almacenamiento (CAD_i)	Abastecimiento real			Abastecimiento propuesto		
	CAD(a) (\$)¹	CAD (s) (\$)²	CAD(ua) (\$)³ (para 255.480 unidades/año)	CAD(a) (\$)	CAD(s) (\$)	CAD(ua) (\$) (para 251.668 unidades/año)
CAD_1	1313772,5	25266,7	5,2	1313772,5	25266,7	5,2
CAD_2	5507733,0	105917,9	21,5	2753868,9	52961,3	11,0
CAD_3	851120,6	16365,9	3,3	851120,6	16365,9	3,3
CAD_4	3638136,2	69966,4	14,3	3638136,2	69966,4	14,3
CAD_5	303176,4	5828,9	1,0	303176,4	5828,9	1,4
Total	116139,8	223345,7	45,3	8860074,7	170384,4	35,3

donde CAD_i es el costo prorrateado por unidades totales almacenadas en un año (Morillo, 2009).

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 6. Diferencias entre los costos de ordenar anuales y semanales en los sistemas de abastecimiento indicados

Costos de ordenar (COD_i)	Costos sistema de abastecimiento real (\$)	Costos sistema de abastecimiento propuesto (\$)
COD_1	242540,2	145523,2
COD_2	2728602,2	1637159,4
COD_3	4850846,7	2910506,1
Costo de ordenar total anual	7821993,9	4693193,5
Cantidad de ordenes/mes	20,00	12
Costo de ordenar/pedido	32588,6	32588,6

donde COD_i es el costo prorrateado por cantidad de órdenes semanales involucrados en la generación de una orden de pedido (Hernández-González, 2011).

Fuente: Elaboración Propia

Las inversiones a realizar para evaluar la sustentabilidad de la política de abastecimiento propuesta, dependieron del cálculo de las dimensiones y los requerimientos de las zonas de almacenamiento, las cuales fueron realizadas para las cantidades máximas de abastecimiento de cada componente, en relación a la optimización del stock planteadas, ver Tabla 7.

- 1 CA(a) (\$) es el costo de almacenamiento anual en \$.
- 2 CA(s) (\$) es el costo de almacenamiento semanal en \$.
- 3 CA(ua) (USD\$) es el costo de almacenamiento unitario anual en \$.

Tabla 7. Dimensiones para cada zona de almacenamiento en Kg

Zona	Kg de Alimentos
Bodega	58675
Vitrinas refrigeradas	96
Congeladores	505
Cámara de drío	1842
Total	61118
Toneladas	61
Toneladas/M ³	61

Fuente: Elaboración propia

A continuación en Tabla 8, se muestra el presupuesto de la remodelación (en pesos chilenos), necesario para la implementación del sistema de optimización y políticas de inventario.

Tabla 8. Presupuesto remodelación necesario para sistema de optimización y política de inventarios

DETALLE	CANTIDAD (unidades)	PRECIO (unidades)	TOTAL
tabique metalcom montante 38 x 38 x 6 x250 cm	58	\$ 1.000,00	\$ 58.000,00
tabique metalcom canal 29x20x5x300 cm	85	\$ 798,00	\$ 67.830,00
volcanita 15 mm 129 x 240 yeso carton rh paredes (plancha)	50	\$ 16.090,00	\$ 804.500,00
volcanita 15 mm 120x240 yeso carton rh techo (plancha)	22	\$ 16.090,00	\$ 353.980,00
tornillos cabeza de lenteja 1/2 "punta broca de 8x1 caja de 100 pulgadas	10	\$ 664,00	\$ 6.640,00
tabique montante techo 38 x38 x6 x5x 250 cm	30	\$ 788,00	\$ 23.940,00
tabique canal 39x20x5x300 cm	41	\$ 1.000,00	\$ 41.000,00
piso rollo astatico	48	\$ 7.990,00	\$ 383.520,00
puerta wood'strancura pino oregon 4.5 mmx80cm x 2 cm	2	\$ 42.990,00	\$ 85.980,00
cerradura embutida d1113oficina cromada	1	\$ 17.190,00	\$ 17.190,00
cerradura tubular y815 dormitorio acero inoxidable	1	\$ 16.390,00	\$ 16.390,00
steelocl bisagra l84 2 1/2"x2.1/2"pasador suelto 2 unidades	2	\$ 1.790,00	\$ 3.580,00
esmalte al agua blanco 40 mt2	6	\$ 6.086,00	\$ 36.516,00
cinta fibra vidrio autoadhesiva para jultas 5cm x 45 mm	20	\$ 1.120,00	\$ 22.400,00
pasta muro lisa interior (galón)	10	\$ 2.950,00	\$ 29.500,00
		TOTAL	\$ 1.950.966,00
		%E.M 0.03	\$ 294.375,00
		TOTAL FINAL	\$ 2.245.341,00

Fuente: Elaboración Propia

A continuación en Tabla 9 se muestra la inversión en equipamiento necesario y su valorización en peso chileno.

Tabla 9. Inversión en equipamiento

Equipamiento	Cantidad Requerida	Costo Unitario	Costo	TOTAL + IVA
cámara de refrigeración	1	\$ 4.825.260,00	\$ 4.825.260,00	\$ 5.742.059,40
estante zincado 120 x60 modelo EZ-120	13	\$ 119.000,00	\$ 1.547.000,00	\$ 1.840.930,00
estante zincado 90x60 modelo EZ-90	5	\$ 101.150,00	\$ 505.750,00	\$ 601.842,50
cooler refrigerado 1 puerta	2	\$ 261.800,00	\$ 523.600,00	\$ 623.084,00
congelador horizontal 120 ltrs	2	\$ 190.400,00	\$ 380.800,00	\$ 453.152,00
TOTAL				\$ 9.261.067,90

Fuente: Elaboración Propia

A continuación en Tabla 10 se presenta un esquema anual de las capacitaciones según su valor, acorde a los temas a tratar. El valor de cada Hora está calculado según hora SENCE (Servicio Nacional de Capacitación Empresarial), en \$5000 máximo por participante, en cursos de capacitación presencial.

Tabla 10. Esquema de capacitación valorizado

Mes 1	4 Horas	\$20.000 pesos
Mes 2	2 Horas	\$10.000 pesos
Meses siguientes	1 Hora/mes	\$5.000 pesos
Anual	16 Horas	\$80.000 pesos

Fuente: Elaboración Propia

Finalmente, la proyección de ahorros (ingresos) en pesos chilenos (\$), según tasa de cambio vigente se realizó con series cronológicas de los datos empíricos obtenidos por la comparación de situaciones con y sin política de abastecimiento implementada, los que nos proporcionaron datos reales de seis meses, en base a ello se utilizó modelo de promedio móvil trimestral (PMT). El resultado para los primeros 12 meses fue el expresado a continuación en Tabla 11:

Tabla 11. Proyección de ahorros del primer año con la política de inventarios propuesta

MES	INGRESO
1	-\$ 5.755.810,00
2	\$ 2.373.215,00
3	\$ 1.443.261,00
4	\$ 1.639.712,00
5	\$ 2.783.878,00
6	\$ 1.642.819,00
7	-\$ 192.116,00
8	-\$ 1.676.997,00
9	\$ 1.890.923,00
10	\$ 1.523.960,00

11	\$ 2.201.614,00
12	\$ 2.208.988,00
TOTAL	\$ 10.083.447,00

Fuente: Elaboración Propia

El resultado de ahorros (ingresos) proyectado para los 5 años de evaluación fue el expresado a continuación en Tabla 12:

Tabla 12. Ahorros proyectados en 5 años con la política de inventarios propuesta

Año	Ingreso
1	\$ 10.083.451,00
2	\$ 11.348.422,00
3	\$ 11.583.755,00
4	\$ 12.135.558,00
5	\$ 12.890.666,00
TOTAL	\$ 58.041.852,00

Fuente: Elaboración propia

La tasa de evaluación de la sostenibilidad de la política de abastecimiento a implementar se situó en un 12,16%, dados los siguientes antecedentes encontrados:

Tasa de financiamiento	<i>kd</i>	8%
Tasa impositiva	(1-t)	81%
Relación deuda/activos totales	D/V	0,33333333
Rasa del dueño	<i>ke</i>	15%
Relación patrimonio/total de activos	P/V	0,66666667

El resultado de VAN para este proyecto con flujos estimados para un periodo de 5 años es de \$147.895,50 pesos. Por lo tanto la inversión producirá ganancias por encima de la rentabilidad exigida. Mientras que el resultado de TIR para este proyecto es de un 13%, al ser mayor a la tasa exigida, por lo que el proyecto debe aceptarse. A continuación en Tabla 13 se muestran los flujos de caja calculados para la evaluación del proyecto de inversión para el primer año, y un proyectado a 5 años plazo (Tabla 14), considerando los valores diferenciales de la situación con y sin proyecto

Tabla 13. Flujos de caja de los 12 primeros meses con la política de inventarios propuesta

	Mes 0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ingreso		\$ 5.755.810,00	\$ 2.373.215,00	\$ 1.443.261,00	\$ 1.639.712,00	\$ 2.783.878,00	\$ 1.642.819,00	\$ -192.116,00	\$ -1.676.997,00	\$ 1.890.923,00	\$ 1.523.960,00	\$ 2.201.614,00	\$ 2.208.988,00
Inversión Inicial	\$ 12.656.408,90												
Sueldo Bodeguero		\$ 360.000,00	\$ 360.000,00	\$ 360.000,00	\$ 360.000,00	\$ 360.000,00	\$ 360.000,00	\$ 360.000,00	\$ 360.000,00	\$ 360.000,00	\$ 360.000,00	\$ 360.000,00	\$ 360.000,00
Capacitación		\$ 20.000,00	\$ 10.000,00	\$ 5.000,00	\$ 5.000,00	\$ 5.000,00	\$ 5.000,00	\$ 5.000,00	\$ 5.000,00	\$ 5.000,00	\$ 5.000,00	\$ 5.000,00	\$ 5.000,00
Seguro		\$ 125.000,00	\$ 125.000,00	\$ 125.000,00	\$ 125.000,00	\$ 125.000,00	\$ 125.000,00	\$ 125.000,00	\$ 125.000,00	\$ 125.000,00	\$ 125.000,00	\$ 125.000,00	\$ 125.000,00
Depreciación		\$ 114.597,92	\$ 123.567,00	\$ 123.567,00	\$ 123.567,00	\$ 123.567,00	\$ 123.567,00	\$ 123.567,00	\$ 123.567,00	\$ 123.567,00	\$ 123.567,00	\$ 123.567,00	\$ 123.567,00
Interes		\$ 27.333,00	\$ 26.961,00	\$ 26.587,00	\$ 26.210,00	\$ 25.830,00	\$ 25.448,00	\$ 25.064,00	\$ 24.677,00	\$ 24.287,00	\$ 23.895,00	\$ 23.500,00	\$ 23.120,00
Utilidad antes de impuesto		\$ 6.402.740,92	\$ 1.727.687,00	\$ 803.107,00	\$ 999.935,00	\$ 2.144.481,00	\$ 1.003.804,00	\$ -830.747,00	\$ -2.315.241,00	\$ 1.253.069,00	\$ 886.498,00	\$ 1.564.547,00	\$ 1.572.301,00
impuesto			\$ 328.260,53	\$ 152.590,33	\$ 189.987,65	\$ 407.451,39	\$ 190.722,76			\$ 238.083,11	\$ 168.434,62	\$ 297.263,93	\$ 298.737,19
Utilidad después de impuesto		\$ 6.414.709,54	\$ 1.399.426,47	\$ 650.516,67	\$ 809.947,35	\$ 1.737.029,61	\$ 813.081,24	\$ -830.747,00	\$ -2.315.241,00	\$ 1.014.985,89	\$ 718.063,38	\$ 1.267.283,07	\$ 1.273.563,81
Depreciación		\$ 123.566,54	\$ 123.566,54	\$ 123.566,54	\$ 123.566,54	\$ 123.566,54	\$ 123.566,54	\$ 123.566,54	\$ 123.566,54	\$ 123.566,54	\$ 123.566,54	\$ 123.566,54	\$ 123.566,54
Amortización		\$ 55.800,00	\$ 56.172,00	\$ 56.546,00	\$ 56.923,00	\$ 57.303,00	\$ 67.685,00	\$ 58.069,00	\$ 58.457,00	\$ 58.846,00	\$ 59.239,00	\$ 59.633,00	\$ 60.031,00
Flujo de caja neto	\$ 12.656.408,90	\$ 6.346.943,00	\$ 1.466.821,01	\$ 717.537,21	\$ 876.590,89	\$ 1.803.293,15	\$ 868.962,78	\$ -765.249,46	\$ -2.250.131,46	\$ 1.079.706,43	\$ 782.390,92	\$ 1.331.216,61	\$ 1.337.099,35
Valor Actual Neto	\$ 14.528.686,00												

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14. Flujos de caja proyectado a 5 años con la política de inventarios propuesta

Año	0	1	2	3	4	5
Ingreso		\$ 10.083.451,00	\$ 11.348.422,00	\$ 11.583.755,00	\$ 12.135.558,00	\$ 12.890.666,00
Inversión Inicial	\$ 12.656.408,90					
Sueldo Bodeguero		\$ 4.320.000,00	\$ 4.341.600,00	\$ 4.363.308,00	\$ 4.385.124,54	\$ 4.407.050,16
Capacitación		\$ 315.000,00	\$ 315.000,00	\$ 315.000,00	\$ 315.000,00	\$ 315.000,00
Seguro		\$ 1.500.000,00	\$ 1.500.000,00	\$ 1.500.000,00	\$ 1.500.000,00	\$ 1.500.000,00
Depreciación		\$ 1.482.789,00	\$ 1.482.789,00	\$ 1.482.789,00	\$ 1.482.789,00	\$ 1.482.789,00
Pago capital		\$ 694.704,00	\$ 752.364,00	\$ 814.811,00	\$ 882.440,00	\$ 955.683,00

“Visión de Futuro” Año 13, Volumen N° 20, N° 1, Enero - Junio 2016 – Pág. 118 - 141

URL de la Revista: <http://revistacientifica.fce.unam.edu.ar/>

URL del Documento: http://revistacientifica.fce.unam.edu.ar/index.php?option=com_content&view=article&id=409&Itemid=88

ISSN 1668 – 8708 – Versión en Línea

ISSN 1669 – 7634 – Versión Impresa

E-mail: revistacientifica@fce.unam.edu.ar

Utilidad antes de Impuesto		\$ 1.770.958,00	\$ 2.956.669,00	\$ 3.107.847,00	\$ 3.570.204,46	\$ 4.230.143,84
Impuesto		\$ 336.482,02	\$ 561.767,11	\$ 590.490,93	\$ 678.338,85	\$ 803.727,33
Utilidad después de impuesto		\$ 1.434.475,98	\$ 2.394.901,89	\$ 2.517.356,07	\$ 2.891.865,61	\$ 3.426.416,51
Depreciación		\$ 1.482.789,00	\$ 1.482.789,00	\$ 1.482.789,00	\$ 1.482.789,00	\$ 1.482.789,00
Amortización		\$ 302.920,00	\$ 245.235,00	\$ 182.788,00	\$ 115.161,00	\$ 41.917,00
Flujo de caja Neto	-\$ 12.656.408,90	\$ 2.614.344,98	\$ 3.632.455,89	\$ 3.817.357,07	\$ 4.259.493,61	\$ 4.867.288,51
Valor Actual Neto	\$ 701.280,15					
Tasa Interna de Retorno	14%					

Fuente: Elaboración Propia

Discusión

Nuestros resultados se encuentran en concordancia con lo mencionado por algunos autores como Ramanathan (2006), quien, ocupando modelos de programación lineal, relacionó la minimización de costos de inventarios a una maximización de los márgenes de contribución, en productos llamados críticos o de clasificación A de inventarios, los que corresponden a aproximadamente un 20% de referencias del total de productos que componen el mix, y que son responsables en una proporción de aproximadamente 80% del margen de contribución total observado. En el caso de los SAN, los modelos usados ajustaron mayoritariamente a frutas y verduras, que son productos perecederos con márgenes de contribución unitarios de mayor cuantía, y que pueden ser considerados críticos en este mix de productos. Con respecto a las cantidades de productos que optimizan los márgenes de contribución totales por absorción, es importante comentar que, para el ajuste a modelo EOQ sin escasez, éstas son considerablemente mayores que la tasa de demanda, debido a que los productos se pueden almacenar por un tiempo indefinido, sin producirse mermas por vencimiento, condición que se aprovecha para disminuir el costo en el que se incurre cuando se genera una orden. Los productos que se ajustan al modelo de bienes perecederos de un solo período presentan una cantidad optimizada similar a su tasa de demanda. Esto se explica debido a que éstos son productos que tienen un período de caducidad (frutas, verduras y carnes), que no permite que sean almacenados por un período de tiempo prolongado, por lo que el modelo de ajuste es bastante acertado para este tipo de productos, ya que su reposición es acotada y considera niveles mínimos de stock en el almacenamiento. Sólo un mínimo (alrededor de un cinco por ciento del total) de los productos se ajustan a una reposición de tipo JIT, en donde la cantidad a pedir es igual a la cantidad a ocupar. Por tanto, la reposición de productos ocurre en el momento en que se va a utilizar este producto, es decir, como la demanda no varía, las cantidades a pedir son las mismas, motivo por el que no es posible optimizar la utilidad en estos productos (Hillier & Lieberman, 2005).

En la primera semana del estudio, pudimos identificar que existía una diferencia considerable entre ambos márgenes de contribución totales semanales, lo que se explica debido a la cantidad de productos que se debe abastecer, dado principalmente por los productos que se ajustan al modelo EOQ sin escasez, ya que se produce un pedido inicial que es incluso capaz de solventar todo el período de estudio en algunos productos, minimizando los costos directos e indirectos asociados en las semanas posteriores. Es importante destacar que los modelos de inventario usados en este estudio se basan en la minimización de los costos de compra, de almacenar y de ordenar, los que generan una eficiencia válida para productos que finalmente obtienen ganancias o márgenes de contribución variables que son positivos (Hillier & Lieberman, 200). Por este motivo, los productos que cuentan con márgenes de contribución variables con valores negativos debieran ser tratados por medio de modelos que consideren esta condición, debido a que en este rubro se debe cumplir con ciertas exigencias básicas que se encuentran estipuladas en las bases de licitación de las concesiones, lo que obliga a la empresa a utilizar alguno de estos productos.

Vale la pena destacar también que, aunque hemos logrado una importante mejora en los márgenes de contribución de un servicio de alimentación chileno (aumento del 7,7% en los márgenes de contribución y una reducción de 27% y 40% en los costos de almacenar y ordenar, respectivamente), mediante el uso un sistema de abastecimiento y política de inventarios basado en modelos de inventarios con demanda aleatoria, aún quedan algunos aspectos estadísticos y de modelado que pueden ser mejorados. Por ejemplo, es posible explorar el uso de modelos que consideren dependencia estadística en el tiempo y entre productos.

CONCLUSION

Los resultados de este estudio indican la importancia de incluir modelos de abastecimiento y política de inventarios que consideren aspectos estadísticos en su ajuste para el área de logística de las compañías. Estos modelos deben ajustarse según la demanda probabilística de productos en servicios de alimentación, con la posibilidad de automatizar la gestión de abastecimiento, mejorando la toma de decisiones. La disminución de los costos indirectos de almacenamiento y de ordenamiento son un argumento válido para afirmar que, ocupando los modelos de inventario descritos en este trabajo, es posible constituir sistemas de abastecimiento y política de inventarios acordes al tipo de productos manejados en los servicios de alimentación, teniendo una mejora en la sistematización de las necesidades de la unidad productiva y rentabilizando la gestión. Este resultado se logró mediante una intervención que redundó en la mejora del abastecimiento y la

política de inventario del servicio de alimentación. La disminución de los costos variables directos e indirectos que se absorben en los márgenes de contribución, se logró mediante el uso de estos modelos en la minimización de los costos totales del inventario, generando un margen mayor, atribuible al buen modelado de la demanda de los productos. Es posible validar las mejoras en la gestión logística por medio de la aplicación de una adecuada proyección de la puesta en marcha de esta política de abastecimiento, obteniendo un margen mayor de contribución total por absorción de costos, en forma sostenible en el tiempo, aun absorbiendo las inversiones y gastos que la implementación de esta pudiera requerir.

REFERENCIAS

- Agrawal, M., Cohen, M. (2001) Optimal material control and performance evaluation in an assembly environment with component commonality. *Naval Research Logistics*, 48, 409–429.
- Alarcón, C., Stumpo, G. (2000) Pequeñas y medianas empresas industriales en Chile. *Red de reestructuración y competitividad. Serie desarrollo productivo. CEPAL-Eclac*, 78:5-61.
- Ballou, R.H. (2006). *Gerenciamento da cadeia de suprimentos: logística empresarial*. 5th ed. Bookman, Porto Alegre.
- Blankley, A., Khouja, M., Wiggins, C. (2008) An investigation into the effect of full-scale supply chain management software adoptions on inventory balances and turns. *Journal of Business Logistics*, 29, 201-224.
- Castro-Kuriss, C., Kelmansky, D., Leiva, V., Martínez, E., (2010) On a goodness-of-fit test for normality with unknown parameters and type-II censored data. *Journal of Applied Statistics*, 37, 1193-1211.
- De La Fuente, M., & Muñoz, C. (2003). *Ventaja competitiva: actividades o recursos*. *Panorama socioeconómico*, 26, 3.
- Gallien, J., Wein, L. (2001) A simple and effective component procurement policy for stochastic assembly systems. *Queueing Systems*, 38, 221–248.
- Glasserman, P., Wang, Y. (1998) Lead time-inventory tradeoffs in assemble-to-order systems. *Operations Research*, 46, 858–871.
- Hernández-González, C.J. (2011) Propuesta de metodología para la gestión del reabastecimiento en la empresa Astilleros del Oriente. *Anuario Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales*, 2, 53-60.
- Hillier F, Lieberman GJ (2005) *Introduction to Operational Research*. McGraw Hill: New York

- Keaton, M. (1995). Using the gamma distribution to model demand when lead time is random. *Journal of Business Logistics*, 16, 107-131.
- Lu, Y., Song, J-S., Yao, D.D. (2005) Backorder minimization in multiproduct assemble-to-order systems. *IIE Transaction*, 37, 763-774.
- Lu, Y., Song, J.S. (2005) Order-based cost optimization in assemble to-order systems. *Operations Research*, 53, 151-169.
- Marambio, M., Parker, M., Benavides, X. (2005) Food and Nutrition Service: Technical Guideline. Ministry of Health, Santiago, Chile (in Spanish). <http://www.redsalud.gov.cl/archivos/alimentosynutricion/inocuidad/normaalimentacionnutricion2005final.pdf>
- MINSAL (2004) Agreement hygienic for food services. Ministry of Health, Santiago, Chile (in Spanish). <http://www.redsalud.gov.cl/archivos/alimentosynutricion/inocuidad/APLserviciosdealimentacionversionfinal.pdf>.
- Morillo, M. (2009) Costos del servicio de alimentos y bebidas en establecimientos de alojamientos turísticos. *Visión Gerencial*, 2, 304-327.
- Porras, E., Dekker, R. (2008). An inventory control system for spare parts at a refinery: an empirical comparison of different re-order point methods. *European Journal of Operational Research*, 184, 101-132.
- Porter, M. (1996). "What is Strategy?" *Harvard Business Review* (74): 61-80.
- Ramanathan R (2006) ABC inventory classification with multiple-criteria using weighted linear optimization. *Comp Oper Res* 33:695-700
- Rojas, F. Leiva, V. Wanke, P., Marchant, C. (2015) "Optimization of a contribution margin foodservice, by modeling the demand for independent components". *Revista Colombiana de Estadística*, 38:1, 1-30.
- Sapag N. & Sapag, R.2003. Preraración y evaluación de proyectos: McGraw-Hill/Interamericana de Mexico, S.A., DF, 408 pp.
- Silver, E.A., Peterson, R. (1985). *Decision systems for inventory management and production planning*. John Wiley and Sons, New York.
- Song, J.S., Zipkin, P. (2003) Supply chain operations: assemble to-order systems. In "Supply Chain Management", De Kok, T., Graves, S. (eds.), North-Holland, Amsterdam, The Netherlands, Ch. 11.
- Wang, Y. (1999) Near-optimal base-stock policies in assemble-to-order systems under service levels requirements. Preprint, MIT Sloan School, MIT, Cambridge, MA.

Zaldaña, A., & María, A. (2011). Plan de Negocios para la Elaboración de Jugos Naturales a Base de Frutas y Hortalizas.

RESUMEN BIOGRÁFICO

Fernando Rojas Zúñiga

Es Químico-Farmacéutico de la Universidad de Valparaíso, Chile; Magíster en Gestión de Organizaciones de la Universidad del Desarrollo, Chile; Master in Management Science de la Universidad Adolfo Ibañez, Chile; actualmente cursa Doctorado in Management an la Universidad Adolfo Ibañez, Chile, y sus intereses de investigación son en el área de investigación de operaciones.

Daniela Pincheira Ruiz

Es Nutricionista de la Universidad de Valparaíso, Chile; Magíster en Gestión de Servicios de Alimentación y Nutrición de la Universidad de Valparaíso, Chile, y sus intereses de investigación son en el área de investigación de operaciones en servicios de alimentación.