

GestioPolis^{com}
CONOCIMIENTO EN NEGOCIOS

TOMA DE DECISIONES DE INVENTARIOS CON EL APOYO DE LA INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES. UN CASO PRÁCTICO.

Lic. Adriana Delgado Landa¹, Dr.C Ernesto Negrin Sosa².

1. Universidad de Matanzas Camilo Cienfuegos, Carretera Varadero Km. 3 1/2, Matanzas, Cuba.
2. Universidad de Matanzas Camilo Cienfuegos, Carretera Varadero Km. 3 1/2, Matanzas, Cuba.

Resumen.

Las empresas se preocupan constantemente por tomar decisiones que les permita optimizar sus resultados de manera que se obtenga el mayor beneficio. Es por esto que la Investigación de Operaciones constituye una importante herramienta para la gerencia a la hora de tomar cualquier decisión. Resulta necesario entonces la aplicación de métodos cuantitativos que sustenten la toma de decisiones, con el fin de eliminar el fuerte grado de empirismo que presentan los directivos cubanos cuando toman decisiones. El presente artículo tiene como objetivo aplicar un modelo económico de inventario para dar respuesta a una problemática existente en una empresa de producción que permita facilitar y mejorar la toma de decisiones. Con la aplicación de esta herramienta se decide una propuesta de solución a una insuficiencia real detectada.

Palabras claves: toma de decisiones, investigación de operaciones, inventarios.

Introducción.

En el ambiente socioeconómico actual altamente competitivo y complejo, los métodos tradicionales de toma de decisiones se han vuelto relativamente inoperantes ya que los responsables de dirigir las actividades de las empresas e instituciones se enfrentan a situaciones complicadas y dinámicas, que requieren de soluciones creativas y prácticas apoyadas en una base cuantitativa sólida.

Las empresas se preocupan constantemente por tomar decisiones que les permita optimizar sus resultados de manera que se obtenga el mayor beneficio. La palpable dificultad de tomar estas decisiones ha hecho que el hombre se dirija a la búsqueda de una herramienta o método que le permita tomar las mejores decisiones de acuerdo a los recursos disponibles y a los objetivos que persigue.

Las herramientas para las decisiones empresariales tales como los modelos matemáticos han sido aplicadas a una amplia gama de situaciones en la toma de decisiones dentro de diversas áreas de la gerencia. En la actualidad se ha incrementado el uso de modelos matemáticos para interpretar y predecir las dinámicas y controles en la toma de decisiones gerenciales. Dichas aplicaciones incluyen decisiones en los inventarios, pronósticos de ventas, predicciones del impacto, efecto de campañas publicitarias, estrategias para proteger desabastecimiento de inventarios, para determinar estrategias óptimas de inversión de portafolios, etc.

Los objetivos de toda empresa debe ser siempre alcanzar el liderato en su rama, controlando la eficiencia y efectividad de todas sus componentes por medio de métodos que permitan encontrar las relaciones óptimas que mejor operen el sistema, dado un objetivo específico.

Ante el tremendo avance que se ha dado en casi todas las ciencias en las últimas décadas, ya no es factible querer saber un poco de todo, sino más bien especializarse en alguna rama de la ciencia. Los problemas que se presentan en las organizaciones no fácilmente se pueden resolver por un sólo especialista. Por el contrario son problemas multidisciplinarios, cuyo análisis y solución requieren de la participación de varios especialistas. Estos grupos interdisciplinarios necesariamente requieren de un lenguaje común para poder entenderse y comunicarse, donde la Investigación de Operaciones viene a ser ese puente de comunicación.

El enfoque de la Investigación de Operaciones es el mismo del método científico. En particular, el proceso comienza por la observación cuidadosa y la formulación del problema y sigue con la construcción de un modelo científico (por lo general matemático) que intenta

abstraer la esencia del problema real. En este punto se propone la hipótesis de que el modelo es una representación lo suficientemente precisa de las características esenciales de la situación como para que las conclusiones (soluciones) obtenidas sean válidas también para el problema real. Esta hipótesis se verifica y modifica mediante las pruebas adecuadas. Entonces, en cierto modo, la Investigación de Operaciones incluye la investigación científica creativa de las propiedades fundamentales de las operaciones. Sin embargo, existe más que esto. En particular, la Investigación de Operaciones se ocupa también de la administración práctica de la organización. Así, para tener éxito, deberá también proporcionar conclusiones positivas y claras que pueda usar el tomador de decisiones cuando las necesite.

Las organizaciones cubanas, en particular, debido a la urgente revitalización económica a la que está obligado el país, encaran nuevas metas: resistir, sobrevivir y ser competitivo en el nuevo entorno. Para ello, deben elevar sus niveles de productividad, eficiencia y rentabilidad por lo que sus miembros se cuestionan si sus empresas están preparadas para afrontar estas metas en las nuevas condiciones, reflexión que los conduce al análisis y revisión de las mismas. De ahí la importancia de aplicar métodos matemáticos que permita tomar decisiones en cualquier área de la empresa.

Muchas empresas presentan un elevado grado de empirismo en la toma de decisiones por parte de sus directivos y trabajadores lo que provoca insuficiencias en el desempeño de las funciones empresariales, por lo que se considera oportuno aplicar un modelo de inventario que facilite y mejore la toma de decisiones en la organización objeto de estudio.

Referencias teóricas-conceptuales.

Entre los aspectos teóricos considerados como relevantes para el presente trabajo, se destacan el análisis de la investigación de operaciones, los modelos y herramientas para su aplicación, además de las decisiones empresariales en especial las de inventarios. Estos temas serán abordados a continuación.

Investigación de Operaciones.

Son muchas las definiciones ofrecidas de la Investigación de Operaciones, las siguientes definiciones referidas en Delgado Landa (2008) son una base útil para una comprensión inicial de la naturaleza de la IO¹.

Mores-Kimball (1943): Método científico por el cual la administración ejecutiva dispone de una base cuantitativa para las decisiones de operaciones bajo su control.

Ackoff-Sasieni (1968): La aplicación del método científico por parte de equipos interdisciplinarios a problemas que implican el control de sistemas organizados (hombre y máquina) para brindar las soluciones que mejor cumplan el propósito de la organización en su totalidad.

Wagner (1969): Abordaje científico para la solución de problemas en la administración ejecutiva).

Hiller-Lieberman (1974): Toma de decisiones óptimas, y su modelización, en sistemas deterministas y probabilísticos que tienen su origen en la vida real. Estas aplicaciones en el gobierno, los negocios, la ingeniería, la economía y las ciencias naturales y sociales se

¹ Investigación de operaciones

caracterizan principalmente por la necesidad de distribuir recursos limitados. En estas situaciones, el análisis científico, como por ejemplo el brindado por la IO, puede proporcionar información importante.

Gross (1979). Rama de la matemática aplicada al proceso de toma de decisiones.

Hillier, Lieberman, Shamblin, Stevens, Taha, Tierauf, Grosse, Sasieni, por mencionar algunos de los grandes especialistas en investigación de operaciones (IO), dan una serie de definiciones que bien podría resumirse así:

Es un enfoque científico de la toma de decisión. Se puede decir que la IO utiliza un enfoque planeado (método científico) y un grupo interdisciplinario para representar, mediante modelos simbólicos, las relaciones funcionales que se dan en la realidad, lo cual suministra una base cuantitativa para la toma de decisiones. Aplica herramientas que buscan obtener el óptimo resultado del uso de los recursos escasos.

Principales herramientas de la Investigación de Operaciones.

Cuando se habla de herramientas en IO, se refiere a los diferentes modelos teóricos (como por ejemplo, modelos económicos de inventarios y teoría de colas), y a otras disciplinas (como matemática, administración, economía, etcétera), que se utilizan como instrumentos de trabajo habitual para el profesional de la Investigación de Operaciones. Debe quedar claro, sin embargo, que cada día se agregan más tipos de modelos y otras disciplinas.

A continuación en el **Cuadro 1** se presenta una lista, no exhaustiva, de diferentes tipos de modelos que se podrían considerar como herramientas de la Investigación de Operaciones.

Cuadro 1. Principales herramientas de la investigación de operaciones. **Fuente: Delgado Landa (2008).**

Principales herramientas de la Investigación de Operaciones
1. Modelos de programación lineal.
2. Modelos multicriterios: multiobjetivo y multiatributo
3. Redes y programación lineal para transporte.
4. Modelos de toma de decisión en condiciones de incertidumbre.
5. Modelos Bayesianos.
6. Líneas de espera (Teoría de colas).
7. Modelos de optimización con redes para la planeación, ejecución y control de proyectos.
8. Cadenas de Markov para el reemplazo de activos fijos.
9. Modelos de inventarios determinísticos.
10. Modelos de inventarios probabilísticos.
11. Modelos de programación dinámica y teoría de juegos.
12. Modelos de simulación para la obtención de información experta.
13. Modelos heurísticos de autoaprendizaje y autocorrección.

De la misma manera la Investigación de Operaciones es considerada, ella misma como una herramienta al servicio de otras disciplinas. Es bien conocido que la Administración de

Negocios se ha estado beneficiando grandemente de la Investigación de Operaciones ahora que se ha iniciado toda una revolución con el uso de Planificación Estratégica, Reingeniería y los programas de Calidad Total, por mencionar algunos.

Teniendo en cuenta que los **modelos** son herramientas dentro de la IO se hace necesario comprender que: un modelo de decisión debe considerarse como un vehículo para resumir un problema de decisión de forma tal que haga posible la identificación y evaluación sistemática de todas las alternativas de decisión del problema. Después se llega a una decisión seleccionando la alternativa que se juzgue sea la mejor entre todas las opciones disponibles.

Una solución a un modelo, no obstante, de ser exacta, no será útil a menos que el modelo mismo ofrezca una representación adecuada de la situación de decisión verdadera.

El modelo de decisión debe contener tres elementos:

- Alternativas de decisión, de las cuales se hace una selección.
- Restricciones, para excluir alternativas infactibles.
- Criterios para evaluar y clasificar alternativas factibles.

Toma de decisiones empresariales

La toma de decisiones es el proceso mediante el cual se realiza una elección entre las alternativas o formas para resolver diferentes situaciones de la vida, estas se pueden presentar en diferentes contextos: a nivel laboral, familiar, sentimental, es decir, en todo momento se toman decisiones, la diferencia entre cada una de estas es el proceso o la forma en la cual se llega a ellas. Consiste, básicamente, en elegir una alternativa entre las disponibles, a los efectos de resolver un problema actual o potencial, (aún cuando no se evidencie un conflicto latente).

La toma de decisiones se considera además como el acto creador de la elección, a partir de un conjunto de decisiones posibles, en el cual los factores cuantitativos se combinan con las capacidades heurísticas de los hombres que toman las decisiones².

Para tomar una decisión no importa su naturaleza es necesario conocer, comprender, analizar un problema, para así poder darle solución; en algunos casos por ser tan simples y cotidianos, este proceso se realiza de forma implícita y se soluciona muy rápidamente, pero existen otros casos en los cuales las consecuencias de una mala o buena elección puede tener repercusiones en la vida y si es en un contexto laboral en el éxito o fracaso de la empresa, para los cuales es necesario realizar un proceso más estructurado que puede dar más seguridad e información para resolver el problema.

Es importante la toma de decisiones porque mediante el empleo de un buen juicio indica que un problema o situación es valorado y considerado profundamente para elegir el mejor camino a seguir según las diferentes alternativas y operaciones.

En la toma de decisiones, considerar un problema y llegar a una conclusión válida, significa que se han examinado todas las alternativas y que la elección ha sido correcta.

Modelo económico de inventarios.

² Lerner, V. S, Trujaiev, R. I (1974): Modelos dinámicos de los procesos de toma de decisiones. Kishiniev.

La necesidad de las empresas y productores de mantener inventarios, trajo como consecuencia el estudio de los mismos, de manera tal, que se garantizara la forma más económica de mantenerlos. Un buen número de modelos matemáticos que han sido desarrollados, permite determinar, bajo un conjunto de condiciones dadas, la manera óptima de tener inventarios.

Según Álvarez y Valle (1987): Se denomina inventario a un conjunto de recursos o mercancías en buen estado, que se encuentran almacenados con el objetivo de ser utilizados en un futuro. Estos recursos pueden ser materiales, equipos, dinero, etc.

Los sistemas de inventarios pueden clasificarse atendiendo a tres consideraciones fundamentales:

- Según el número de órdenes y nivel de independencia de la demanda.
 1. Orden repetitiva con demanda independiente.
 2. Orden no repetitiva con demanda independiente.
 3. Orden repetitiva con demanda dependiente.
- Según su relación con la secuencia completa de las operaciones de producción.
 1. Abastecimientos.
 2. Materias primas.
 3. Productos en procesos.
 4. Producción terminada.

Nótese que el inventario de producto final para una empresa puede ser el de materia prima de otra.

- Según la predecibilidad de la demanda.
 1. Determinístico: si la demanda es conocida y constante.
 2. Probabilístico: si la demanda es una variable aleatoria.

Todo inventario debe tener un límite, pues si no el costo sería perjudicial y económicamente insostenible, por tener gran cantidad de recursos ociosos.

Para la dirección de un sistema de producción es importante conocer:

- ¿Qué cantidad de recursos se debe tener en inventario en el sistema?
- ¿Cada qué tiempo se deben reaprovisionar los inventarios?

La teoría de inventarios reúne una serie de técnicas que permite dar respuestas a estas interrogantes. Sólo que hay que saber cuál utilizar en cada caso, para esto se hace necesario conocer algunos aspectos imprescindibles para aplicar correctamente el modelo adecuado.

Procedimiento para aplicar el modelo de inventario.

1. Identificar el modelo de inventario a aplicar.

Existen dos grandes grupos de inventario de acuerdo con la característica de la demanda. Estos grupos son:

- Modelos de inventario determinístico: Son aquellos en los cuales la demanda está perfectamente determinada o es conocida para un período dado.
- Modelo de inventario estocástico: Son aquellos en los cuales la demanda es una variable aleatoria, con una función de distribución conocida.

Atendiendo a las consideraciones antes definidas, para el desarrollo de este trabajo se utilizarán solamente los **modelos de inventarios determinísticos**, dentro de este se encuentran:

1. Modelo general de inventario determinístico.
2. Modelo de inventario que no permite déficit.
3. Modelo de inventario con reaprovisionamiento instantáneo.
4. Modelo de inventario con reaprovisionamiento instantáneo que no permite déficit.

Los dos primero se utilizan para sistemas donde existe producción, o sea estos productos o materias primas llegan al almacén poco a poco, mientras los dos restantes se emplean en sistemas donde los productos llegan instantáneamente. Por otra parte el modelo 2 y 4 no permiten déficit, o sea no se acumulan pedidos, no ocurriendo así con el 1 y 3 que si admiten acumulaciones de pedidos que luego serán entregados.

2. Identificar las variables controladas y no controladas del sistema.

En un problema de inventario existen una serie de variables que pueden ser controladas por aquellas personas que dirigen el sistema y otras que no pueden ser controladas.

Las variables controladas en un sistema de inventario, son:

1. Cantidad a adquirir (cuánto).
2. Frecuencia de adquisición (cuándo).

Las variables no controladas pueden ser variables de costos u otras.

Las principales variables no controladas en un problema de inventario son:

1. Costo por mantener el inventario.

Este costo puede desglosarse en los siguientes:

- a. Costo de inmovilización de recursos.
 - b. Costo de manipulación.
 - c. Costo de almacenaje (depreciación, construcción, etc.)
 - d. Costo de depreciación u obsolescencia del inventario.
 - e. Costo de carácter administrativo (salario, etc.)
2. Costo por déficit: Es el costo en que se incurre cuando un inventario se termina y que trae consecuencia, tener que adquirir la mercancía en cuestión, de una forma no habitual, invirtiendo recursos para usar transporte más rápido, producción extra, etc.
 3. Costo de lanzamiento: Cuando el inventario forma parte del sistema de producción, se denomina costo de lanzamiento a la preparación de una nueva orden de producción, que se incorporará a dicho inventario. En el caso que el inventario sea considerado como un sistema único, el costo por lanzamiento es aquel en que se incurre por los trabajos administrativos para hacer la adquisición.
 4. Costo de producción: Es el costo unitario de producción de un artículo que se incorporará al inventario.
 5. Demanda: Puede estar perfectamente determinada para cada período de tiempo o puede ser aleatoria, en cuyo caso se necesitaría conocer su función de distribución probabilística para poder tomar decisiones.

6. Tiempo de reaprovisionamiento: Es el tiempo transcurrido desde que se entrega la orden de reaprovisionamiento, hasta que los recursos son incorporados al inventario. El tiempo de reaprovisionamiento puede ser fijo o aleatorio.

3. Aplicar el modelo seleccionado

Teniendo en cuenta las características que presenta la empresa objeto de estudio, en se explicarán los procedimientos solo del **modelo de inventario que no permite déficit**, su representación gráfica se muestra en la **Figura 1**.

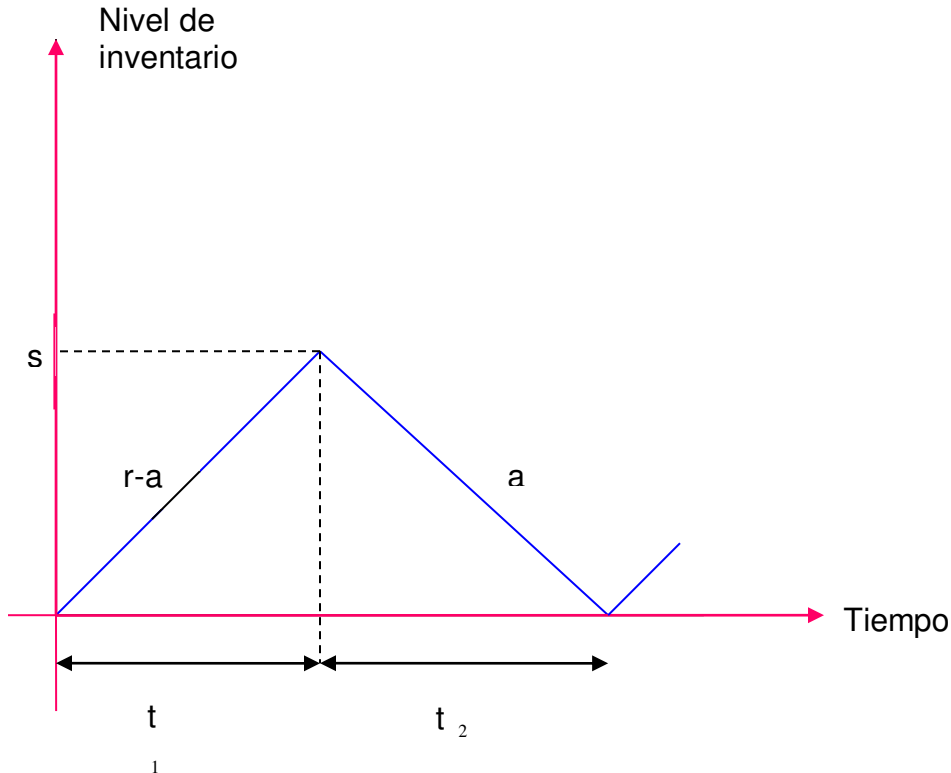


Figura 1. Representación gráfica del modelo de inventario determinístico que no permite déficit. **Fuente: Delgado Landa (2008).**

El ciclo de inventario como bien se observa en la figura anterior sigue la secuencia siguiente:

1. Comienza con el inventario igual a cero.
2. Comienza la producción con una razón constante (r). Habrá una razón de consumo (a) constante, donde $r > a$, hasta que se alcance un nivel determinado, deteniéndose la producción (intervalo t_1).
3. Después habrá un consumo del inventario a una razón constante (a) ocurriendo durante un tiempo t_2 , hasta agotar todo el inventario y nuevamente se repetirá el ciclo.

Para la **formulación matemática** de este modelo se define:

r : razón de producción constante (unidades físicas por unidad de tiempo).

a : demanda constante (unidades físicas por unidad de tiempo).

s^* : nivel máximo de inventario (unidades físicas).

Q: cantidad de unidades a producir en cada corrida o tamaño de lote (unidades físicas).

t_1 y t_2 : intervalos de tiempo representados en el gráfico de la figura 2.1.

Se tendrán como datos, además, los siguientes costos:

c: costo unitario de producción (costo por unidad física).

h: costo por mantener el inventario. [Costo/ (unidad física por unidad de tiempo)]

k: costo de lanzamiento (costo).

Partiendo de lo anterior, las expresiones para este modelo se aprecian en el **Cuadro 2**.

Cuadro 2 Fórmulas necesarias para aplicar el modelo de inventario que no permite déficit. **Fuente: Delgado Landa (2008).**

Tamaño del lote óptimo	$\sqrt{\frac{2ak}{h} \left(\frac{1}{1-\frac{a}{r}} \right)}$
Tiempo que transcurre entre dos corridas de producción	$T^* = t_1^* + t_2^* = \frac{Q^*}{a} = \frac{1}{f^*}$
Frecuencia de las corridas	$f^* = \frac{a}{Q^*} = \frac{1}{T^*}$
Intervalos de tiempo	$t_1^* = \frac{t_2^* a}{r-a} = \frac{s^*}{r-a} = \frac{Q^*}{r}$ $t_2^* = \sqrt{\frac{2k \left(1 - \frac{a}{r} \right)}{ah}}$
Nivel de inventario máximo	$s^* = at_2^* = (r-a)t_1^*$
Costo total	$C(T) = \frac{hs^*(t_1^* + t_2^*)}{2} + cQ^* + k$

Propuesta para sustentar la toma de decisiones de inventarios.

Caracterización de la Empresa objeto de estudio.

La Empresa tiene como **misión:** "Producir harina de Trigo, así como Cereales para desayunos, Pellets para freír y Rizos de Maíz, Sorbetos, Panes y Repostería Varias, de una calidad alta y con eficiencia, para satisfacer las necesidades de los clientes.

La empresa tiene como **objetivo general:** Realizar el proceso de Molinación de trigo para la producción y comercialización mayorista en ambas monedas, de Harina de Trigo para consumo humano y animal, así como producir Cereales de maíz y trigo para el desayuno, saborizados y naturales, y pellets para freír, sorbetos, panes y repostería fina, en ambas monedas.

Propuesta de solución a la problemática identificada en el Molino de Trigo.

1. Definición del problema.

El problema que debe ser resuelto con la mayor prioridad en el Molino de Trigo se relaciona con el nivel de inventario que debe permanecer en el almacén.

La Empresa después de un reorganizamiento en el antiguo molino de maíz, se dedica ahora a la molinación de trigo. La misma no cuenta con experiencia suficiente en este sentido por lo que considera necesario un estudio del inventario, con el fin de conocer **cuál es la cantidad de toneladas de Harina de Trigo que tiene que producir en cada lote de producción para tener en almacén la menor cantidad posible con el mínimo costo.** Pues dada las características de la harina que puede fácilmente echarse a perder no conviene tener inventario ocioso y por otra parte no debe faltar por la importancia que tiene para la elaboración del pan.

2. Construcción y solución del modelo.

El modelo a utilizar para dar solución a la problemática anterior es el Modelo de inventario. Este permite cabalmente cumplir con los requerimientos de la empresa y decidir los cambios que deben hacerse a partir de que se obtenga la cantidad óptima de sacos de harina que deben permanecer en inventario que garanticen el mínimo costo.

Decisiones sobre el control de inventarios es tanto un problema como una oportunidad para por lo menos tres departamentos diferentes tales como Producción, Comercial y Económico-financiero. La toma de decisiones en el control de inventarios tiene un impacto enorme en la productividad y desenvolvimiento de la organización porque este maneja el flujo total de materiales. El control de inventario apropiado puede minimizar desabastecimiento de materiales, por lo tanto reducir el capital de la organización. Adicionalmente posibilita a la organización a producir la harina de trigo en cantidades más económicas, por lo tanto minimizar el costo general de producción.

Un buen modelo de inventarios permite:

- Atenuar brechas temporales entre oferta y demanda.
- Contribuir a la disminución de los costos de producción.
- Proporcionar una forma de "almacenar" trabajo; por ejemplo, fabricar más toneladas de harina ahora, y liberar trabajo después.
- Proporcionar un rápido servicio al cliente.

a. Identificación del modelo de inventario a aplicar.

Dentro de los modelo de inventario teniendo en cuenta que la demanda es conocida y constante se aplicará el **Modelo de inventario determinístico que no permite déficit**. Es importante aclarar que se selecciona este modelo por la razón que se explica a continuación:

La empresa produce la harina de trigo fundamentalmente para la elaboración del pan, por lo que no se pueden acumular pedidos. La carencia de harina originaría graves problemas para el territorio que se beneficia de esta producción. Además el sector de la industria alimenticia es priorizado por el gobierno lo cual justifica el hecho de que no puede faltar este producto.

b. Identificación de las variables controladas y no controladas del sistema.

Las variables presentes en el sistema se enuncian como sigue:

➤ Variables controladas:

Q: Cantidad a producir en cada lote de producción.

T^* : Frecuencia de producción.

➤ Variables no controladas:

h: costo por mantener el inventario. [Costo/ (unidad física por unidad de tiempo)]

Según el departamento de economía de la empresa el costo por mantener el inventario es de 1,68 pesos por cada tonelada almacenada diariamente.

k: costo de lanzamiento (costo).

El costo de lanzamiento fue necesario estimarlo, conociendo que:

- El salario de la persona encargada de coordinar los pedidos es de \$ 640,00.
- La cuenta promedio del teléfono usado en esta tarea.

Se conoce además que esta persona dedica como promedio una hora en preparar cada corrida de producción.

El cálculo del **costo de lanzamiento** sería:

Costo de lanzamiento = Costo de salario + Costo de teléfono

Costo de lanzamiento = \$ 3,33 + \$ 10,07

Costo de lanzamiento = \$ 13,40

Costo de salario

Costo de salario = [(Salario/24 días) × 1/ 8 horas] × tiempo de preparación de la corrida

Costo de salario = [(640/24 días) × 1/ 8 horas] × 1 hora

Costo de salario = \$ 3,33

Costo de teléfono

Para determinar el costo de teléfono se observaron las cuentas de teléfonos, determinando las llamadas por concepto de preparación de órdenes de producción durante los meses correspondientes al segundo semestre del año 2007. Los importes se promediaron, arrojando como resultado \$ 10,07 por cada lote de producción.

c: Costo unitario de producción (costo por unidad física).

Según la ficha de costo de harina de trigo consultada, el costo por producir una tonelada es de 570,20 pesos

a: Demanda constante (unidades físicas por unidad de tiempo).

La demanda diaria de harina de trigo es de 72 toneladas y aparece desglosada por clientes en el **Cuadro 3**.

Cuadro 3. Demanda diaria de la Harina de Trigo. **Fuente: Delgado Landa (2008).**

Cientes	Cantidad de toneladas requeridas por día
Empresa de Alimentos Provincial	60
Empresa Mayorista Provincial de Alimentos ³	10
Cárnico	2
Total	72

c. Aplicación del modelo

Los datos necesarios para la formulación matemática del modelo son los siguientes:

$r=95$ t x día.

$a=72$ t x día.

Capacidad de almacenamiento =165 t

Nota: se considera 24 días laborables al mes y 24 horas diarias de trabajo.

Costos:

$c= \$ 570,20$ x t

$h: \$1,68$ x t diarias

$k: \$13.40$ x lote.

Partiendo de lo anterior, los cálculos para este modelo son:

➤ Tamaño del lote óptimo.

$$Q^* = \sqrt{\frac{2ak}{h} \left(\frac{1}{1 - \frac{a}{r}} \right)} = \sqrt{\frac{2 \times 72 \times 13,40}{1,68} \left(\frac{1}{1 - \frac{72}{95}} \right)} = \sqrt{1148,57 \times 4,13} = \sqrt{4743,59} = 68,67 \approx \mathbf{69}$$

El tamaño óptimo de lote es de 69 toneladas de Harina de Trigo, lo cual indica que se debe producir esta cantidad en cada corrida de producción.

➤ Tiempo óptimo entre corridas..

³ Se conoce como EMPA

$$T^* = \frac{Q^*}{a} = \frac{69}{72} = 0,9583 \text{ días} \times 24 \text{ h} = 23 \text{ horas}$$

La corrida completa de producción demora aproximadamente 23 horas.

➤ Frecuencia de las corridas.

$$f^* = \frac{a}{Q^*} = \frac{72}{69} = 1,0434 \text{ veces al día}$$

➤ Intervalos de tiempo.

$$t_1^* = \frac{Q^*}{r} = \frac{69}{95} = 0,7263 \text{ días} \times 24 \text{ h} = 17,43 \text{ horas}$$

La producción del lote demora 17 horas con 26 minutos aproximadamente.

$$t_2^* = \sqrt{\frac{2k\left(1 - \frac{a}{r}\right)}{ah}} = \sqrt{\frac{2 \times 13,40\left(1 - \frac{72}{95}\right)}{72 \times 1,68}} = \sqrt{\frac{6,4884}{120,96}} = \sqrt{0,0536} = 0,2316 \text{ días} \times 24 \text{ h} = 5,56$$

horas

Finalizada la producción se sigue consumiendo el producto a partir de lo que se tiene en inventario lo cual demora 5 horas con 34 minutos aproximadamente.

➤ Nivel de inventario máximo.

$$s^* = at_2^* = 72 \times 0,2316 = 16,68$$

El nivel máximo de inventario es de 16 toneladas.

➤ Costo total.

$$C(T) = \frac{hs^*(t_1^* + t_2^*)}{2} + cQ^* + k = \frac{1,68 \times 16(0,7263 + 0,2316)}{2} + 570,20 \times 69 + 13,40$$

$$C(T) = \frac{12,8742 + 39343,8 + 13,40}{0,9579} = 41\ 100,40 \text{ pesos.}$$

El costo total es de \$ 41 100,40 por día.

Como **propuesta de solución al problema objeto de estudio** se resume lo siguiente:

En cada lote se deben producir 69 toneladas de Harina de Trigo para minimizar el costo total. Comenzando la producción cada 23 horas. Con lo que se logra un volumen máximo de inventario de 16 toneladas. En el día se hará una corrida de producción y el comienzo de otra. Con todo esto se alcanzará el mínimo costo total posible que sería de \$ 41 100,40 diario.

Conclusiones

El desarrollo de la presente investigación materializada en los aspectos teóricos-conceptuales expuestos, y su validación práctica, permiten llegar a las siguientes conclusiones:

La toma de decisiones constituye esencialmente la elección de una de las posibles alternativas de solución a un problema actual o potencial, lo cual requiere previamente que se detecte el problema objeto de estudio y que se busque la información interna y externa que se requiera. Posteriormente la decisión debe convertirse en una acción concreta.

La Investigación de Operaciones proporciona a los decisores bases cuantitativas para seleccionar las mejores decisiones y permite elevar habilidades para hacer planes futuros.

La Investigación de Operaciones utiliza el Método científico para aplicar herramientas que buscan obtener el óptimo resultado del uso de los recursos escasos y resolver disímiles problemas del contexto empresarial.

La toma de decisiones en el control de inventarios tiene un impacto significativo en la productividad y desenvolvimiento de las empresas por cuanto debe existir un límite, de no ser así el costo sería perjudicial y económicamente insostenible, por tener gran cantidad de recursos ociosos.

En cada lote de se deben producir 69 toneladas de Harina de Trigo para minimizar el costo total. Comenzando la producción cada 23 horas. Con lo que se logra un volumen máximo de inventario de 16 toneladas y un mínimo costo total de \$ 41 100,40 diario.

Bibliografía.

Álvarez y Valle (1987). Modelos económicos matemáticos II tomo2. Editorial ISPJAE. Ciudad de La Habana.

Barba Romero, S. y Charles Pomerol, J. (1997). Decisiones Multicriterios. Elementos Teóricos y Utilización Práctica. Colección de Economía. Universidad de Alcalá de Henares. España. pp. 91-119.

Colectivo de autores. Métodos cuantitativos para la toma de decisiones en administración.

Delgado Landa, A (2008). Toma de decisiones empresariales con el apoyo de la Investigación de Operaciones. Caso: Empresa Molinera de Cárdenas. Tesis presentada en opción al título de Licenciada en Economía. UMCC, Matanzas.

Fernández González y Boffil Placeres (1978). Métodos económicos-matemáticos (2) folleto FT-1292, ISPJAE, Ciudad de La Habana.

García Huerta, R. y Cuétara Sánchez, L. (1996). Métodos para la Toma de Decisiones en la Gestión Empresarial (2ª Ed.). Universidad Federal de Acre, Brasil.

Lerner, V. S, Trujaiev, R. I (1974): Modelos dinámicos de los procesos de toma de decisiones. Kishiniev, pp. 6.

Morales Pita y Antonio E. (1984). Metodología de la modelación económico-matemática, editorial Científico-Técnica, Ciudad de La Habana.

Paul E. Moody (1991) Toma de Decisiones Gerenciales.

Sasiere M. et al. (1970). Investigación de operaciones, Instituto del libro, La Habana.

Sitio web <http://www.cop.es/colegiados/m-00451/tomadeciones.htm>. Consultado en noviembre de 2007.

Sitio web http://www.investigacionoperaciones.com/aplicaciones_o.htm. Consultado en noviembre de 2007.

Vega Falcón V. (1998). Herramientas económicas para la toma de decisiones gerenciales. Tesis doctoral. La Habana.

Ventsel, E.S. (1983). Investigación de operaciones, editorial MIR. Moscú.