



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**ADMINISTRACIÓN DE UN SISTEMA GENERAL DE
INVENTARIOS DE COMBUSTIBLES, LUBRICANTES Y TIENDA
DE CONVENIENCIA PARA UNA ESTACIÓN DE SERVICIO**

Fredy Augusto Rios Leal

Asesorado por Ing. José Rolando Chávez

Guatemala, noviembre de 2005

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ADMINISTRACIÓN DE UN SISTEMA GENERAL DE
INVENTARIOS DE COMBUSTIBLES, LUBRICANTES Y TIENDA
DE CONVENIENCIA PARA UNA ESTACIÓN DE SERVICIO**

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

FREDY AUGUSTO RIOS LEAL

ASESORADO POR, ING. JOSÉ ROLANDO CHAVEZ

AL CONFERIRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2005

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA**



NÓMINA JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Veliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR	Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí
EXAMINADOR	Ing. José Vicente Guzman Shaul
EXAMINADORA	Ing. Pablo Fernando Hernández
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

ADMINISTRACIÓN DE UN SISTEMA GENERAL DE INVENTARIOS DE COMBUSTIBLES, LUBRICANTES Y TIENDA DE CONVENIENCIA PARA UNA ESTACIÓN DE SERVICIO,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Mecánica Industrial con fecha noviembre de 2004.

Fredy Augusto Rios Leal

DEDICATORIA A:

Mi madre, Lucky por haberme dado vida y por guiarme con cariño y ternura durante toda mi vida.

Mi padre, por sus enseñanzas y el apoyo que me ofreció para la culminación de esta carrera.

Mi esposa, Patty, por su entrega, por su amor y por dejarme entrar en su vida y completar la mía, día tras día.

Mis hijos, Juan Sebastián y Paula Marcela, por haberle dado un nuevo sentido a mi existencia y hacerme el hombre más feliz de la tierra.

Mis hermanos, Neto y María por su apoyo, comprensión y cariño.

Mi familia, por el afecto y el soporte que me han brindado desde siempre.

Mis amigos, por haberme acompañado en las buenas y en las malas.

AGRADECIMIENTOS A:

- | | |
|---------------------|---|
| Ing. Rolando Chávez | Por su guía brindada y su colaboración en la elaboración de este trabajo de graduación. |
| Ing. César Akú | Por su ayuda en la revisión de este trabajo de graduación. |
| Estación Belarsa | Por confiar en mí y haberme permitido realizar este estudio en sus instalaciones. |
| Todos mis maestros | Por haber contribuido en mi formación cultural y profesional. |

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
GLOSARIO	XI
RESUMEN	XIII
OBJETIVOS	XV
INTRODUCCIÓN	XVII
1. ANTECEDENTES GENERALES	1
1.1 Inventarios	1
1.1.1 Definición	1
1.1.2 Propósito de los inventarios	2
1.1.3 Variables de decisión	3
1.1.4 Estructura de costos de inventario	4
1.1.3.1. Costo del artículo	4
1.1.3.2. Costo de ordenar pedidos	5
1.1.3.3. Costos de inventario	5
1.1.3.4. Costo de inexistencia	6
1.1.5 Tipos de demanda en el estudio de inventarios	6
1.1.5.1 Demanda dependiente	6
1.1.5.2 Demanda independiente	7
1.1.6 Tipos de sistemas de inventario	7
1.1.6.1 Cantidad económica de pedido	7
1.1.6.2 Sistema de revisión continua	12
1.1.6.3 Sistema de revisión periódica	14
1.1.7 Nivel de servicio y nivel de inventario	16
1.1.8 Sistemas de control de inventarios	18

1.1.8.1	Tipos de sistemas de control	20
1.1.9	Administración ABC de inventarios	21
1.1.10	Consideraciones básicas para la toma de inventarios	23
1.2	Pronósticos	28
1.2.1	Definición	28
1.2.2	Métodos cualitativos	29
1.2.2.1	Método Delphi	29
1.2.2.2	Método de investigación de mercados	30
1.2.2.3	Método de consenso de panel	30
1.2.3	Modelos causales	31
1.2.3.1	Promedio móvil	31
1.2.3.2	Promedio móvil ponderado	32
1.2.3.3	Promedio móvil ponderado exponencialmente	33
1.2.3.4	Modelos de regresión	34
1.2.3.5	Demanda cíclica	36
1.2.3.6	Errores de pronóstico	37
2.	DETERMINACIÓN DE LAS CONDICIONES ACTUALES	39
2.1.	Descripción de una empresa de venta de combustibles típica	39
2.1.1.	Descripción general de la empresa	39
2.1.2.	Organigrama	41
2.1.3.	Estudio de las funciones administrativas en la empresa	42
2.1.4.	Tipos de estaciones de servicio	43
2.2.	Determinación de las condiciones actuales	44
2.2.1.	Descripción del método de administración de inventario empleado actualmente	44
2.2.2.	Efectos del sistema sobre la empresa	45
2.2.3.	Estimación de costos asociados con éste método	45

2.2.3.1 Costo de almacenamiento	45
2.2.3.2 Costo de ordenar pedido	46
2.2.3.3 Costo por pérdida de clientes	46
2.2.3.4 Costo total	47
3. DESARROLLO DEL NUEVO SISTEMA GENERAL DE INVENTARIOS ...	49
3.1. Planteamiento del sistema	49
3.1.1 Estructuración ABC del inventario	49
3.1.1.1 Análisis de Pareto	49
3.1.1.2 Agrupación de los artículos en cada segmento	50
3.1.2 Determinación del sistema para cada segmento	50
3.1.2.1 Sistema para los productos más importantes (Tipo A)	51
3.1.2.2 Sistema para los productos intermedios (Tipo B)	52
3.1.2.3 Sistema para los productos menos importantes "C"	53
3.1.3. Demanda de los productos	54
3.1.3.1 Análisis gráfico de la demanda	54
3.1.3.2 Pronóstico de evaluación	56
3.1.3.1 Pronóstico de riesgo	67
3.1.4. Determinación de costos	71
3.1.4.1 Costos de ordenar pedido	71
3.1.4.2 Costo unitario del artículo	72
3.1.4.3 Costo de almacenamiento	70
3.1.4.4 Costo Total	72

4. IMPLEMENTACIÓN

4.1 Recursos necesarios para la implementación del sistema	75
4.1.1. Recurso humano	75
4.1.1.1 Perfil del recurso humano necesario	75
4.1.2. Recurso material	76
4.1.2.1 Equipo físico	76
4.1.2.2 Programas de computación	76
4.2 Procedimientos del sistema	77
4.2.1 Procedimiento de compras	77
4.2.2 Procedimiento de toma de inventarios	78
4.2.3 Procedimiento de recepción de pedidos	80
4.2.4 Diagramas de procedimientos	82
4.3 Capacitación	88
4.3.1 Capacitación sobre estructuración ABC de inventarios	88
4.3.2 Capacitación para análisis de la demanda	88
4.3.3 Capacitación sobre nivel de reorden y cantidad económica de pedido	88
4.3.3 Capacitación sobre procedimientos de compra, toma de inventarios y recepción de pedidos	89

5. SEGUIMIENTO91

5.1. Análisis financiero del sistema	91
5.1.1. Análisis financiero del método actual	91
5.1.2. Análisis financiero del método propuesto	91
5.1.3. Interpretación de resultados	92
5.2. Retroalimentación del sistema	93

5.2.1 Recopilación de información	93
5.2.1.1 Reportes del sistema de inventarios	93
5.2.1.2 Reuniones programadas con el personal	94
5.2.2 Índices de mejoramiento	94
5.2.2.1 Rotación de inventarios	94
5.2.2.2 Nivel promedio de inventarios	95
5.2.2.3 Retorno sobre la inversión	96
5.2.2.4 Margen de utilidad	97
5.2.3. Interpretación de la información	99
5.2.4. Evaluación de resultados	99
5.3. Propuesta de mejoras al sistema	100
5.3.1 Capacitación del recurso humano	100
5.3.2 Recurso material necesario	100
5.3.3 Justificación de la propuesta	101
CONCLUSIONES	103
RECOMENDACIONES	107
BIBLIOGRAFÍA	109
ANEXOS	111

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Niveles de inventario EOQ	8
2	Costos de inventarios	10
3	Sistema de revisión continua	13
4	Sistema de revisión periódica	15
5	Nivel de servicio	17
6	Organigrama de la empresa	41
7	Demanda de de productos “A”	54
8	Demanda de productos “B”	54
9	Demanda de productos “C”	55
10	Flujograma de procedimiento de compras para productos “A”	82
11	Flujograma de procedimiento de compras para productos “B” y “C”	83
12	Flujograma de procedimiento de toma de inventarios para productos “A”	84
13	Flujograma de procedimiento de toma de inventarios para productos “B” y “C”	85
14	Flujograma de procedimiento de recepción de pedidos para productos “A”	86
15	Flujograma de procedimiento de recepción de pedidos para productos “B” y “C”	87

TABLAS

I.	Costo actual de almacenamiento	46
II.	Costo actual de ordenar pedido	46
III.	Costo total actual	47
IV.	Análisis de Pareto	49
V.	Estructuración ABC del inventario	50
VI.	Ventas por mes	56
VII.	Promedio aritmético para productos "A"	57
VIII.	Promedio móvil para productos "A"	57
IX.	Promedio móvil ponderado para productos "A"	58
X.	Promedio móvil ponderado exponencialmente para productos "A"	59
XI.	Promedio aritmético para productos "B"	60
XII.	Promedio móvil para productos "B"	61
XIII.	Promedio móvil ponderado para productos "B"	62
XIV.	Promedio móvil ponderado exponencialmente para productos "B"	63
XV.	Promedio aritmético para productos "C"	64
XVI.	Promedio móvil para productos "C"	64
XVII.	Promedio móvil ponderado para productos "C"	65
XVIII.	Promedio móvil ponderado exponencialmente para productos "C"	66
XIX.	Pronóstico de riesgo para productos "A"	67
XX.	Pronóstico de riesgo para productos "B"	68
XXI.	Pronóstico de riesgo para productos "C"	69
XXII.	Venta media de productos "A" durante el período de entrega	69

XXIII.	Venta media de productos “B” durante el período P más el tiempo de entrega	70
XXIV.	Venta media de productos “C” durante el período P más el tiempo de entrega	71
XXV.	Costo de ordenar pedido	71
XXVI.	Costo unitario	72
XXVII.	Costo de almacenamiento por mes	72
XXVIII.	Costo total propuesto por mes	73
XXIX.	Inversión inicial	92
XXX.	Estado de pérdidas y ganancias	98
XXXI.	Área bajo la curva de distribución normal	109

GLOSARIO

Bomba Sumergible Bomba utilizada para extraer con la presión adecuada el combustible de los tanques.

Cortes de formas Procedimiento que consiste en anotar y verificar el correlativo de las formas utilizadas y por utilizar en el sistema de control de inventarios

Dispensador Dispositivo que despacha el combustible al cliente y permite medir el flujo de producto que proviene de los tanques de combustible.

Inventario Un inventario es una cantidad almacenada de materiales que se utilizan para facilitar la producción o para satisfacer las demandas del consumidor.

Kardex Sistema en el que se tiene una tarjeta para cada artículo del inventario

Tanque separador Fosa utilizada para separar el combustible del agua que se recibe en las rejillas de una estación de servicio.

RESUMEN

La meta de este trabajo de graduación es la implementación de un sistema general de inventarios de combustibles, lubricantes y tienda de conveniencia en una estación de servicio.

En este sentido, en el trabajo se analizan las condiciones en las que se maneja el inventario en una estación, normalmente, se describe su estructura organizacional típica y los efectos de este método de administración en el negocio.

Para el desarrollo del sistema de administración de los inventarios, se realiza una estructuración “ABC” del inventario, siguiendo los fundamentos de la ley de Pareto. Asimismo, se emplean los métodos de optimización de inventarios de la Investigación de Operaciones, estableciendo el Tamaño de Pedido Óptimo y el Nivel de Reorden para una parte de los productos y el Inventario Objetivo y la periodicidad de revisión para el resto. También, se estimaron los costos totales asociados para cada método y se realizó un análisis financiero.

En la implementación del sistema, se establecieron los procedimientos necesarios para su ejecución, así como las necesidades de equipo físico, recurso humano y capacitación.

Por último, se determinaron los mecanismos que se deben aplicar para darle seguimiento al sistema y evaluar su desempeño. En esta parte, se incluyen temas como índices de mejoramiento, retroalimentación y propuesta de mejoras al sistema.

OBJETIVOS

General:

- Diseñar un sistema de control de inventarios para una empresa de venta de combustibles y tienda de conveniencia que ayude a la creación de una ventaja competitiva.

Específicos:

1. Determinar las condiciones en que se administra comúnmente el inventario en una empresa del ramo.
2. Definir y aplicar el método de pronóstico de la demanda más apropiado para el sistema.
3. Definir y estudiar los variables asociadas con la toma decisiones sobre inventarios de combustibles.
4. Seleccionar y detallar el método de optimización del inventario que se adecue al sistema
5. Reducir los costos de inventario a través de la aplicación del método de optimización seleccionado.

6. Realizar una estructuración ABC del inventario de la estación para tener un mejor control sobre los productos más importantes.
7. Definir un procedimiento de compra, toma física de inventarios y recepción de pedidos para cada tipo de artículo.
8. Desarrollar una estrategia de introducción y un programa de de seguimiento para el sistema propuesto.

INTRODUCCIÓN

La administración del inventario se puede considerar como una de las funciones administrativas de producción más importantes, en virtud de que requiere una buena parte de capital y de que afecta la entrega de los bienes a los consumidores. La administración del inventario tiene un fuerte impacto en todas las áreas del negocio, particularmente en la de producción, la mercadotecnia y las finanzas. Los inventarios proporcionan un buen servicio al cliente, lo que es de vital interés para la mercadotecnia. Las finanzas están enfocadas al manejo financiero global de la organización, incluyendo los fondos asignados para el inventario.

Existen, sin embargo, objetivos de inventario diferentes dentro de la empresa. La función financiera generalmente prefiere mantener los inventarios en un nivel bajo para conservar el capital, la mercadotecnia se inclina por tener niveles altos de inventarios para reforzar las ventas, paralelamente, la parte operativa desea inventarios adecuados para una producción y niveles de empleo homogéneos. La administración del inventario debe equilibrar estos objetivos en conflicto y maneja los niveles de inventario con base a los intereses de la empresa como un todo.

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.3 Inventarios.

1.3.1 Definición.

Un inventario es una cantidad almacenada de materiales que se utilizan para facilitar la producción o para satisfacer las demandas del consumidor. Por lo general los inventarios incluyen materia prima, trabajo o producto en proceso y productos terminados.

La definición de inventario como una cantidad almacenada de materiales es más conservadora que la proporcionada por otros autores. Algunos de ellos definen el inventario como un recurso ocioso de cualquier clase que tiene un valor económico potencial. Esta definición permite considerar equipo o trabajadores ociosos, pero se consideran todos los recursos ociosos distintos de los materiales, como es la capacidad. Desde una perspectiva gerencial y contable, es importante distinguir la diferencia entre inventario y capacidad. La capacidad proporciona el potencial para producir, mientras que el inventario, tal como se le define aquí, es el producto en algún punto dentro del proceso de conservación y distribución.

Los materiales del inventario se localizan en varios puntos en el proceso productivo, con flujos que interconectan un punto de abasto con otro. La tasa a la cual una existencia se puede surtir nuevamente es la capacidad de oferta y la tasa a la cual se agota es la demanda. El inventario actúa como un amortiguador entre la diferencia de tasas de oferta y demanda.

1.3.2 Propósito de los inventarios

El propósito primordial de los inventarios es desacoplar las diferentes fases del área de operaciones. El inventario de materias primas desconecta a un fabricante de sus vendedores, el inventario de producto en proceso desengrana las varias etapas de la manufactura una de otra y el inventario de producto terminado desacopla a un fabricante de sus clientes.

Dentro del proceso general de desacoplamiento existen 4 razones para llevar el inventario:

- a. Protección contra la incertidumbre.** En sistemas de inventario, hay incertidumbres acerca de la oferta, la demanda y el tiempo de consumo. Se conservan existencias mínimas en inventario para protegerse contra estas incertidumbres. Si se conociera la demanda del consumidor, sería factible – aunque no necesariamente económico – producir al mismo ritmo del consumo. En este caso, no sería necesario un inventario de producto terminado, sin embargo cada cambio en la demanda se transmitiría inmediatamente al sistema productivo con objeto de mantener el servicio al cliente. En lugar de este severo acoplamiento se conservan existencias seguras de producto terminado para absorber los cambios en la demanda sin cambiar en forma inmediata la producción. En general, los inventarios que se llevan para evitar la incertidumbre reciben el nombre de existencias seguras. No obstante si se pueden reducir estas fuentes de variaciones, de la misma manera se pueden reducir los inventarios y las existencias de seguridad. Se llevan muchas existencias debido a las variaciones tan marcadas en los tiempos de entrega de los proveedores y de los procesos de producción.

- b. Para permitir producción y compra bajo condiciones económicas ventajosas.** EL inventario resultante de las compras o de la producción de material en lotes recibe el nombre de inventario de ciclo, dado que los lotes se producen o compran en forma cíclica. Sin embargo, existe ya una tendencia en la industria de hoy en día para reducir drásticamente los tiempos y los costos alternando el producto o el proceso. Esto resultara en tamaños de lotes más pequeños e inventarios mucho más bajos. En algunos casos el tiempo de consumo puede reducirse de tal forma que el tamaño económico del lote es la unidad.

- c. Para cubrir cambios anticipados en la demanda o la oferta.** Hay varios tipos de situaciones donde los cambios en la demanda o la oferta pueden ser anticipados. Un caso es aquel donde el precio o disponibilidad de materia prima están expuestos al cambio.

- d. Para mantener el tránsito.** Los inventarios en tránsito consisten de materiales que están en camino de un punto a otro. A estos inventarios los afectan las decisiones de la ubicación de la planta productiva y la selección de la forma de transporte.

1.3.3 Variables de decisión

Existen diferentes problemas de decisión en la administración de inventarios:

- a. ¿Qué artículos deben incluirse en las existencias del almacén?
- b. ¿Cuánto debe comprarse?
- c. ¿Cuándo debe realizare una compra?
- d. ¿Qué tipo de sistema de inventario se debe utilizar?

En la pregunta “a” se cuestiona si el artículo será fabricado para almacenarse o para surtirse una orden. Esta pregunta también trata con el asunto de si existen artículos que deben conservarse dentro de las existencias o deben discontinuarse.

La pregunta “b” y “c” son los cuestionamientos clásicos del inventario. La pregunta “b” esta relacionada con la cantidad de la compra, dado que se realiza una. La pregunta “c” esta involucrada con el tiempo de la compra -¿Cuándo debe colocarse el pedido?-. Las respuestas a estas preguntas dan lugar a una regla de decisión específica, cuando colocar un pedido y que cantidad ordenar.

Para estar seguro de que se está ordenando la cantidad correcta, se requiere un sistema de control de inventario. Este sistema debe llevar registros precisos, pedidos de emergencia cuando sean necesarios y dar seguimiento al flujo de materiales hacia y desde el inventario.

1.3.4 Estructura de costos de inventario

1.1.3.1. Costo del artículo.

Este es el costo de comprar y producir los artículos individuales del inventario. El costo del artículo generalmente se expresa como un costo unitario por la cantidad adquirida o producida

1.1.3.2. Costo de ordenar pedidos

El costo de ordenar pedidos está relacionado con la adquisición de un grupo o lote de artículos. El costo de ordenar pedidos no depende de la cantidad de artículos adquiridos, se asigna al lote entero. Este costo incluye la mecanografía de la orden de compra, la expeditación de la orden, los costos de transporte, etc.

1.1.3.3. Costos de Inventario.

Los costos de inventario o conservación están relacionados con la permanencia de artículos en inventario durante un periodo. El costo de conservación usualmente se carga como un porcentaje del valor por unidad en el tiempo. En la práctica, los costos de conservación están generalmente en el rango de 15 a 30 % al año.

Los costos de inventario usualmente consisten de tres componentes:

- **Costo de capital.**
- **Costo de almacenamiento**
- **Costos de obsolescencia, deterioro y perdida**

1.1.3.4. Costo de inexistencia.

El costo de inexistencia refleja las consecuencias económicas cuando se terminan los artículos almacenados. Aquí existen dos clases. Primero, supónganse artículos con orden de respaldo o en espera de surtirse por parte del comprador y que este último espera hasta que el material le llegue. Puede haber cierta pérdida de plusvalía o de negocios futuros asociada con cada pedido de respaldo debido a que el cliente tiene que esperar. Esta pérdida de oportunidad se contabiliza como un costo de inexistencias. El segundo caso es cuando se pierde la venta si no se tiene el material listo. Se pierde la ganancia que representa la venta, y la plusvalía, en la forma de ventas futuras, se puede perder también.

1.1.4 Tipos de Demanda en el estudio de Inventarios

Una distinción crucial en la administración de inventarios es si la demanda es independiente o dependiente. Los diferentes patrones de demanda requieren diferentes enfoques para la administración del inventario.

1.1.4.1 Demanda independiente

La demanda independiente está influenciada por las condiciones del mercado fuera del control de operaciones; es por lo tanto independiente de las operaciones.

Para la demanda independiente, es apropiada una filosofía de *reposición*. Conforme se utilizan las existencias se reponen con objeto de tener materiales a la mano para los compradores. Entonces, un inventario comienza a dar vueltas, se finca un pedido por más material y el inventario se repone.

1.1.4.2 Demanda dependiente

La demanda dependiente está relacionada a la demanda de otro artículo y el mercado no la determina independientemente. Este tipo de demanda está estrechamente ligada a los inventarios de artículos en proceso. Cuando los productos están formados de partes y ensambles, la demanda por estos componentes depende de la demanda del producto final.

Para artículos de demanda dependiente se utiliza una demanda de filosofía de *requerimientos*. La cantidad de existencia ordenada se basa en requerimientos por artículos de nivel más alto. Conforme se empieza a rotar, no se ordena inventario adicional de materia prima o de producto en proceso. Se solicita mas material únicamente conforme lo requiere la necesidad de otros artículos de mayor nivel.

1.1.6 Tipos de sistemas de inventario

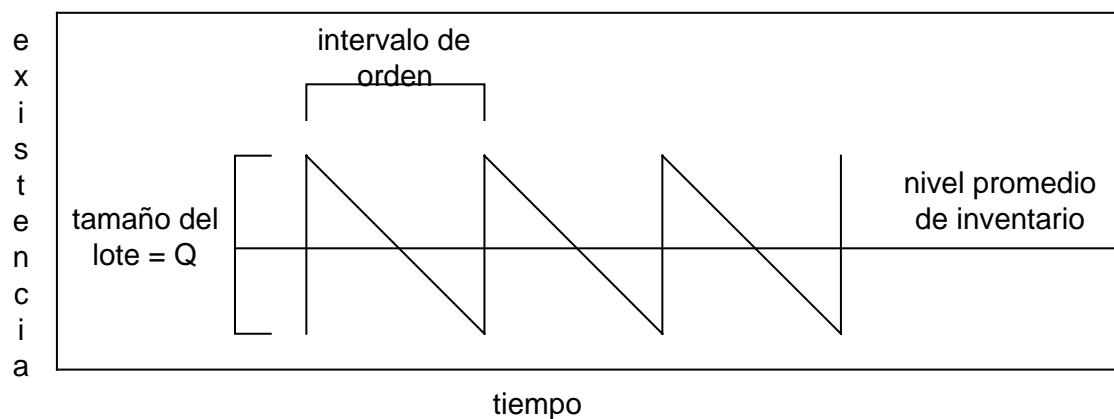
1.1.6.1 Cantidad económica de pedido.

La derivación del modelo EOQ se basa en las siguientes suposiciones:

- a. La tasa de demanda es constante, recurrente y conocida.

- b. El tiempo de entrega es constante y se conoce. El tiempo de entrega, desde el momento en que se coloca una orden a la fecha de embarque, es por lo tanto siempre un número fijo de días.
- c. No se permiten inexistentes. Dado que la demanda y el tiempo de entrega son constantes, se puede determinar con exactitud el momento de hacer una compra de material para evitar inexistentes.
- d. El material se adquiere o se produce en grupos o lotes y el lote se coloca en el inventario todo a la vez.
- e. Se utiliza una estructura de costo específico de la siguiente manera: el costo unitario del artículo es constante y no existen rebajas por compras grandes. El costo de sostenimiento depende linealmente del nivel promedio de inventario. Existe un costo fijo de orden o colocación para cada lote que es independiente del número de artículos del mismo.
- f. El artículo es un producto singular, no existe interacción con otros productos.

Figura 1. Niveles de inventario EOQ



Al seleccionar el tamaño del lote, existe un punto de sesgo entre la frecuencia de compra y el nivel de inventario. Los lotes pequeños producen compras frecuentes pero un nivel promedio bajo de inventario. Si se adquieren lotes más grandes, la frecuencia de la compra disminuirá pero se llevara más inventario. Esta compensación entre frecuencia de compra y nivel de inventario se puede representar por una ecuación matemática que utiliza los siguientes símbolos:

D = tasa de demanda, unidades al año

S = costo de orden

C = costo unitario

i = tasa de interés por llevar el inventario

Q = tamaño del lote

TC = total del costo de compra más el costo de llevar el inventario.

El costo anual de compra es:

$$\text{Costo de compra al año} = (\text{costo por pedido}) (\text{pedidos al año}) = S \frac{D}{Q}$$

En la ecuación anterior, D es la demanda total en un año, y el producto se adquiere en una cantidad de Q unidades a la vez; entonces D/Q ordenes o pedidos se colocan en un año. Esto se multiplica por S, el costo de colocar una orden.

El costo de llevar el inventario es:

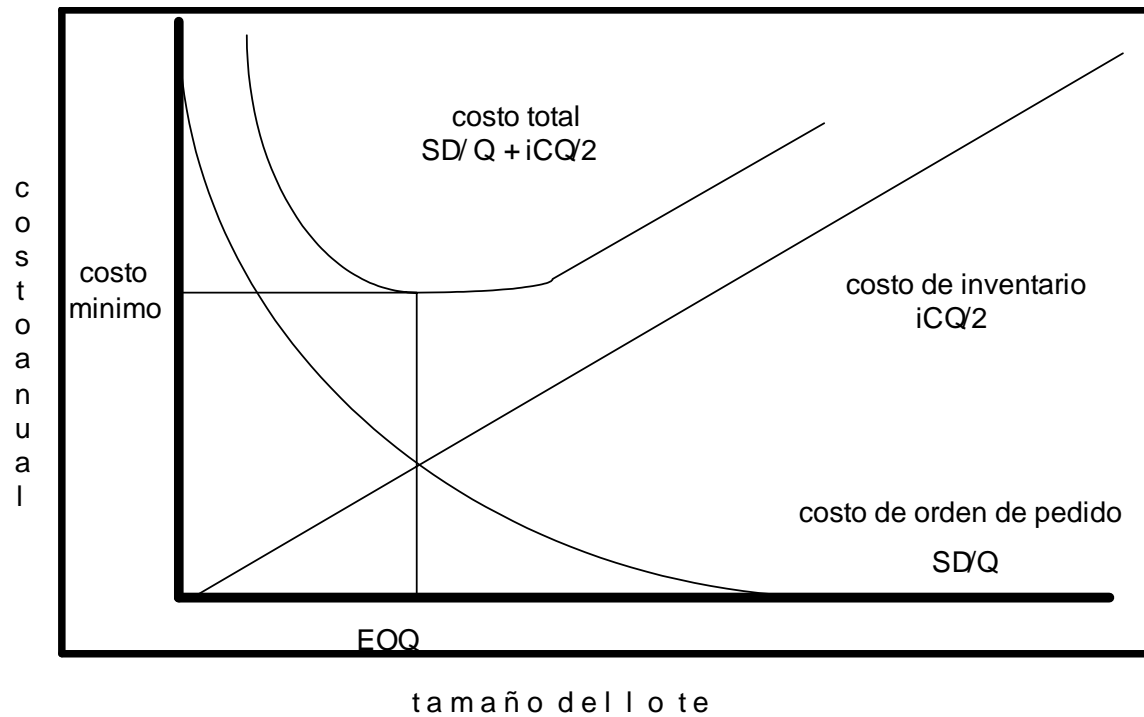
Costo por llevar = la tasa anual costo == $\frac{iCQ}{2}$
 inventario al año por llevar el
 inventario unitario

El costo total del inventario es entonces:

Costo total al año = costo de compra al año + costo de inventario al año

$$TC = \frac{SD}{Q} + \frac{iCQ}{2}$$

Figura 2. Costos de Inventarios



La gráfica TC contra Q, en la que se presenta cada componente de TC en forma separada junto con el total. Conforme Q aumenta, la componente del costo de compra disminuye debido a que se colocan menos pedidos al año; sin embargo, al mismo tiempo, la componente del costo de inventario aumenta debido a que se conserva más inventario promedio. Entonces, los costos de compra y de llevar el inventario se compensan; uno disminuye en tanto que el otro aumenta. Esto es precisamente el sesgo entre los costos de compra y de llevar el inventario que se mencionó anteriormente. Debido a esta oblicuidad, la función TC tiene un mínimo.

La Ecuación:

$$Q = \sqrt{\frac{2SD}{iC}}$$

Es la cantidad clásica económica de pedido. La que minimiza el costo de operación del inventario. A pesar de que se ha minimizado el costo sobre una base anual, se puede utilizar cualquier unidad de tiempo siempre que las tasas de demanda e interés sean compatibles.

La fórmula EOQ tiene muchas limitaciones. Algunas de las más serias son:

- a. Se supone que la demanda es constante, mientras que en muchas situaciones reales la demanda varía situacionalmente.
- b. Se supone que el costo unitario es constante, pero en la práctica con frecuencia existen descuentos en la compra de grandes cantidades.

- c. Se supone que el material en el lote llega completo, pero en algunos casos el material se colocara dentro del inventario en forma continua, conforme se produce.
- d. Se asume un solo producto, pero algunas veces se compran artículos múltiples a un solo proveedor y todos se embarcan en el mismo tiempo.
- e. Se supone que el costo de colocación es fijo cuando de hecho con frecuencia se puede reducir.

1.1.6.2. Sistema de revisión continua.

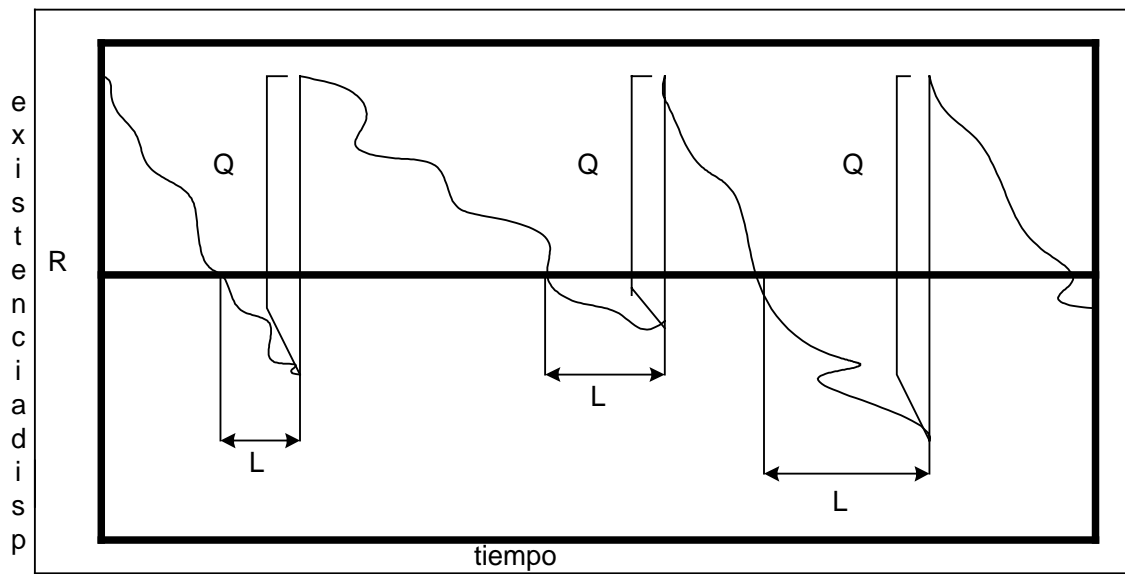
En la práctica una de las limitaciones más serias del modelo EOQ es la suposición de demanda constante. EN este sistema se eliminara esta suposición y se aceptará la demanda aleatoria.

En el trabajo de inventarios, las decisiones de reordenar el material en almacén se basan en las cantidades totales a la mano, más las que son objeto de una orden. El material de una orden se contabiliza de la misma manera que el material que se tiene a la mano para decisiones de reorden debido a que el primero está programado para llegar, aún cuando no se vaya a producir más. EL total del material de una orden y el que se tiene a la mano recibe el nombre de posición de existencias (o existencias disponibles). Se debe tener cuidado respecto a este punto. Un error común en los problemas de inventario es el no considerar las cantidades que ya se incluyeron en una orden.

En un sistema de revisión continua, la posición de las existencias se monitorea después de cada transacción. Cuando la posición de la existencia cae por debajo de un punto de orden predeterminado, se coloca una orden por una cantidad fija. Dado que esta cantidad es fija, el tiempo entre órdenes variara dependiendo de la naturaleza aleatoria de la demanda. Al sistema de revisión continua se le llama algunas veces sistema Q o sistema de cantidad fija de orden.

La siguiente gráfica muestra la forma de operación del sistema. La posición de la existencia cae en una forma irregular hasta que alcanza el punto de reorden R donde se coloca una orden por Q unidades. La orden se recibe posteriormente, después de un tiempo de entrega L y entonces se repite el ciclo de utilización, reorden y recepción de material.

Figura 3. Sistema de Revisión Continua.



El sistema Q se determina completamente mediante el uso de dos parámetros Q y R. Q se hace igual al valor de EOQ de la ecuación antes vista en este sistema haciendo uso de la demanda promedio D. El valor de R se puede basar en la probabilidad, ya sea el costo de inexistencia o en la probabilidad de inexistencia.

Un término ampliamente utilizado en la administración de inventarios es el nivel de servicio, el cual es el porcentaje de demandas del comprador y que se satisfacen con material proveniente del inventario.

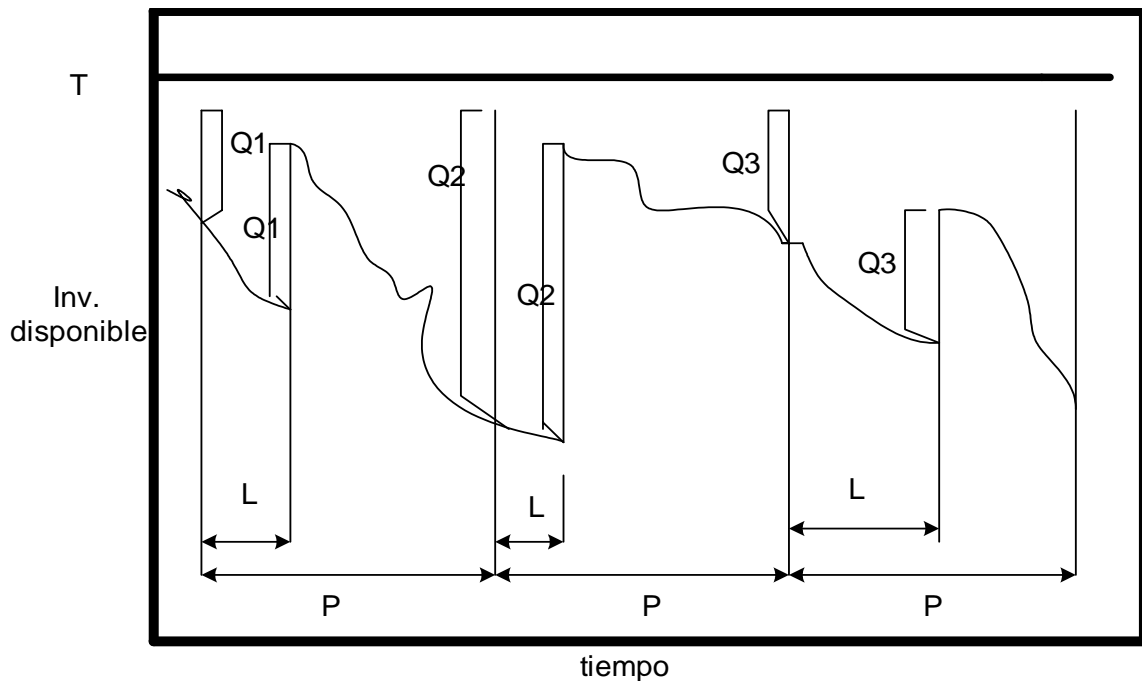
1.1.6.3. Sistema de revisión periódica.

En este sistema se supone que la posición de existencia se revisa periódicamente y que la demanda es aleatoria. Todas las suposiciones EOQ siguen siendo aplicables, excepto la demanda constante y las no existencias.

En un sistema de revisión periódica, la posición de existencia es rebautizada como un nivel objetivo de inventario. El nivel objetivo se fija para cubrir la demanda hasta la siguiente revisión periódica más el tiempo de entrega del embarque. Se ordena una cantidad variable dependiendo de cuanto se necesita para colocar la posición de existencia en el objetivo. El sistema de revisión periódica con frecuencia recibe el nombre de sistema P de control de inventario, el sistema de intervalo-orden-fijo, el sistema periodo-orden-fijo, o simplemente el sistema periódico.

Una gráfica de operación de este sistema se presenta a continuación. La posición de existencia cae de una forma irregular hasta que llega el momento fijo de una revisión. En ese instante, se ordena una cantidad para colocar la posición de existencia en el nivel objetivo. La orden llega posteriormente, después de un tiempo de entrega L ; entonces el ciclo de utilización, reorden y recepción de material se repite.

Figura 4. Sistema de Revisión Periódica.



El sistema P funciona de una manera diferente al sistema Q debido a que:

- a. No tiene un punto de reorden sino un inventario objetivo;
- b. No tiene una cantidad económica del pedido, sino que la cantidad varía de acuerdo a la demanda;

c. En el sistema P el intervalo de compra es fijo, no la cantidad de la misma.

1.1.7 Nivel de servicio y nivel de inventario.

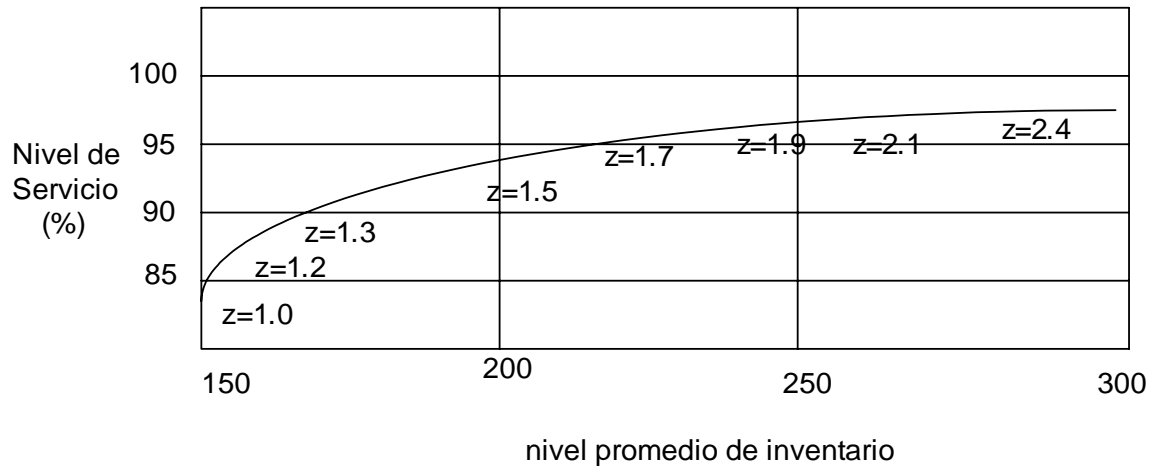
Existe un equilibrio entre el nivel de servicio y el nivel de inventario. En la administración de inventarios con demanda independiente, una de las consideraciones clave es el nivel de servicio al cliente. Pero los niveles de servicio al cliente deben estar equilibrados con la inversión en inventarios, ya que los niveles altos de servicio al cliente requieren mayores inversiones en inventario.

El nivel promedio de Inventario esta dado por

$$I = \frac{Q}{2} + zt.$$

El razonamiento que hay detrás de esta fórmula es que $Q/2$ unidades se llevan en promedio debido a las órdenes en lotes de tamaño Q y se llevan zt unidades en promedio debido a existencias seguridad. Entonces el nivel de inventario es la suma de los componentes: material del ciclo en almacén e inventario de seguridad.

Figura 5. Nivel de Servicio.



Esta gráfica indica que se requiere un nivel de inventario creciente para alcanzar niveles de servicio más altos. Conforme el nivel de servicio se aproxima al 100%, se requieren inventarios más grandes. Esto ocurre debido a que se está suponiendo la demanda normalmente distribuida durante el tiempo de entrega, y se deben cubrir eventos con poca posibilidad de ocurrencia conforme la probabilidad se aproxima al 100%.

Debido a la relación altamente no lineal, es crucial para el administrador comparar la gráfica del nivel de servicio con la de nivel de inventario antes de establecer un nivel de servicio. La selección de un nivel arbitrario de servicio puede ser sumamente costosa, dado que la diferencia de unos pocos puntos porcentuales en el nivel de servicio podría incrementar sustancialmente el nivel de inventario requerido.

La relación entre el nivel de inventario y el nivel de servicio ayuda a determinar las rotaciones apropiadas de inventario.

1.1.8 Sistemas de control de inventarios.

Un sistema de control de inventario puede ser manual o computarizado o una combinación de los dos. Hoy en día muchos sistemas de inventario son computarizados, siendo las excepciones aquellos con un número pequeño de artículos o artículos poco costosos.

En un sistema de control de inventario, se deben realizar las siguientes funciones:

Contabilizar la transacción. Cada sistema de inventario requiere un método para conservar los registros, el cual debe considerar las necesidades contables y la función administradora del inventario. Algunas veces esto requiere mantener registros perpetuos apuntando a cada salida y entrada. En otros casos, serán suficientes contabilizaciones periódicas. Cualquiera que sea el método exacto utilizado, cada sistema de control de inventario requiere un subsistema de transacción adecuado.

La exactitud de los registros de inventario es de tal importancia que puede difícilmente ser subestimado. Muchos sistemas no responden apropiadamente debido a que los registros de los inventarios disponibles y por llegar, no son exactos.

Reglas de decisión del inventario. Un sistema de inventario debe incorporar reglas de decisión para determinar cuándo y qué cantidad ordenar.

Reporte de excepciones. Cuando las reglas de decisión del inventario se incorporan automáticamente en un sistema, las excepciones se deben reportar al administrador. Estas excepciones pueden incluir situaciones en las cuales el pronóstico no está de acuerdo con la demanda, se ha generado un orden de compra muy grande, las inexistencias han alcanzado un nivel excesivo, etc. El propósito del reporte de excepciones es alertar al administrador para cambiar suposiciones.

Pronostico. Las decisiones de inventario deben basarse en el pronóstico de la demanda. Las decisiones de inventario no se deben basar únicamente en las exigencias del departamento de mercadotecnia o del administrador del inventario; se debe incorporar al sistema una técnica cuantitativa.

Reportes a la alta gerencia. Un sistema de control de inventario debe generar reportes para la alta gerencia, tal como lo hace para el administrador del inventario. Estos reportes deben medir el comportamiento total del inventario y deben incluir el nivel de servicio proporcionado, los costos de operación del inventario y los niveles de inversión en comparación con otros períodos.

Un buen sistema de control de inventarios debe ir más allá de la mera conservación de registros. Debe servir para la toma de decisiones gerenciales y también para controlar los niveles de inventario.

1.1.8.1 Tipos de sistemas de control

a. Sistema de una sección:

En un sistema de una sola sección, la sección o estante se llena periódicamente. Ejemplos de esto son los estantes en las tiendas que venden productos al menudeo, depósitos de gasolina para automóviles, etc. El sistema de una sección es un sistema P. El tamaño de la sección es la existencia objetivo, y el inventario se surte a ese objetivo periódicamente mediante el llenado del estante. En este tipo de sistema, los registros de cada recepción o entrega no se conservan. Sin embargo, las ordenes de compra usualmente se guardan, de tal manera que la diferencia entre cualquiera de dos conteos físicos de inventarios se puede determinar.

b. Sistema de dos secciones:

Para entender el sistema de dos secciones, imagínese una sección con dos compartimentos. El compartimiento de enfrente contiene material que se utiliza en forma normal y el compartimiento de atrás, es material de reserva y por lo tanto permanece cerrado. Cuando el material en el compartimiento de enfrente se ha agotado, se abre el compartimiento de atrás para utilizar el material y se coloca una orden. Entonces el compartimiento de atrás debe tener suficiente material para durar, con una alta probabilidad, durante todo el tiempo de entrega de la reposición. Este es un sistema Q de control de inventario, en el cual el compartimiento de respaldo contiene una existencia igual al punto de reorden.

c. Sistema de kardex:

Con este sistema, se lleva un kardex, en el que generalmente se tiene una tarjeta para cada artículo del inventario. Conforme se venden los artículos, se localizan las correspondientes tarjetas y se actualizan. Similarmente, las tarjetas son actualizadas cuando llega material nuevo. También se tienen reglas de decisión para cualquiera de los sistemas utilizados, P o Q. El sistema de kardex puede ser apropiado para inventarios pequeños con no demasiadas transacciones.

d. Sistema computarizado:

Se conserva un registro para cada artículo en una memoria de almacenamiento de lectura computarizado. Las transacciones se asientan contra este registro conforme los artículos son despachados o recibidos. La computadora aplica cualquiera de las reglas de decisión P o Q, pronostica la demanda y monitorea el comportamiento del sistema de inventario. El sistema de computadora reduce esfuerzos críticos y también proporciona un mejor control administrativo de inventarios.

1.1.9 Administración ABC de inventarios.

En 1906, Wilfredo Pareto observó que unos cuantos artículos en cualquier grupo constituían la proporción significativa del grupo entero. En ese tiempo él estaba interesado en el hecho de que unos pocos individuos en la economía parecían obtener la mayoría de los ingresos. También se pudo observar que unos cuantos productos en una empresa conformaban la mayoría

de las ventas y que, en grupos de voluntarios, unas pocas personas hacían la mayoría del trabajo.

En inventarios, unos cuantos artículos usualmente repercuten en la mayor parte del valor del inventario en cuanto se miden su uso en dólares. Entonces, se pueden administrar estos pocos artículos en forma intensa y controlar así la mayoría del valor inventario. En el trabajo de los inventarios, los artículos generalmente se dividen en tres clases: A, B, C. La clase A comúnmente incluye alrededor del 20 por ciento de los artículos y el 80 por ciento del valor en dólares. Por lo tanto representan la menor cantidad más significativa. En el otro extremo, la clase C incluye el 50 por ciento de los artículos y representa únicamente el 5 por ciento del valor. Estos artículos contribuyen muy poco al valor del inventario. En el punto medio esta la clase B, con un 30 por ciento de los artículos y 15 por ciento del valor en dólares. La clasificación del inventario en esta forma con frecuencia recibe el nombre de análisis ABC o la regla 80 – 20.

La designación de las tres clases es arbitraria; puede haber cualquier número de clases. También el porcentaje exacto de artículos en cada clase varía de un inventario al siguiente. Los factores importantes son los dos extremos: unos pocos artículos que son significativos y un gran número de artículos que son relativamente poco significativos.

La mayoría del valor de uso en dolores en el inventario puede controlarse muy de cerca monitoreando los artículos A. Para estos artículos puede utilizarse un estricto sistema de control que incluye la revisión continua de los niveles de existencias, menos existencias seguras y una marcada atención para la exactitud de los registros.

En el otro extremo, para los artículos C se podría utilizar un control menos rígido. Se podría utilizar un sistema de revisión periódica para consolidar las ordenes surtidas por un mismo proveedor y podría ser suficiente menos exactitud en los registros. Los artículos B requieren un nivel de atención y un control administrativo intermedios.

1.1.10 Consideraciones básicas para la toma física de inventarios

Al determinar el plan de inventarios debe considerarse los errores que pueden ocurrir en la toma física de inventarios, a continuación se mencionan algunas:

- Productos omitidos en el conteo
- Conteos incorrectos
- Pesos y medidas inadecuadas
- Errores en conversión de unidades, medidas y pesos
- Alteración de listados de conteos o marbetes
- Errores en transacciones de cierre
- Errores relacionados con inventarios en consignación o bajo custodia de terceros
- Errores en inventarios en transito o embarque no ingresados
- Error en el registro de los resultados del conteo

a. Planeación de las actividades a realizar

Inicialmente como toda actividad planificada debe tratarse de contestar las siguientes preguntas:

- ¿Qué hacer?

- ¿Cómo hacerlo?
- ¿Cuándo hacerlo?
- ¿Quién lo hará?

Tomando como base lo anterior, a continuación se incluyen algunas de las actividades típicas en la toma física de inventarios que deben considerarse:

b. Orden de conteo

En este paso deberá determinarse el orden a seguir en la toma física de inventarios. Por ejemplo: puede distribuirse el orden por:

- Tipos de productos
- Grupos de productos por ubicación
- Marcas o estilos

Cuando existen varias bodegas, será necesario determinar el orden que se seguirá para el conteo de las mismas, tratando que se realicen al mismo tiempo aquellas que tengan productos similares o que presenten condiciones especiales parecidas.

c. Ordenamiento de bodegas

El orden físico y lógico de las bodegas, es un factor significativo en el éxito de una toma física de inventarios. Con el objetivo de disminuir el riesgo en el conteo de los activos o errores en la identificación de los productos.

Básicamente debe cuidarse lo siguiente:

- Que la bodega se encuentre limpia, cuente con iluminación adecuada, servicios básicos, accesos restringidos.
- Que los productos se encuentren almacenados y agrupados por su clase, naturaleza y características especiales. Debe evitarse que se almacene un mismo producto en varios espacios físicos.
- Separar e identificar los master (kits, cajas, envases) completos y sellados de aquellos utilizados parcialmente.
- Deben envasarse en medidas estándar aquellos productos que se compren a granel, (mayoreo) pero que se registren en el control de inventarios por unidad de medida. Si esto no es posible debido a condiciones especiales, entonces debe contarse con medios que permitan su medición exacta o considerar la contratación de un especialista.
- Todos los productos deben contar con un adecuado sistema de identificación que permita distinguirlo de otros parecidos, como mínimo esta identificación debe especificar: código del producto, descripción, unidad de medida, presentación, etc.
- Observar cierre de operaciones en bodega, es decir cancelar ingresos y egresos durante el inventario, ya que de no hacerlo de esta forma se incrementa el riesgo de conteos inadecuados, conteos duplicados e incluso fraudes.

d. Cortes de formas

Con el objetivo de obtener seguridad que las existencias teóricas con las cuales será comparado el conteo reflejan completa y adecuadamente el movimiento de inventarios, debe practicarse un corte de formas al inicio y al final de la toma física, este procedimiento consiste en anotar y verificar el correlativo de las formas utilizadas y por utilizar en el sistema de control de inventarios (notas de ingresos, envíos, notas de salida, traslados, facturas, etc.). Con el objetivo de asegurar el registro de todas las transacciones registradas durante y después de la misma.

e. Grupos de conteo

Debe determinarse quienes serán los responsables por el conteo y registro del inventario. En la medida de lo posible debe formarse así:

- Un representante de bodega
- Un representante de administración o contabilidad
- Un representante de auditoría interna

f. Preparación de listados

En el caso de utilización de listados para el conteo de productos debe considerarse lo siguiente:

- Cada listado debe incluir únicamente los productos a ser contados.
- Debe contar con un espacio para anotar los productos observados que no están en el listado

- Debe tener un área para identificación de los que realizaron el conteo, ubicación de los productos, bodega, fecha
- No debe de incluirse el saldo teórico en el listado
- Debe verificarse que todos los productos en el listado hayan sido contados.

g. Inventario en consignación

Están constituidos por todos aquellos bienes que la empresa tiene para la venta, pero que por medio de un contrato o convenio con el proveedor, estos no son propiedad de la empresa.

Se debe considerar la existencia de inventarios en consignación, observando que los mismos no sean contados como inventarios de la empresa. Deben separarse de otros productos, identificarse como inventarios en consignación y contarse, además debe verificarse que en los mismos no se incluyan productos que son propiedad de la empresa. Estos inventarios deben ser controlados, y por lo tanto debe compararse su existencia física contra la teórica, cuidando de no ser incluido dentro de las cuentas de la empresa.

h. Horarios y programas de inventarios

Consiste en determinar un cronograma de actividades a realizar cuando se este realizando el conteo físico.

i. Inventarios en mal estado, dañados u obsoletos

Antes de iniciar la toma física de inventarios es necesario verificar que todos los productos se encuentren en óptimas condiciones.

Es necesario separar los productos defectuosos de los que se encuentran en buen estado.

1.2 Pronósticos

1.2.1 Definición

Un pronóstico es una aproximación del comportamiento futuro de una variable determinada, utilizando el método que mejor se acople a la tendencia que ha manifestado dicha variable en el pasado.

La dificultad mayor de pronosticar comportamientos radica en la posibilidad de eventos que no hayan ocurrido anteriormente, como el desarrollo de nuevas tecnologías, la incorporación de competidores con sistemas comerciales no tradicionales, variaciones en las políticas económicas gubernamentales, etc.

La multiplicidad de alternativas metodológicas existentes para estimar el comportamiento futuro de alguna variable nos obliga tomar en consideración un conjunto de elementos de cada método, para poder seleccionar y aplicar correctamente aquel que sea más adecuado para cada situación particular.

Los métodos de pronóstico se pueden dividir en dos grandes grupos, los modelos cualitativos que se basan principalmente en opiniones de expertos y los modelos cuantitativos causales, que parten del supuesto de que el grado de influencia de las variables que afectan el mercado permanece estable y que el comportamiento que asuma la variable a futuro puede determinarse en gran medida por lo sucedido en el pasado.

1.2.2 Métodos cualitativos

1.2.2.1 Método Delphi

Dentro de los métodos cualitativos, éste tal vez, es el más conocido y consiste en reunir a un grupo de expertos en calidad de panel, a quienes se les somete a una serie de cuestionarios, con un proceso de retroalimentación controlada después de cada serie de respuestas. Se obtiene así información, que tratada estadísticamente entrega una convergencia en la opinión grupal, de la que nace una predicción. El método Delphi se fundamenta en que el grupo es capaz de lograr un razonamiento mejor que el de una sola persona, aunque sea experta en el tema.

Con el objeto de no inhibir a los participantes del panel, del cuestionario se contesta anónimamente. La retroalimentación controlada sobre el panel se hace efectiva cada vez que se completa una ronda de cuestionario. El proceso se repite hasta lograr la convergencia de opiniones de todos los expertos.

1.2.2.2 Método de investigación de mercado

Este es un método más específico y que se vale del método científico. Se utiliza principalmente en la recolección de información relevante para ayudar a la toma de decisiones o para probar o refutar hipótesis sobre un mercado específico, mediante encuestas, experimentos, mercados prueba u otra forma.

La principal característica es su flexibilidad para seleccionar o incluso diseñar la metodología que más se adecue al problema en estudio, requiriendo una investigación exploratoria, descriptiva o explicativa.

1.2.2.3 Método de consenso de panel

Esta es una técnica similar al método Delphi, se diferencia de aquella en que no existen secretos sobre la identidad del emisor de las opiniones, y en que no hay retroalimentación dirigida desde el exterior. Este método se basa en la suposición de que varios expertos serán capaces de producir un pronóstico mejor que una sola persona. No existen secretos y se estimula la comunicación. Algunas veces ocurre que los factores sociales influyen en los pronósticos y por ello, éstos no reflejan un consenso verdadero. El peligro del método reside en la posibilidad de que emerja un grupo dominante que anule la interacción adecuada y se logre un consenso por su capacidad de argumentación y no por la validez de la misma.

1.2.3 Modelos causales

1.2.3.1 Promedio móvil

Este método se utiliza cuando las estadísticas de ventas son estables, además nos permite seleccionar la información que queremos tomar en cuenta, por ejemplo desechar datos que son estables pero que ya no reflejan la realidad de las ventas actuales, cuando este sea el caso, se deberá utilizar este método, debido a que su procedimiento consiste en establecer un ciclo de análisis arbitrario.

El método consiste en hacer un promedio aritmético solo con el número de períodos que establezca el ciclo de análisis, esto permite obtener un pronóstico que tome en cuenta únicamente los valores más recientes, de tal modo que se obtendrá un resultado con una tendencia más actual. El promedio móvil se obtiene de:

$$Pm = \frac{\sum_{i=1}^n Ti}{n}$$

Donde T_i es el valor que adopta la variable en cada período i , y n es el ciclo de análisis.

1.2.3.2 Promedio móvil ponderado

Este método matemático es similar al promedio móvil, pues también puede seleccionar la información que se desea tomar en cuenta, dependiendo de los factores del mercado en el momento. Este modelo actualiza más rápido o retarda el efecto de los últimos datos a evaluar en el resultado, debido a que incorpora en su procedimiento un elemento de ponderación que permite dar o restar importancia a los datos que convenga, de acuerdo a la situación a estudiar.

Para hacer esta ponderación debemos tomar en cuenta las siguientes reglas

- a) El valor máximo que se puede tener en todo el ciclo no puede ser mayor que el número de períodos involucrados en el ciclaje de movilidad.
- b) Los valores que se asignan a cada período no pueden ser menores que el dato anterior asignado.
- c) No se puede utilizar una ponderación con un valor igual a 0.

El promedio móvil ponderado se obtiene de:

$$Pm = \frac{T_1(p_1) + T_2(p_2) + T_3(p_3) + \dots + T_n(p_n)}{n}$$

Donde T es el valor que adopta la variable en cada período, n es el ciclo de análisis y p es la ponderación aplicada a cada período.

1.2.3.3 Promedio móvil ponderado exponencialmente

Este método es el más sofisticado en su utilización ya que permite una mejor utilización de los datos de ventas para conseguir un mejor pronóstico de riesgo.

El promedio móvil ponderado exponencialmente nos permite regular todas las causas asignables a fallas que se dan entre las ventas reales y los pronósticos calculados con nuestros modelos matemáticos, este elemento se llama factor Alfa, al que denominaremos FA. Este nos permite aproximar la posible causa del fallo en el cálculo. Las posibles causas en la diferencia del cálculo las podemos clasificar en, causas asignables al azar y causas asignables al modelo.

Las causas asignables al azar son aquellas en las que no podemos incidir para manejarlas, pues son eventos que se dan sin ningún patrón de referencia.

Las causas asignables al modelo son aquellas que producen fallas en el pronóstico debido a problemas existentes en el producto, a estos elementos también se les llama factores controlables.

El valor del factor alfa, varía entre 0 y 1, cuando tiene un valor cercano a 0 se dice que las fallas son asignables al azar y cuando tiene un valor cercano a 1 las fallas son asignables al modelo.

La fórmula para encontrar el promedio móvil ponderado exponencialmente es:

$$P = P_{t-1} + FA(E)$$

Donde P_{t-1} es el pronóstico anterior, FA es el factor alfa y E es el error o las ventas del período anterior menos el pronóstico anterior. Como podemos ver este modelo necesita un pronóstico anterior, que para el primer dato puede ser un simple promedio aritmético o el dato histórico anterior.

1.2.3.4 Modelos de regresión

Este tipo de modelos se utilizan para los casos en que los datos históricos reflejan una tendencia ascendente o descendente.

El más sencillo y más importante modelo de regresión es el lineal que está dado por:

$$y' = a + bx$$

Donde y' es el valor estimado de la variable dependiente para un valor específico de la variable independiente x , a es el punto de intersección de la línea de regresión con el eje y , b es la pendiente de la línea y x es el valor específico de la variable independiente.

El criterio de los mínimos cuadrados permite que la línea de regresión de mejor ajuste reduzca al mínimo la suma de las desviaciones cuadráticas entre los valores reales y estimados de la variable dependiente para la información muestral.

Los componentes de la línea de regresión se calculan de la siguiente manera:

$$b = \frac{n \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{n \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x}$$

Donde \bar{y} y \bar{x} son las medias de las variables y n el número de relaciones existentes.

Para determinar el grado de correlación que existe entre y y x se utiliza el coeficiente de determinación r^2 que indica que tan correcto es el estimado de la línea de regresión. Mientras más alto sea r^2 más confianza se podrá tener en la línea de regresión, r^2 está dado por:

$$r^2 = \frac{\sum (y - \hat{y})^2}{\sum x(y - \hat{y})^2}$$

Algunos otros modelos de regresión están dados por:

Semilogarítmica $y' = ab^x$

Logarítmica $y' = a + b(\ln x)$

Hiperbólica $y' = \frac{1}{a} + bx$

Es recomendable para elegir el método de regresión más apropiado, observar gráficamente el comportamiento de los datos, de tal forma que, se pueda elegir el modelo que se acerque más a la tendencia de éstos.

1.2.3.5 Demanda cíclica.

Estos modelo se utilizan para los conjuntos de datos que tienen una tendencia cíclica y por lo tanto tienen una relación horizontal, por ejemplo los datos del lunes corresponden al dato del lunes de la siguiente semana y no al martes de la misma semana.

Para calcular un pronóstico bajo el método cíclico se utiliza la fórmula:

$$P = (\bar{x})i$$

Donde el pronóstico es igual a multiplicar el promedio vertical por el índice estacional i del período. El índice estacional es igual al promedio horizontal del período dividido entre el promedio vertical del juego completo de datos.

Para poder trabajar un juego de datos con el método cíclico se necesita por lo menos tres períodos completos (semanas, años, bimestres, etc.), debido a que es necesario para el cálculo del índice de estacionalidad.

Se debe tomar en cuenta que, cuando los ciclajes son casi perfectos, las curvas son muy parecidos entre si y esto genera que la fórmula del pronóstico se reduzca al promedio horizontal del período.

1.2.3.6 Error de pronóstico

El error de pronóstico es la diferencia entre el dato pronosticado y el valor real y se utiliza para decidir, luego de una serie de análisis, cuál es el método óptimo para un conjunto de valores dado.

Para llegar a este punto es necesario seguir un procedimiento en el que primero se estudia la gráfica del conjunto de datos (análisis primario) para determinar de una manera rápida que modelo o modelos son los más apropiados para cada caso. Luego de este análisis se debe realizar una prueba con cada uno de los modelos escogidos en el análisis primario y se deben registrar los resultados de cada uno en tablas, de tal modo que, se puedan obtener los errores de cada período de pronóstico, de tal forma que, el método que se debe emplear es el que presente el menor error acumulado.

2. DETERMINACION DE LAS CONDICIONES ACTUALES

2.1. Descripción de una empresa de venta de combustibles típica.

2.1.1. Descripción general de la empresa.

Una gasolinera es un punto de venta de combustibles para vehículos automotores. Actualmente una estación de servicio, por lo general ofrece una gran variedad de servicios al cliente, que van desde la venta de combustibles, lavado de motores, y venta de abarrotes.

La organización de una estación de servicio es relativamente sencilla, por lo general se compone del Gerente/propietario, un administrador, un auxiliar de administrador, los dependientes de mostrador, los despachadores y ayudantes y otros.

El manejo del inventario en una estación de servicio es un punto clave en su administración, debido a su alta rotación. Es muy difícil encontrar una estación que posea tanques que le permitan trabajar más de 3 días sin abastecerse, por lo tanto un error o un descuido puede significar quedarse sin combustible. A esto debemos agregar los inventarios de lubricantes y los abarrotes que se venden en las tiendas de conveniencia.

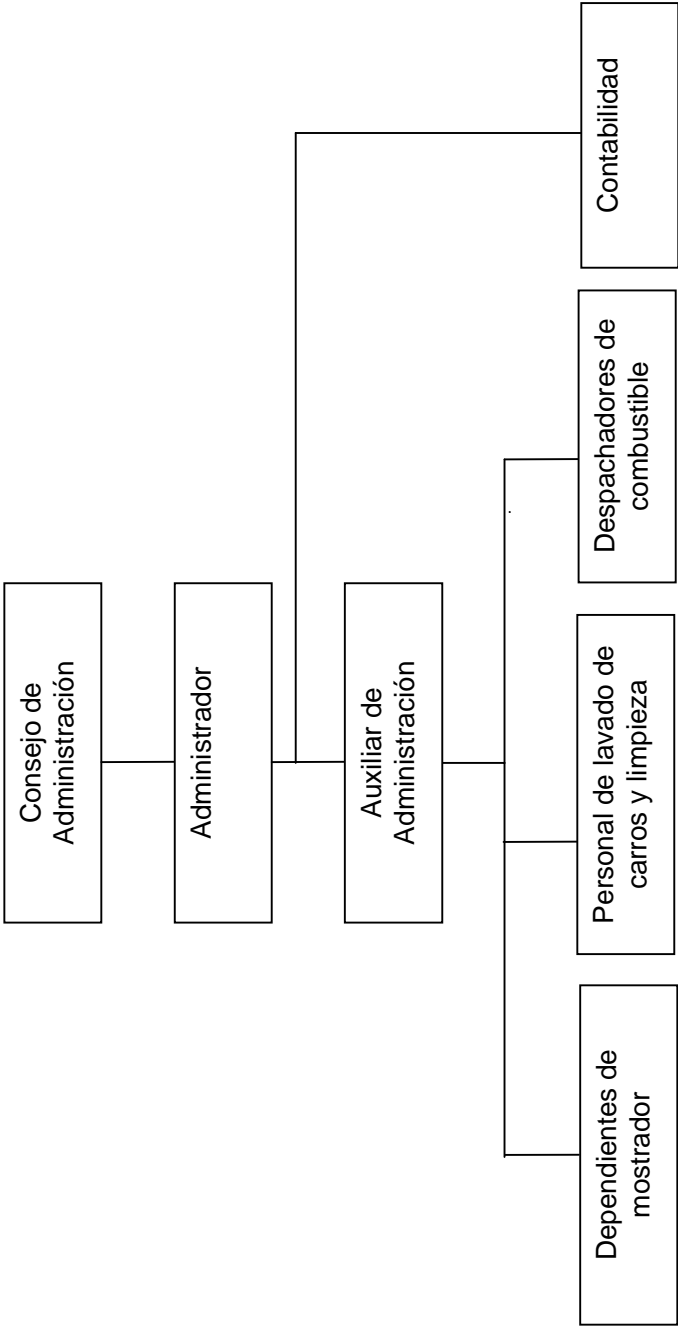
Estructuralmente, la ley de hidrocarburos establece que una gasolinera debe tener dispensadores y tanques debidamente calibrados, rejillas recolectoras de derrames en el punto de venta y en el área de recepción de combustibles, un tanque separador, una fosa séptica y un pozo de absorción si no existen drenajes en el área.

El negocio de la venta de combustibles en el país, enfrenta hoy en día muchos problemas graves, entre ellos podemos mencionar el constante robo de camiones cisternas y venta de combustible robado, el contrabando, la evasión fiscal y la delincuencia común.

El efecto de la globalización en este negocio ha generado en nuestro país una competencia muy fuerte, que ha obligado a todos a reducir costos y a ofrecer productos cada vez más complejos para lograr un mejor nivel de servicio al cliente

2.1.2. Organigrama.

Figura 6. Organigrama de la Empresa



2.1.3. Estudio de las Funciones Administrativas en la empresa.

Los pasos del proceso de administración se realizan de una forma bastante empírica en la empresa y recae únicamente sobre el administrador de la estación, es común observar que la toma de decisiones en el proceso administrativo no se realiza sobre la base de herramientas de optimización.

La planificación se hace a muy corto plazo, no se generan estrategias ni tácticas para mejorar la rentabilidad del negocio, los esfuerzos relacionados con este paso, se hacen para acciones que realizarán una semana o un mes después. Se debe mencionar que tampoco se generan metas cuantificables, simplemente se tiene la noción de que se deben lograr ciertos objetivos, pero ni son cuantificables, ni se comentan con el personal.

Como resultado de esta forma de trabajar, la organización se resume a lo que se definió en el inicio del negocio, no se analizan ni se realizan cambios en la estructura organizacional de la empresa a corto, mediano, o largo plazo.

La dirección es otra actividad administrativa que se realiza a la ligera, el encauzamiento de los recursos disponibles hacia el logro de los objetivos de la empresa se realiza únicamente a través de constantes regaños y llamadas de atención.

Otro factor interesante es que a raíz de que no se plantean metas organizacionales objetivas, la función de control es casi imposible de ejecutar, la administración de la empresa se caracteriza por la implementación de excesivos controles, que consumen mucho tiempo y energía y que producen información muy difícil de interpretar y por lo tanto dificulta sobre medida la retroalimentación.

2.1.4. Tipos de estaciones de servicio.

a. Estaciones de las empresas importadoras petroleras:

La tendencia de la mayoría de empresas importadoras de combustible es la integración vertical, Ellos buscan importar, vender al por mayor, distribuir y vender al menudeo.

El surgimiento en los últimos años, de nuevas empresas importadoras ha generado la aparición de otras marcas, que han hecho creer erróneamente a la población que son independientes. Algunas de estas empresas importadoras han venido a quitar una importante porción de mercado a las poderosas transnacionales tradicionales.

b. Estaciones de servicio con contratos de comodato con las empresas importadoras:

Estas pertenecen a personas que han firmado contratos de exclusividad de compra a las empresas importadoras a cambio del equipo necesario para la venta (dispensadores, tubería, marquesina, tanques, rótulos, etc.), en algunos casos éstas personas se ven obligadas a pagar un derecho de llave o franquicia. Las ventas y compras de estas estaciones son monitoreadas de cerca por el personal de las empresas importadoras para verificar el cumplimiento de los contratos.

La tendencia en este sector es que, después de terminar los contratos con las compañías importadoras, los propietarios de las estaciones buscan ser independientes.

c. Estaciones de servicio independientes:

Estas gasolineras son las que han generado un impresionante aumento en el número de estaciones en el país. Del año 2000 al 2004, casi se ha duplicado el número de estaciones de servicio en el país. Estas tienen la enorme ventaja de poder comprar el combustible en donde encuentren los precios más bajos. Esto ha generado una fuerte competencia y nos ha mantenido con los precios y márgenes de utilidad más bajos del área centroamericana.

2.2. Determinación de las condiciones actuales.

2.2.1. Descripción del método de administración de inventario empleado actualmente.

Las decisiones sobre la compra de combustibles, lubricantes y abarrotes en la estación de servicio se hacen tomando en cuenta únicamente la apreciación del administrador de la estación.

En cuanto a combustibles, el administrador revisa el inventario diariamente y decide hacer o no, un pedido tomando en cuenta únicamente las ventas de dos o tres días antes. Esto lo hace sin seguir ningún procedimiento, lo que ha generado varias veces que ocurran errores y que la estación se quede sin combustible.

Para el inventario de los lubricantes y los abarrotes simplemente se hacen pedidos cuando llegan los vendedores o cuando “ya casi no hay” o peor aún cuando “ya no hay”, no se toman en cuenta los costos, los niveles de servicio, ni pronósticos de demanda.

2.2.2. Efectos del sistema sobre la empresa.

Este mal manejo de los inventarios genera en la empresa que se pierdan clientes por la falta de producto, por ejemplo, es muy difícil que un cliente que no encuentra combustible en la estación, regrese nuevamente. También se elevan los costos de ordenar, al hacer pedidos innecesarios sin seguir un procedimiento. Además, uno de los problemas más importantes es la descapitalización por mantener un nivel de inventario demasiado alto, debido a pedidos mal hechos o por tener existencias seguras demasiado altas.

Por último este sistema ocasiona que se pierda valioso tiempo y esfuerzo que se puede emplear en generar otras ventajas competitivas, como mejorar la calidad en el servicio al cliente y llevar un mejor control sobre el negocio.

2.2.3. Estimación de costos asociados con este método.

2.2.3.1 Costo de almacenamiento.

Esta estimación se obtendrá a partir de lo que se mantiene en promedio en el inventario, cabe mencionar que la tasa de interés mensual tomada aquí es relativamente alta debido a que no existe un método de control y las pérdidas por faltantes son bastante altas, se estudiaron los costos mensuales de los productos que se analizarán a lo largo del estudio.

Tabla I. Costo de Almacenamiento.

Producto	Inv. Prom.	Prec. Unit	Interés%	Total
Diesel	2250 gl	Q. 16.88	1.90	Q. 721.62
Cerveza	75 cajas	Q. 132.00	1.90	Q. 188.10
Cigarrillos	15 cajas	Q. 100.00	1.90	Q. 28.50

2.2.3.2. Costo de ordenar pedido

Para este cálculo se utilizó el número de pedidos por mes, que generalmente se hacen en la estación para cada producto.

Tabla II. Costo de Ordenar Pedido.

Producto	C. Ord. Ped.	Núm. Ped.	Total
Diesel	Q. 53.50	10	Q.535.00
Cerveza	Q. 10.00	2	Q. 20.00
Cigarrillos	Q. 10.00	2	Q. 20.00

2.2.3.3 Costo por pérdida de clientes.

Este costo se determinó asumiendo que la pérdida de clientes se debe a que la capacidad de servicio de la estación es insuficiente, o sea el índice de utilización de servidores es mayor que uno ($\lambda/\mu > 1$). De tal forma que, se utilizó un estudio de colas y se obtuvo como resultado que se pierde por este concepto, el consumo de un cliente que compra Q. 200.00 de combustible a la semana, o sea Q. 1000.00 al mes.

2.2.3.4 Costo Total

Tabla III. Costo Total.

Producto	Total
Diesel	Q. 2256.62
Cerveza	Q. 208.10
Cigarrillos	Q. 48.50

3. DESARROLLO DEL NUEVO SISTEMA GENERAL DE INVENTARIOS.

3.1. Planteamiento del Sistema.

3.1.1 Estructuración ABC del inventario.

3.1.1.1 Análisis de Pareto.

Para hacer el análisis de Pareto, mostraremos las ventas diarias de cada tipo de producto, para los productos que se venden en la tienda de conveniencia, realizaremos una agrupación preliminar, debido a la extensa variedad existente.

Tabla IV. Análisis de Pareto.

Producto	Venta (Q.)	(%)
Bebidas carbonatadas	486.60	1.10
Lubricantes	439.25	0.99
Combustibles	38347.50	86.49
Comida rápida	282.90	0.64
Bebidas alcohólicas	1012.90	2.28
Dulces y golosinas	282.45	0.63
Boquitas saladas	142.65	0.32
Tarjetas prepago de teléfono	500.00	1.10
Jugos y bebidas no carbonatadas	271.80	0.61
Cervezas	2122.05	4.79
Helados	38.15	0.09
Cigarrillos	382.50	0.86
Otros productos	50.25	0.10

3.1.1.2 Agrupación de los artículos en cada segmento.

Luego de establecer el porcentaje que cada tipo de producto representa en las ventas diarias, se puede realizar una segmentación, en este caso, dividiremos el inventario en tres partes:

Tabla V. Estructuración ABC

Clase	Tipos de Productos	% del total de productos	% de las ventas Diarias
A	Combustibles	7.69	86.49
B	Lubricantes, bebidas alcohólicas, tarjetas telefónicas, cervezas	38.46	10.26
C	Comida rápida, dulces y golosinas, boquitas saladas, jugos y bebidas no carbonatadas, helados, cigarrillos y otros.	53.85	3.25

3.1.2 Determinación del sistema para cada segmento

3.1.2.1 Sistema para los productos más importantes (Tipo A)

En este segmento se encuentran los combustibles, gasolina súper, gasolina regular y diesel, de acuerdo a la importancia relativa de estos productos en el volumen de venta diario, se debe emplear un sistema de revisión continua, o sea, la revisión de estos productos se debe realizar por lo menos una vez al día, o después de cada recepción de producto. De tal forma que, al llegar el nivel de inventario al nivel de reorden se active el procedimiento de compra y se ponga un pedido a tiempo.

Para este sistema debemos encontrar el tamaño del pedido óptimo y el nivel de reorden, aquí solo encontraremos los relacionados con el Diesel, y utilizaremos los siguientes datos:

$$S = Q. 53.50 \text{ Pedido}$$

$$D = 26,971 \text{ gls/mes}$$

$$i = 1.5\% \text{ mensual}^*$$

$$C = Q. 16.88/\text{Gal}$$

$$Q = \sqrt{\frac{2SD}{iC}} = 3,376.05 \text{ gls.}$$

* Este valor se utilizará en adelante y fue calculado a partir de la tasa de interés pasiva del Banco de Guatemala (4.62%) en julio de 2005 más un porcentaje de riesgo (13.38 %), de acuerdo al método de determinación de tasa de descuento del libro Preparación y Evaluación de Proyectos de Nassir Sapag Chain y Reinaldo Sapag Chain.

El Nivel de Reorden se obtiene de la siguiente manera:

$$M = 871 \text{ Gals}$$

$$Z(\alpha=99.7\%) = 2.8$$

$$\sigma = 241.56$$

$$R = m + z\sigma = 1547$$

3.1.2.2 Sistema para los productos intermedios (Tipo B)

Para este sistema, debido a su importancia media en el inventario de la estación de servicio, se utilizará un sistema de revisión periódica, de tal forma que el nivel de inventario se revisará periódicamente, de acuerdo al valor de P, y el inventario objetivo, o sea, la cantidad de producto que se ordene más la que se encuentra en existencias, debe ser suficiente hasta la siguiente revisión programada.

Los valores de P y T se obtienen partiendo de los siguientes datos:

$$S = Q. 10.00 \text{ Pedido}$$

$$D = 5443 \text{ U/mes}$$

$$i = 1.5\% \text{ mensual}$$

$$C = Q. 5.50/\text{U}$$

$$P = \sqrt{\frac{2S}{iCD}} = 0.211 \text{ mes} \approx 7 \text{ días.}$$

$$m = 1835 \text{ U}$$

$$\sigma = 227 \text{ U}$$

$$z(\alpha=90.3\%) = 1.3$$

$$T = m + z\sigma = 2130$$

3.1.2.3 Sistema para los productos menos importantes "C"

En este segmento de inventario, se utilizará el mismo sistema que se empleo en el punto anterior, obviamente en este caso, debido a su relativa poca importancia, se obtendrá un período de revisión mayor.

Los valores de P y T se obtienen de la siguiente forma:

$$S = Q. 10.00 \text{ Pedido}$$

$$D = 827 \text{ U/mes}$$

$$i = 1.5\% \text{ mensual}$$

$$C = Q. 8.5/U$$

$$P = \sqrt{\frac{2S}{iCD}} = 0.4355 \text{ mes} \approx 14 \text{ días.}$$

Por conveniencia, este valor se puede aproximar a 14 días.

$$m = 522 \text{ U}$$

$$\sigma = 51.64 \text{ U}$$

$$z(\alpha=90.3\%) = 1.3$$

$$T = m + z\sigma = 589$$

3.1.3. Demanda de los productos.

3.1.3.1 Análisis gráfico de la demanda.

Figura 7. Demanda de productos "A"

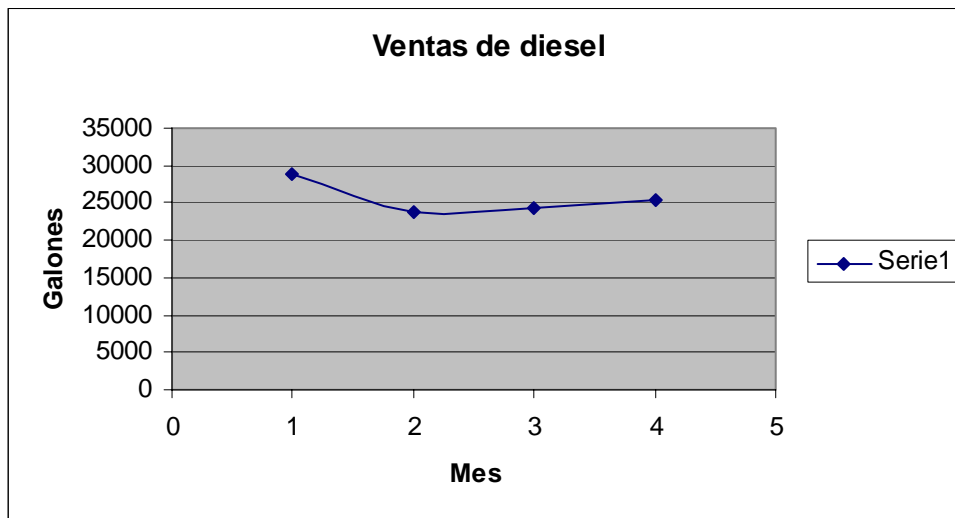


Figura 8. Demanda de productos "B"

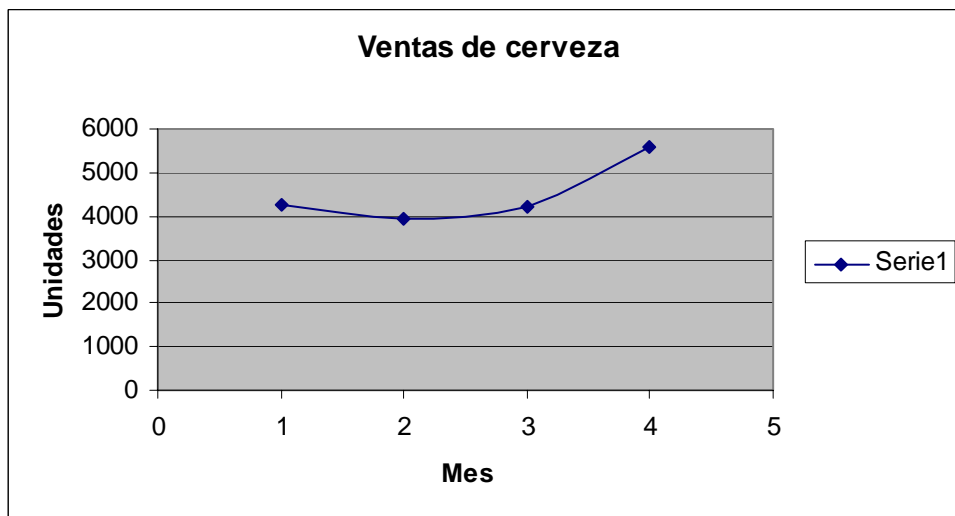
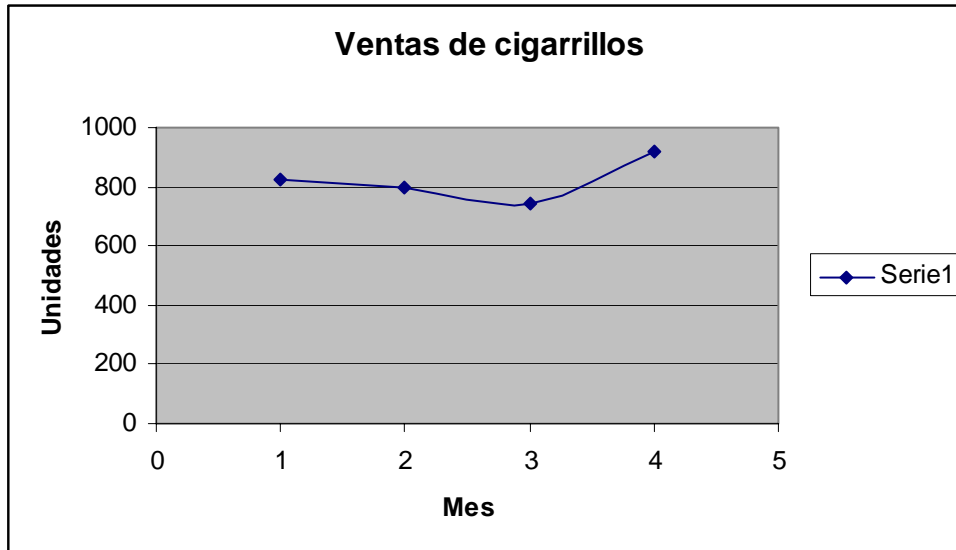


Figura 9. Demanda de productos “C”



Como se puede observar el comportamiento de los valores en las gráficas es estable, por lo tanto para este estudio realizaremos el pronóstico de evaluación con los métodos para las familias de curvas estables.

3.1.3.2 Pronóstico de Evaluación.

Tabla VI. Ventas por mes.

Período	Diesel “A”	Cerveza “B”	Cigarrillos “C”
Diciembre	28784	4628	826
Enero	23850	3945	798
Febrero	24395	4201	743
Marzo	25423	5575	916
Abril	27563	5265	878
Mayo	26928	5459	796

Para este análisis haremos un pronóstico de evaluación utilizando un ciclaje de 3 períodos (debido a que se tienen relativamente pocos períodos), con los siguientes métodos de pronósticos:

- Promedio aritmético
- Promedio móvil
- Promedio móvil ponderado
- Promedio móvil ponderado exponencialmente.

a) Pronóstico de evaluación para productos tipo “A”

- Promedio aritmético:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

Tabla VII. Promedio aritmético para productos “A”

Período	Venta	Pronóstico	Error	Error Acum.
Diciembre	28784			
Enero	23850			
Febrero	24395			
Marzo	25423	25677	-254	254
Abril	27563	25613	1950	2204
Mayo	26928	26000	925	3129

- Promedio móvil:

$$Pm = \frac{\sum_{i=1}^{n-c} x_i}{c}$$

Donde:

C = Ciclaje.

Tabla VIII. Promedio móvil para productos A

Período	Venta	Pronóstico	Error	Error Acum.
Diciembre	28784			
Enero	23850			
Febrero	24395			
Marzo	25423	25677	-254	254
Abril	27563	24550	3007	3261
Mayo	26928	25794	1134	4395

- Promedio móvil ponderado.

$$Pmp = \frac{\sum_{i=1}^{n-c} p_i x_i}{c}$$

Donde:

C = Ciclaje.

P = Ponderación

Para darle más peso a los últimos valores, utilizaremos la siguiente ponderación:

$$P_1 = 0.5$$

$$P_2 = 1$$

$$P_3 = 1.5$$

Tabla IX. Promedio móvil ponderado para productos "A".

Período	Venta	Pronóstico	Error	Error Acum.
Diciembre	28784			
Enero	23850			
Febrero	24395			
Marzo	25423	24945	-478	478
Abril	27563	24819	2744	322
Mayo	26928	26323	605	3827

- Promedio móvil ponderado exponencialmente.

$$Pmpe = Pa + F\alpha(E)$$

Donde:

Pa = Pronóstico anterior.

$F\alpha$ = Factor alfa

E = Error

Para esta evaluación utilizaremos un factor alfa igual a 0.9 para hacer que pese más la tendencia que indica el error anterior, además utilizaremos como pivote inicial el promedio aritmético para el mes de Marzo.

Tabla X. Promedio móvil ponderado exponencialmente para productos "A"

Período	Venta	Pronóstico	Error	Error Acum.
Diciembre	28784			
Enero	23850			
Febrero	24395			
Marzo	25423	25677	-254	254
Abril	27563	25448	2115	2369
Mayo	26928	27352	-424	2793

De acuerdo a los errores acumulados de cada uno de los métodos evaluados se puede observar que el menor es el obtenido por el promedio ponderado exponencialmente, por tanto, este será el utilizado para el pronóstico de riesgo.

b) Pronóstico de evaluación para productos tipo “B”.

- Promedio Aritmético:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

Tabla XI. Promedio aritmético productos “B”

Período	Venta	Pronóstico	Error	Error Acum.
Diciembre	4628			
Enero	3945			
Febrero	4201			
Marzo	5575	4258	1317	1317
Abril	5265	4588	677	1994
Mayo	5459	4723	736	2730

- Promedio Móvil:

$$Pm = \frac{\sum_{i=1}^{n-c} x_i}{c}$$

Donde:

C = Ciclaje.

Tabla XII. Promedio móvil para productos "B".

Período	Venta	Pronóstico	Error	Error Acum.
Diciembre	4628			
Enero	3945			
Febrero	4201			
Marzo	5575	4258	1317	1317
Abril	5265	4574	691	2008
Mayo	5459	5014	445	2453

- Promedio móvil ponderado.

$$Pmp = \frac{\sum_{i=1}^{n-c} p_i x_i}{c}$$

Donde:

C = Ciclaje.

P = Ponderación

Para darle más peso a los últimos valores, utilizaremos la siguiente ponderación:

$$P_1 = 0.5$$

$$P_2 = 1$$

$$P_3 = 1.5$$

Tabla XIII. Promedio móvil para productos B

Período	Venta	Pronóstico	Error	Error Acum.
Diciembre	4628			
Enero	3945			
Febrero	4201			
Marzo	5575	4187	1380	1380
Abril	5265	4846	420	1800
Mayo	5459	5191	268	2068

- Promedio móvil ponderado exponencialmente.

$$Pmpe = Pa + F\alpha(E)$$

Donde:

Pa = Pronóstico Anterior.

$F\alpha$ = Factor alfa

E = Error

Para este análisis emplearemos un factor alfa igual a 0.9 para hacer que la tendencia anterior tenga el mayor peso posible, además utilizaremos como pivote inicial el promedio aritmético para el mes de Marzo.

Tabla XIV. Promedio móvil ponderado exponencialmente productos “B”

Período	Venta	Pronóstico	Error	Error Acum.
Diciembre	4628			
Enero	3945			
Febrero	4201			
Marzo	5575	4258	1317	1317
Abril	5265	5444	-179	1496
Mayo	5459	5283	177	1673

Debido a que en este análisis el menor error acumulado corresponde al obtenido por el promedio ponderado exponencialmente, el pronóstico de riesgo se calculará con este método.

c) Pronóstico de evaluación para productos tipo “C”.

- Promedio aritmético:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

Tabla XV. Promedio aritmético productos “C”

Período	Venta	Pronóstico	Error	Error Acum.
Diciembre	826			
Enero	798			
Febrero	743			
Marzo	916	789	127	127
Abril	878	821	57	184
Mayo	796	833	-37	221

- Promedio móvil:

$$Pm = \frac{\sum_{i=n-c}^n x_i}{c}$$

Donde:

C = Ciclaje.

Tabla XVI. Promedio móvil para productos “C”

Período	Venta	Pronóstico	Error	Error Acum.
Diciembre	826			
Enero	798			
Febrero	743			
Marzo	916	789	127	127
Abril	878	819	59	186
Mayo	796	846	-50	236

- Promedio Móvil Ponderado.

$$Pmp = \frac{\sum_{i=n-c}^n P_i X_i}{c}$$

Donde:

C = Ciclaje.

P = Ponderación

Para darle más peso a los últimos valores, utilizaremos la siguiente ponderación:

$$P_1 = 0.5$$

$$P_2 = 1$$

$$P_3 = 1.5$$

Tabla XVII. Promedio móvil para productos “C”.

Período	Venta	Pronóstico	Error	Error Acum.
Diciembre	826			
Enero	798			
Febrero	743			
Marzo	916	776	140	140
Abril	878	839	39	179
Mayo	796	869	-73	252

- Promedio móvil ponderado exponencialmente.

$$Pmpe = Pa + F\alpha(E)$$

Donde:

PA = Pronóstico Anterior.

$F\alpha$ = Factor alfa

E = Error

Para este análisis emplearemos un factor alfa igual a 0.9 para hacer que la tendencia anterior tenga el mayor peso posible y además utilizaremos como pivote inicial el promedio aritmético para Marzo.

Tabla XVIII. Promedio móvil ponderado exponencialmente para productos "C":

Período	Venta	Pronóstico	Error	Error Acum.
Diciembre	826			
Enero	798			
Febrero	743			
Marzo	916	789	127	127
Abril	878	904	-26	153
Mayo	796	881	-85	238

En este último análisis, el menor error acumulado se obtuvo del promedio aritmético, por lo cual el pronóstico de riesgo deberá realizarse utilizando este método.

3.1.3.3 Pronóstico de riesgo.

a) Pronóstico de riesgo para productos tipo "A"

Se utilizará el promedio móvil ponderado exponencialmente y del mismo modo que en el pronóstico de evaluación, se utilizará el factor alfa de 0.9 y se utilizará como punto de partida el pronóstico para marzo empleando el promedio móvil.

Tabla XIX. Pronóstico de riesgo para productos "A".

Período	Venta	Pronóstico	Error	Error Acum.
Diciembre	28784			
Enero	23850			
Febrero	24395			
Marzo	25423	25677	-254	254
Abril	27563	25448	2115	2369
Mayo	26928	27352	-424	2793
Junio		26971		

b) Pronóstico de riesgo para productos tipo "B"

En este caso emplearemos también el promedio móvil ponderado exponencialmente y se utilizará un factor alfa de 0.9 y el pronóstico con promedio móvil de marzo como punto de partida.

Tabla XX. Pronóstico de riesgo para productos “B”

Período	Venta	Pronóstico	Error	Error Acum.
Diciembre	4628			
Enero	3945			
Febrero	4201			
Marzo	5575	4258	1317	1317
Abril	5265	5444	-179	1496
Mayo	5459	5283	177	1673
Junio		5443		

c) Pronóstico de riesgo para productos tipo “C”

Para este tipo de productos, el menor error acumulado fue el que presentó el promedio aritmético, por lo tanto este método será el empleado para el pronóstico de riesgo.

Tabla XXI. Pronóstico de riesgo para productos “C”

Período	Venta	Pronóstico	Error	Error Acum.
Diciembre	826			
Enero	798			
Febrero	743			
Marzo	916	789	127	127
Abril	878	821	57	184
Mayo	796	833	-37	221
Junio		827		

d) Cálculo de ventas medias y desviaciones estándar durante los tiempos de entrega.

Estos valores se obtendrán de cantidades de ventas diarias en el mes de junio de 2005.

Tabla XXII. Venta media de producto “A” durante el tiempo de entrega:

Día	Ventas
<i>21-Jun</i>	687.21
<i>22-Jun</i>	869.19
<i>23-Jun</i>	975.54
<i>24-Jun</i>	955.21
<i>25-Jun</i>	949.65
<i>26-Jun</i>	513.52
<i>27-Jun</i>	562.52
<i>Promedio</i>	787.55
<i>Desv. Estd.</i>	196.71

Como el tiempo de entrega del combustible es de 24 horas (un día), no es necesario multiplicar la venta promedio, ni la desviación estándar por el período de entrega.

Tabla XXIII. Venta media de producto B durante el período P más el tiempo de entrega:

Día	Venta	
19-Jun	184.00	
20-Jun	196.00	
21-Jun	193.00	
22-Jun	194.00	
23-Jun	169.00	
24-Jun	193.00	
25-Jun	233.00	
26-Jun	245.00	
27-Jun	228.00	En 9 días
Promedio	203.88	1835.00
Desv. Est.	25.32	227.88

En este caso el tiempo de entrega más el período P es de nueve días, por lo que aquí, si debemos multiplicar el resultado.

Tabla XXIV. Venta media de productos “C” durante el período P más el tiempo de entrega:

Día	Venta	
14-Jun	29.00	
15-Jun	34.00	
16-Jun	36.00	
17-Jun	37.00	
18-Jun	38.00	
19-Jun	31.00	
20-Jun	33.00	
21-Jun	28.00	
22-Jun	29.00	
23-Jun	34.00	
24-Jun	31.00	
25-Jun	32.00	
26-Jun	35.00	
27-Jun	29.00	En 16 días
Promedio	32.57	521.14
Desv Est.	3.22	51.64

En este caso el período P más el tiempo de entrega esta compuesto por 16 días, y el resultado también se debe multiplicar por este número.

3.1.4. Determinación de costos.

3.1.4.1 Costos de ordenar pedido (S)

Tabla XXV. Costos de ordenar pedido (S)

Tipo de producto	Costo
A (Diesel)	Q.53.50
B (Cerveza)	Q.10.00
C (Cigarrillos)	Q.10.00

3.1.4.2 Costo unitario del artículo (C)

Tabla XXVI. Costo unitario del artículo (C).

Tipo de Producto	Costo
A (Diesel)	Q. 16.88/gls
B (Cerveza)	Q.5.50/Uni
C (Cigarrillos)	Q.8.50/Uni

3.1.4.3 Costo de almacenamiento (i) por mes:

Tabla XXVII. Costo de almacenamiento (i) por mes.

Tipo de Producto	Costo (%)
A (Diesel)	1.5
B (Cerveza)	1.5
C (Cigarrillos)	1.5

3.1.4.4 Costo total

El costo total al mes (CT), calcula a partir de:

$$CT = \frac{SD}{Q} + \frac{iCQ}{2}$$

Para los Sistemas B y C Q El costo total está dado por:

$$CT = \frac{SD}{T} + \frac{iCT}{2}$$

Tabla XXVIII. Costo Total (CT) al mes.

Tipo de Producto	Costo Total
A (Diesel)	Q.833.02
B (Cerveza)	Q.108.98
C (Cigarrillos)	Q.62.51

4. IMPLEMENTACIÓN

4.1 Recursos necesarios para la implementación del sistema.

4.1.1. Recurso humano.

4.1.1.1 Perfil del recurso humano necesario

Para definir el recurso humano necesario para la ejecución de este sistema de inventario, necesitamos primero identificar y separar las actividades que se realizarán en el proceso. De tal manera que al estudiar el proceso, podemos decir que éste se dividirá en dos grupos de tareas, el primero estará relacionado con la planificación, organización dirección y control de las actividades y el otro se conformará por la ejecución de los procesos establecidos por el sistema.

De tal manera que, para el funcionamiento del sistema se necesitará un administrador para el primer grupo de tareas, y un auxiliar para el segundo grupo. El administrador debe tener los conocimientos matemáticos y administrativos para poder aplicar el proceso administrativo al sistema, y el auxiliar debe ser una persona con un nivel educativo medio, que le permita ejecutar los procesos planteados por el sistema de inventarios de una manera satisfactoria.

4.1.2. Recurso material

4.1.2.1 Equipo físico.

Para el desarrollo del sistema se necesitará el siguiente equipo:

- Vara graduada para medir el nivel de combustibles
- Pasta para detección de combustibles
- Pasta para detección de agua en combustibles
- Etiquetadora para identificación de productos en la tienda de conveniencia.
- Escáner para toma de inventario.

4.1.2.2 Programas de computación

En esta sección podemos recomendar la utilización programas de cómputo con las siguientes características:

- Que sea capaz de descargar automáticamente del inventario los productos de la tienda de conveniencia, después de su venta, a través de su identificación por medio de un código de barras. Este programa deberá generar reportes sobre el nivel de inventario y los que comparará con los valores de reorden establecidos.

- Para el inventario de combustibles se recomienda emplear un programa que muestre en tiempo real la existencia de combustibles, por medio de un flote especial que además, permitirá conocer la cantidad de agua en los tanques, la existencia de basura, el porcentaje de evaporación, entre otras cosas.

4.2 Procedimientos del sistema.

4.2.1 Procedimiento de compras

Para los productos de clasificación “A” el procedimiento de compra es:

- a. Revisión del reporte de toma de inventario programada.
- b. Comparación del nivel de inventario con el nivel de reorden para el producto.
- c. Si el nivel de inventario es mayor que el nivel de reorden no se genera una orden de compra.
- d. Si el nivel de inventario es menor o igual que el nivel de reorden se genera una orden de compra, con el valor obtenido como tamaño de pedido óptimo.
- e. Se debe enviar una copia de la orden al proveedor, y la otra debe archivarse para verificarla en el momento de la recepción.

Para los productos de clasificación “B” y “C” el procedimiento es el siguiente:

- a. Se genera una orden compra cada vez que se obtenga un reporte de toma de inventario, y el valor de la orden será el necesario para llegar al nivel de inventario objetivo para el producto estudiado.
- b. Para los productos de clasificación “B” se debe enviar una copia de la orden al proveedor y otra debe archivarse.
- c. Para los productos de clasificación “C” solo debe archivarse un registro de las cantidades ordenadas por cada producto.

4.2.2 Procedimiento de toma de inventarios.

Para la toma de inventario es necesario tomar en cuenta que la periodicidad con que se realiza esta actividad depende de la clasificación de inventario en la que se encuentre cada producto. Además el procedimiento debe explicarse por separado para los combustibles (Tipo “A”) y para los productos de la tienda de conveniencia (Tipo “B” y “C”).

Procedimiento de toma física de inventario para los productos de clasificación “A”

- a) Señalizar el área de los tanques para reducir riesgos.
- b) Aplicar pasta detectora de agua en la base de la vara graduada.

- c) Aplicar pasta para marcar el nivel de combustible en el área de la vara que se crea conveniente, de acuerdo al valor obtenido en la última medición.
- d) Introducir lenta y cuidadosamente la vara en el tubo de acceso para medición del tanque y retirarla.
- e) Tomar nota de las medidas de combustible y agua.
- f) Convertir las mediciones de altura tomadas a volúmenes, de acuerdo a la tabla de calibración de cada tanque.
- g) Archivar los resultados.

Procedimiento de toma física de inventario para los productos de clasificación “B” y “C”:

- a. Obtener la lista de los productos a contar.
- b. Apuntar la cantidad de cada producto que debe haber en la bodega y en el área de venta.
- c. Iniciar el conteo por los productos que menos existencias tengan.
- d. Revisar la fecha de caducidad de cada producto y anotar el número de productos vencidos o defectuosos.
- e. Archivar los resultados.

4.2.3 Procedimiento de recepción de pedidos.

Procedimiento de recepción para los productos de clasificación "A":

- a. Recibir la factura y revisar con la orden de compra
- b. Colocar el camión cisterna en la posición más horizontal posible, sin moverlo por lo menos durante por lo menos 30 minutos, antes de realizar cualquier medición.
- c. Revisar que los marchamos se encuentren en buen estado y que correspondan con los anotados en la factura.
- d. Verificar que los valores impresos en la cisterna correspondan a los establecidos en su tabla de calibración.
- e. Colocar pasta para combustible y para agua en la vara y medir la altura del combustible, en cada compartimiento de la cisterna.
- f. Si la altura es menor a la establecida por la tabla de calibración o si el combustible tiene agua, no se recibirá el combustible y se debe notificar al proveedor.
- g. Si la medida es igual o mayor al número indicado, se descargará el combustible.
- h. Antes de descargar el combustible se debe tomar una medida inicial de los tanques de combustible y se anotarán los registros de ventas de las bombas.

- i. Después de terminar de descargar el combustible se debe tomar otra medición y se anotará nuevamente el registro de ventas, para verificar la cantidad de producto recibido.
- j. Cargar el producto al inventario.
- k. Archivar todas las mediciones hechas en la cisterna y los tanques, para llevar un control sobre faltantes por cada cisterna.

Procedimiento de recepción para los productos de clasificación “B” y “C”

- a. Recibir la factura y revisar con la orden de compra.
- b. Descargar del producto en un área adecuada para su conteo.
- c. Conteo del producto recibido.
- d. Ingresar el producto a bodega y cargarlo al inventario.
- e. Si un producto se encuentra defectuoso o no corresponde a con la orden de compra, no se recibirá el producto y se notificará al proveedor.
- f. Archivar.

4.2.4 Diagramas de procedimientos.

Figura 10. Flujoograma compra de productos A

Proceso: Compra para productos de clasificación "A"

Fecha: 05/06/2005

Analista: Fredy Augusto Rios Leal

Método Propuesto

Hoja: 1/1

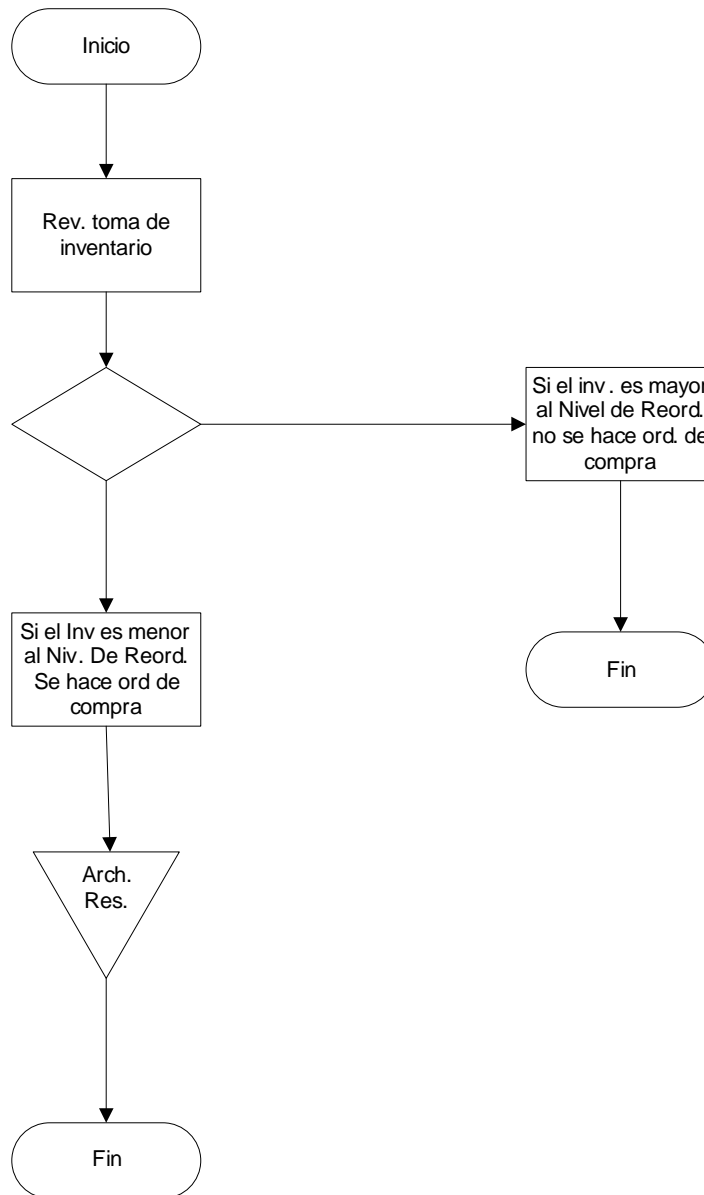


Figura 11. Flujograma compra de productos B y C

Proceso: Compra para productos de clasificación "B y C"
Analista: Fredy Augusto Rios Leal
Hoja: 1/1

Fecha: 05/06/2005
Método Propuesto

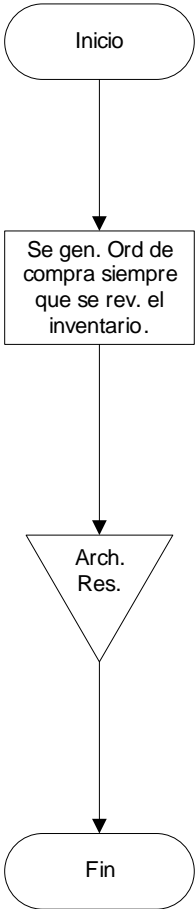


Figura 12. Flujograma toma de inventario productos A

Proceso: Toma de inventario para prod. Tipo "A"
Analista: Fredy Augusto Rios Leal
Hoja: 1/1

Fecha: 05/06/2005
Método Propuesto

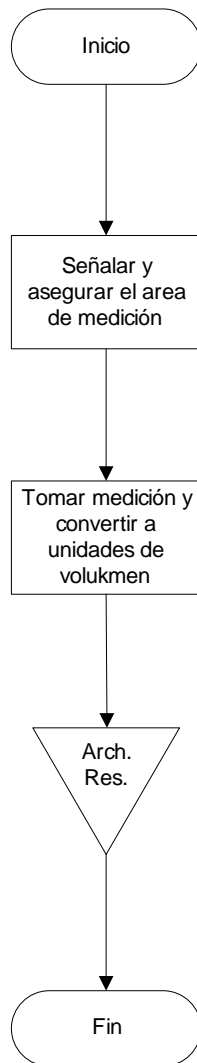


Figura 13. Flujograma toma de inventario productos B y C.

Proceso: Toma de inventario de prod. Tipo "B y C"
Analista: Fredy Augusto Rios Leal
Hoja: 1/1

Fecha: 05/06/2005
Método Propuesto

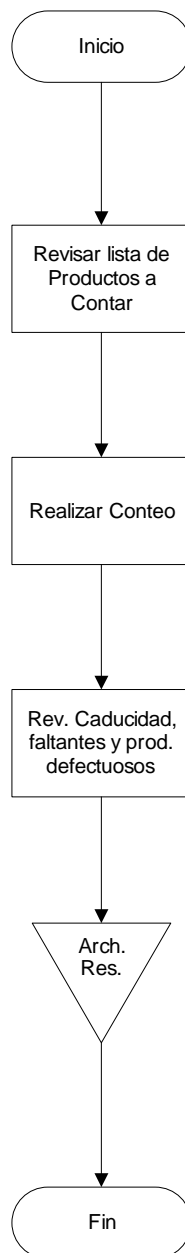


Figura 14. Flujograma recepción de pedidos productos A

Proceso: Recepción de pedidos prod. Tipo "A"
Analista: Fredy Augusto Rios Leal
Hoja: 1/1

Fecha: 05/06/2005
Método Propuesto

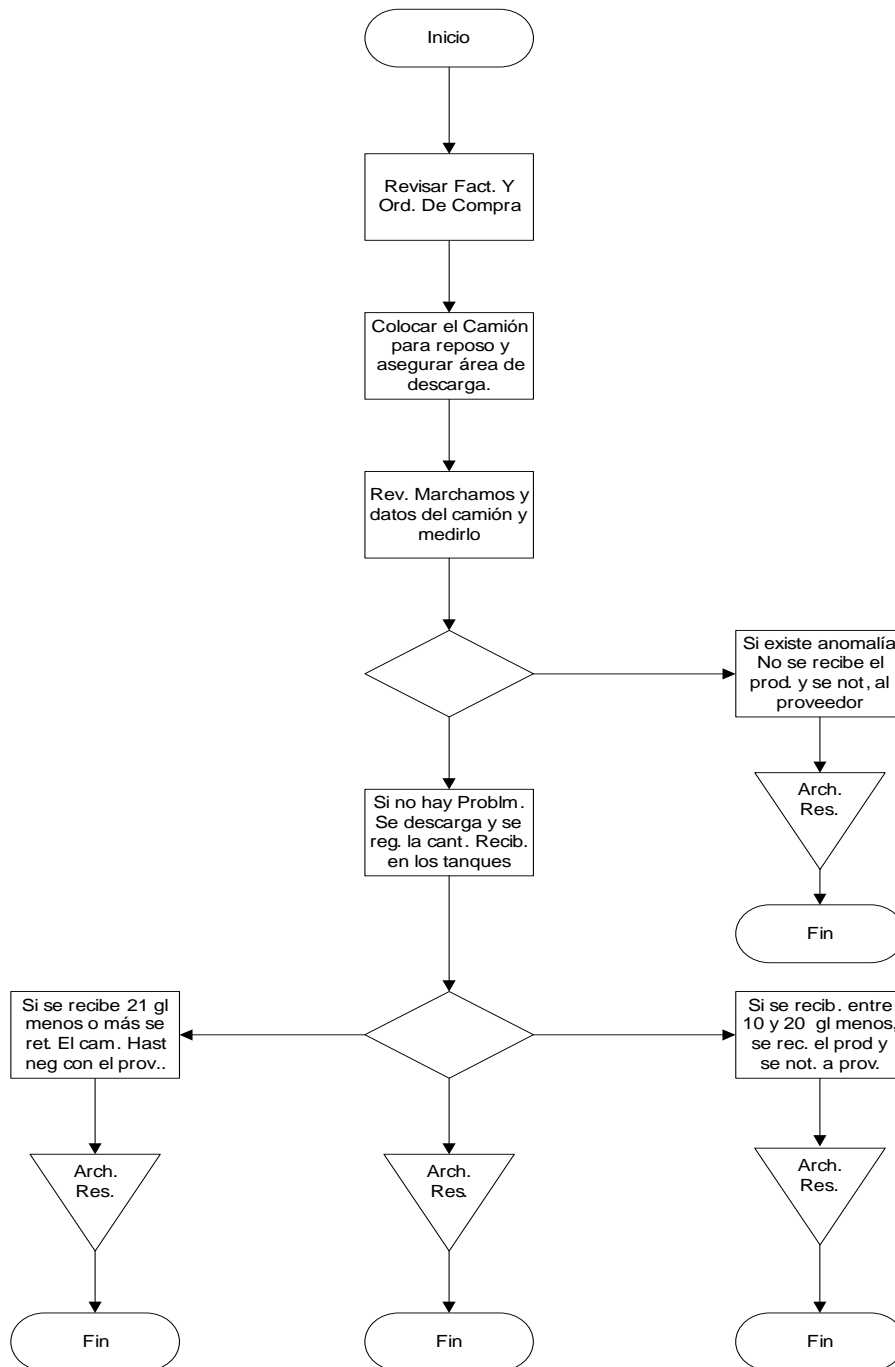
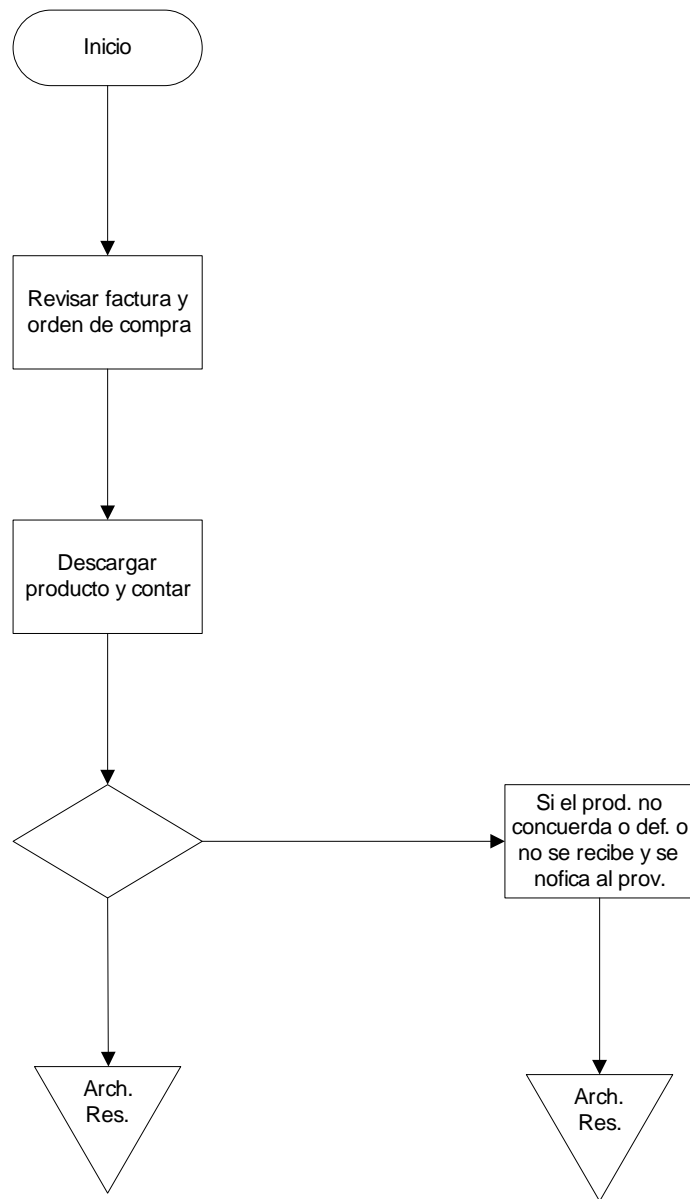


Figura 15. Flujograma recepción de pedidos productos B y C.

Proceso: Recepción de pedidos prod. Tipo "B y C"
Analista: Fredy Augusto Rios Leal
Hoja: 1/1

Fecha: 05/06/2005
Método Propuesto



4.2 Capacitación

La metodología de la capacitación del personal será la misma para cada apartado y estará conformada por lecciones magistrales, proyección de presentaciones, presentación de folletos, ejercicios en grupo y evaluación de conocimientos asimilados.

La capacitación estará dirigida al auxiliar de administración y a los dependientes de mostrador.

4.2.1 Capacitación sobre estructuración ABC de inventarios.

- a. Introducción
- b. Ley de Pareto
- c. Método de segmentación ABC.
- d. Segmentación del inventario de la estación.

4.2.2 Capacitación para análisis de la demanda.

- a. Definición
- b. Métodos cualitativos.
- c. Métodos cuantitativos.
- d. Tipos de curvas de demanda.
- e. Pronóstico.

4.2.3 Capacitación sobre nivel de reorden y cantidad económica de pedido.

- a. Introducción.

- b. Nivel de reorden.
- c. Cantidad económica de pedido.
- d. Inventario objetivo.

4.2.3 Capacitación sobre procedimientos de compra, toma de inventarios y recepción de pedidos.

- a. Introducción.
- b. Procedimiento de compra.
- c. Procedimiento de toma física de inventarios.
- d. Procedimiento de recepción de productos.

5. SEGUIMIENTO

5.1. Análisis financiero del Sistema

Para este punto, la propuesta y el método actual serán analizados por la técnica de Valor Presente Neto, en un plazo de dos años y con una tasa de retorno de 15%.

5.1.1. Análisis financiero del método actual.

En este método no existe una inversión inicial, por lo cual sólo tomaremos en cuenta los costos mensuales estimados en el capítulo 2, en la parte de estimación de costos del método actual.

$$\text{VPN} = \text{VP}(2 \text{ años, Q.2256.62/mes, 15\%)} = \mathbf{Q.47,953.18}$$

5.1.2. Análisis financiero del método propuesto.

Para el estudio económico de este sistema debemos incluir una inversión inicial, compuesta por el equipo de cómputo necesario y el software necesario y los recursos empleados en la capacitación y también los costos estimados en el capítulo 2 en la parte de estimación de costos del método propuesto.

Tabla XXIX. Inversión inicial:

Equipo de cómputo	Q. 7,000.00
Capacitación	Q. 1,000.00
Software	Q. 5,000.00
Total	Q. 13,000.00

$VPN = -13,000 - VP(2 \text{ años, } Q.1004.51/\text{mes, } 15\%)$

$VPN = \mathbf{Q.34,345.00}$

5.1.3. Interpretación de resultados

Se puede observar fácilmente que la aplicación del método propuesto se justifica por un margen considerablemente alto (Q.13,607.34 en el valor presente).

Es importante mencionar que los beneficios de la implementación de este sistema van más allá de la reducción de costos de manejo de inventario, por ejemplo, el hecho de que el sistema ahorre tiempo al administrador, le da la posibilidad de ocuparse de otras oportunidades de mejora.

Además se debe tomar en cuenta que este sistema reduce al mínimo la posibilidad de quedarse sin producto para la venta, situación crítica en el negocio de venta de combustibles.

5.2. Retroalimentación del sistema.

5.2.1 Recopilación de información.

Esta parte del sistema de administración del inventario es de vital importancia debido a que permitirá tomar decisiones relacionadas con la mejora del mismo y manejo de personal.

Los reportes deberán generarse periódicamente, de acuerdo a la clasificación del producto, o de acuerdo a la naturaleza del reporte, no obstante, el sistema deberá poder proporcionar cualquier reporte en el momento que se requiera.

5.2.1.1 Reportes del sistema de Inventarios.

El sistema de inventarios propuesto deberá generar periódicamente reportes sobre los siguientes puntos importantes:

- a. Faltantes de combustible por cada cisterna.
- b. Mermas de combustible por evaporación.
- c. Faltante por cada tipo de producto (ABC).
- d. Cantidad de agua en los tanques.
- e. Número de pedidos por mes para cada tipo de producto.

- f. En cualquier momento deberá poder indicar el nivel de inventario estimado para cada tipo de producto.

5.2.1.2 Reuniones programadas con el personal

Estas reuniones se realizarán en la mañana de un determinado día de la semana y tendrán como objetivo, mantener informado al administrador sobre los pormenores del funcionamiento del sistema.

En este sentido el administrador, podrá planear, organizar, dirigir y controlar las acciones que se crean convenientes para la corrección de posibles o problemas o para la mejor administración del inventario de la estación de servicio y la tienda de conveniencia.

5.2.2 Índices de mejoramiento

5.2.2.1 Rotación de inventarios.

Este índice se utilizará para comparar en el tiempo el comportamiento del sistema de inventarios. Una variación considerable en el valor obtenido, debe causar que se realice un estudio para establecer la razón del cambio para cada tipo de producto.

El valor de las mercancías vendidas en el estado de ingresos representa el costo total de todas las mercancías que han sido sacadas de un inventario durante un determinado período. Por lo tanto la relación entre el costo de las mercancías vendidas y el saldo promedio de los inventarios mantenidos durante el período, indica el número de veces que rotan los inventarios.

La rotación de inventarios es un índice significativo para cualquier negocio. Por lo general, una alta rotación va acompañada por una tasa de utilidad bruta baja, o sea se requieren altos volúmenes de ventas para generar un rendimiento satisfactorio y con rotaciones bajas, ocurre lo contrario.

Este índice se calculará así:

$$RI = 2 \frac{CV}{Q}$$

Donde:

CV= Costo de lo vendido

Q=Cantidad económica de pedido.

5.2.2.2 Nivel promedio de inventarios

Este índice se utilizará para controlar el costo del almacenamiento de productos, teóricamente, el valor de inventario promedio no debe variar después de la aplicación del método de administración del inventario, sin embargo, cuando ocurren sucesos inesperados (ventas demasiado altas, huelgas, etc.) es probable que este valor cambie, por lo tanto es importante observarlo de cerca.

Este índice se obtiene de la siguiente manera:

$$IP = Q/2$$

Donde:

IP = Inventario promedio

Q = Cantidad económica de pedido.

5.2.2.3 Retorno sobre la inversión

Este criterio define una rentabilidad anual esperada y se define como la razón porcentual entre la utilidad esperada de un período y la inversión inicial requerida.

Este índice se calculará para determinar si los beneficios resultantes de la implementación del sistema siguen siendo rentables a través del tiempo.

Se calculará de la siguiente forma:

$$RSI = \frac{BN}{In}$$

Donde:

BN = Beneficios netos por período.

In = Inversión inicial.

5.2.2.4 Margen de utilidad

Al haber un cambio notable en este indicador (que está ligado con toda la operación del negocio), nos obligará a revisar todos los áreas de administración de la empresa y por tanto, también en el manejo de inventarios.

Es importante determinar si este cambio se debe a algún elemento relacionado con el sistema de inventario propuesto.

Este índice se obtendrá a través de los registros contables de la empresa. Por ejemplo, para este trabajo se utilizará el estado de resultados hasta el 30 de junio de 2005:

El índice se calcula de la siguiente manera:

$$MU = \frac{Ut}{V}$$

Donde:

Ut = Utilidad del ejercicio

V = Ventas netas del ejercicio.

Tabla XXX. Estado de Pérdidas y Ganancias.

ESTADO DE PÉRDIDAS Y GANANCIAS AL 30 DE JUNIO DE 2005 DE LA EMPRESA DENOMINADA “**ESTACIÓN BELARSA**” CORRESPONDIENTE AL PERÍODO: DEL 1 DE JULIO DE 2004 AL 30 DE JUNIO DE 2003.

CIFRAS EN QUETZALES

Ventas y servicios		357,739.00
--------------------	--	------------

GASTOS DE OPERACIÓN

Sueldos y Salarios	39,278.00	
Bonificación	5,000.00	
Reparación y Mantenimiento	99,142.79	
Combustibles y Lubricantes	20,498.85	
Cuota Patronal	6,071.52	
Gastos Varios	20,501.7	190,492.86
Utilidad del Ejercicio		<u>167,246.14</u>

Guatemala, 30 de Junio de 2005.

En este caso, $MU = 0.468$, este resultado es bastante alto y se debe tomar en cuenta que en el negocio de la venta de combustibles este índice debe ser menor (alrededor del 7%), por lo tanto debemos esperar que para el siguiente período contable, éste indicador se normalice y baje.

5.2.3. Interpretación de la información.

Como se indicó en cada uno de los índices de mejora anteriores, los datos obtenidos a través de cada uno de ellos, deben emplearse para encontrar problemas o defectos del sistema y para identificar oportunidades de optimización.

Para que se pueda obtener una interpretación adecuada es importante que los registros y reportes del sistema se hagan de manera coherente, para que las personas encargadas de tomar las decisiones puedan entenderlos en cualquier momento.

5.2.4. Evaluación de resultados.

La evaluación de los resultados de las acciones de corrección o mejora debe evaluarse en equipo, de manera que sea posible asignarle una calificación al desempeño del recurso humano y material en la operación del sistema de manejo de inventarios para la estación y la tienda de conveniencia.

La evaluación de los resultados debe tener como objetivo fundamental que el método propuesto se encuentre permanentemente en un proceso de mejora continua. Si se llega a la conclusión de que se tiene un problema en una determinada área del sistema, se deben dirigir todos los esfuerzos posibles para eliminarlo.

Si, en cambio, no se logra determinar que existe una deficiencia en el método, los esfuerzos se deben dirigir a la búsqueda de oportunidades de mejora.

En esta parte del sistema de administración del inventario es importante la correcta utilización de herramientas para trabajo en equipo, como: Lluvia de ideas, diagrama causa y efecto, la ley de Pareto, etc.

5.3. Propuesta de mejoras al sistema.

5.3.1 Capacitación del recurso humano

Cuando se presente una propuesta de mejoramiento al sistema se debe tomar en cuenta el factor humano, de tal manera que también se debe incluir dentro de la propuesta una planificación de los requerimientos de capacitación para los colaboradores de la empresa. Se debe anotar la metodología a emplear, el contenido a desarrollar y el método de evaluación.

Así mismo, es preponderante considerar el factor económico. Tomando en cuenta que en este caso el personal a capacitar no es numeroso, además de cuantificar el costo relacionado con este elemento, se deben emplear los recursos más sencillos y económicos.

5.3.2 Recurso material necesario

De la misma forma, luego de presentar una oportunidad de optimización al método de administración de inventarios es necesario hacer un listado de los recursos materiales necesarios.

El recuento del recurso material necesario para implementación de la nueva propuesta debe incluir información sobre las características que debe poseer el material que se solicita, posibles opciones para compra y costo.

5.3.3 Justificación de la propuesta.

Cada propuesta de mejora debe presentarse al consejo de dirección de la empresa y debe incluir la información necesaria para poder tomar una decisión sobre la base de cualquiera de las herramientas de toma de decisiones. En este sentido la información presentada debe ser fácil de interpretar y evaluar.

Para poder aprobar la ejecución de una mejora al sistema se debe tomar en cuenta, además de la justificación económica, nivel de satisfacción de los clientes, la posibilidad de crear una ventaja competitiva, la condición interna de la empresa y las condiciones del entorno ambiental de la misma. Pues, a veces, la combinación de los factores mencionados anteriormente, pueden hacer que un proyecto perfectamente rentable, se posponga o se descarte por completo.

CONCLUSIONES

1. El entorno actual del negocio de venta de combustibles, la globalización y el surgimiento constante de clientes con niveles de satisfacción, cada vez más altos, hace indispensable la búsqueda de una ventaja competitiva y, en este sentido, un sistema de administración de inventarios es una herramienta que nos permite alcanzar este objetivo.
2. El método de administración de inventario actual es empírico y se caracteriza por tratar de llevar un excesivo control sobre todos los productos, lo que genera, frecuentemente, que se dirijan muchos recursos hacia productos no tan importantes y que se dejen desatendidos los más significativos.
3. La determinación del comportamiento de la demanda es un elemento del sistema de inventarios que debe ser estudiado constantemente, debido a que, esta variable determina, en gran medida, el funcionamiento del mismo, en este caso, los métodos empleados fueron los correspondientes a las familias estables,
4. Las variables de decisión más importantes del sistema estudiado son la demanda, el costo ordenar pedidos, el costo de almacenamiento y la estratificación del inventario, entre otros. No obstante, el administrador, necesariamente, tendrá que decidir en situaciones externas como huelgas, feriados, condiciones políticas, etc. y deberá determinar si es conveniente hacer correcciones al sistema.

5. La determinación del método de optimización del inventario para cada producto, es un procedimiento que se debe realizar, integralmente, con la estatificación del inventario, debido a que las variables de decisión varían entre cada tipo de producto. En este estudio, se empleó el sistema de revisión continua para los productos de tipo “A” y el sistema de revisión periódica para los productos de tipo “B” y “C”.
6. La implementación del sistema de inventarios reduce, considerablemente, el tiempo que se debe emplear en la administración del inventario, por lo que el administrador y el personal tienen más oportunidades de dirigir sus esfuerzos hacia otras áreas de importancia, como la calidad en el servicio al cliente y el mantenimiento de las instalaciones y el equipo.
7. La estratificación “ABC” del inventario contribuye, directamente, en el éxito de cualquier sistema de administración de inventarios, pues, dosifica, de manera eficiente, la atención que se le presta a los diferentes productos que conforman en el inventario de la empresa.
8. El establecimiento de los procedimientos de compra, toma física de inventarios y recepción de pedidos para cada segmento del inventario, es un pilar indispensable del sistema de inventarios, debido a que ayuda a llevar un registro ordenado de las actividades relacionadas con éste. Y, además, facilita la comprensión y la colaboración del personal en la operación del sistema y reduce el riesgo de pérdidas de producto.

9. El desarrollo de una estrategia de introducción y un programa de seguimiento para el sistema de inventarios, es importante debido a que permite guiar los esfuerzos hacia el objetivo del sistema y permite asegurarse de que se está cumpliendo con estos objetivos.

RECOMENDACIONES

1. Revisar, periódicamente, el comportamiento de la venta de todos los productos, a través del método de Pareto, para determinar si es necesario realizar algún cambio en la estratificación “ABC” del inventario.
2. Realizar con periodicidad una evaluación del desempeño del sistema, para el cual será necesario reunir toda la información posible. En esta evaluación, se debe decidir si se atacarán problemas encontrados o se buscarán oportunidades de mejora.
3. Hacer énfasis en la capacitación del personal sobre los procedimientos establecidos para compra recepción y toma física de inventarios, de tal manera que se asegure que el sistema sea aplicado, eficientemente, por el personal de la estación y la tienda de conveniencia.
4. Llevar un archivo en el que se registre y se lleve un historial de todas las transacciones y operaciones relacionadas con el sistema.
5. Estudiar, periódicamente, el comportamiento de las variables de decisión del sistema para definir si se debe realizar alguna modificación en el sistema, de tal forma que, se obtenga un proceso de mejora continua y se asegure el cumplimiento de los objetivos.

6. Analizar, constantemente, los índices de mejora mencionados en este trabajo, tales como: Rotación de inventarios, retorno sobre la inversión, margen de utilidad, etc., debido a que estos pueden utilizarse como retroalimentación para el sistema.

7. Emplear un equipo de medición de combustible de tiempo real, debido a que permite conocer cuánto combustible, exactamente, hay en los tanques, cuánta merma hay por evaporación y los niveles de agua, entre otros, información importante para la administración del inventario de combustible.

BIBLIOGRAFÍA

1. Arreaza Herrera, Flor de María. Administración y Control de Inventarios para una Planta Procesadora de Alimentos. Tesis Ing. Industrial. Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala, 2000.
2. Chiavenato, Adalberto. **Administración de recursos humanos**. Quinta Edición. Colombia. Editorial McGraw-Hill, 2000.
3. Claskey Joseph. **Investigación de operaciones**. Cuarta Edición. Barcelona. Editorial Luis Miracle, 1968.
4. Dessler, Gary. **Administración de personal**. Octava Edición. México. Editorial Pearson, 2001.
5. Hellriegel, Don y John Slocum **Administración**. Séptima Edición. México, D.F. Editorial Thomson, 1998.
6. Hillier, Frederick y Gerald Lieberman. **Investigación de operaciones**. Séptima Edición. México, D.F. Editorial McGraw-Hill, 2002.
7. Schroeder, Roger G. **Administración de operaciones**. Tercera edición. México, D.F. Editorial McGraw-Hill, 1999.

8. Taha, Hamdy. **Investigación de operaciones**. Quinta Edición. México D.F. Editorial Alfaomega, 1995.

9. Santizo Alonzo, Baudilio. **Diseño de Sistema de Control de Inventarios y Manejo de Materiales para una Planta de Envasado de Productos Hidroalcohólicos**. Tesis Ing. Industrial. Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala, 2003.

10. Torres, Sergio. **Control de la Producción**. Guatemala. Editorial Palacios, 2001.

ANEXOS

Tabla XXXI. Área bajo la distribución normal estándar entre la media y los valores positivos de z *

Z.	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
0.0	.0000	.0040	.0080	.0120	.0160	.0199	.0239	.0279	.0319	.0359
0.1	.0398	.0438	.0478	.0517	.0557	.0596	.0636	.0675	.0714	.0753
0.2	.0793	.0832	.0871	.0910	.0948	.0987	.1026	.1064	.1103	.1141
0.3	.1179	.1217	.1255	.1293	.1331	.1368	.1406	.1443	.1480	.1517
0.4	.1554	.1591	.1628	.1664	.1700	.1736	.1772	.1808	.1844	.1879
0.5	.1915	.1950	.1985	.2019	.2054	.2088	.2123	.2157	.2190	.2224
0.6	.2257	.2291	.2324	.2357	.2389	.2422	.2454	.2486	.2517	.2549
0.7	.2580	.2611	.2642	.2673	.2704	.2734	.2764	.2794	.2823	.2852
0.8	.2881	.2910	.2939	.2967	.2995	.3023	.3051	.3078	.3106	.3133
0.9	.3159	.3186	.3212	.3238	.3264	.3289	.3315	.3340	.3365	.3389
1.0	.3413	.3438	.3461	.3485	.3508	.3531	.3554	.3577	.3599	.3621
1.1	.3643	.3665	.3686	.3708	.3729	.3749	.3770	.3790	.3810	.3830
1.2	.3849	.3869	.3888	.3907	.3925	.3944	.3962	.3980	.3997	.4015
1.3	.4032	.4049	.4066	.4082	.4099	.4115	.4131	.4147	.4162	.4177
1.4	.4192	.4207	.4222	.4236	.4251	.4265	.4279	.4292	.4306	.4319
1.5	.4332	.4345	.4357	.4370	.4382	.4394	.4406	.4418	.4429	.4441
1.6	.4452	.4463	.4474	.4484	.4495	.4505	.4515	.4525	.4535	.4545
1.7	.4554	.4564	.4573	.4582	.4591	.4599	.4608	.4616	.4625	.4633
1.8	.4641	.4649	.4656	.4664	.4671	.4678	.4686	.4693	.4699	.4706
1.9	.4713	.4719	.4726	.4732	.4738	.4744	.4750	.4756	.4761	.4767
2.0	.4772	.4778	.4783	.4788	.4793	.4798	.4803	.4808	.4812	.4817
2.1	.4821	.4826	.4830	.4834	.4838	.4842	.4846	.4850	.4854	.4857
2.2	.4861	.4864	.4868	.4871	.4875	.4878	.4881	.4884	.4887	.4890
2.3	.4893	.4896	.4898	.4901	.4904	.4906	.4909	.4911	.4913	.4916
2.4	.4918	.4920	.4922	.4925	.4927	.4929	.4931	.4932	.4934	.4936
2.5	.4938	.4940	.4941	.4943	.4945	.4946	.4948	.4949	.4951	.4952
2.6	.4953	.4955	.4956	.4957	.4959	.4960	.4961	.4962	.4963	.4964
2.7	.4965	.4966	.4967	.4968	.4969	.4970	.4971	.4972	.4973	.4974
2.8	.4974	.4975	.4976	.4977	.4977	.4978	.4979	.4979	.4980	.4981
2.9	.4981	.4982	.4982	.4983	.4984	.4984	.4985	.4985	.4986	.4986
3.0	.4987	.4987	.4987	.4988	.4988	.4989	.4989	.4989	.4990	.4990

* Según Sobert D. Mason, Essentials of Statistics, @ 1976, p. 307. Reimpreso con autorización de Prentice-Hall, inc., Englewood Cliffs, N. J.