



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

**PROPUESTA DE UN SISTEMA PARA CONTROL DE INVENTARIOS, PARA
UNA BODEGA DE UNA EMPRESA DE COMPRA Y VENTA
DE EQUIPOS DE TECNOLOGÍA.**

Julio Cesar Leiva Gatica

Asesorado por: Inga. Rossana Margarita Castillo Rodríguez

Guatemala, marzo de 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROPUESTA DE UN SISTEMA PARA CONTROL DE INVENTARIOS, PARA
UNA BODEGA DE UNA EMPRESA DE COMPRA Y VENTA
DE EQUIPOS DE TECNOLOGÍA.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR:

JULIO CESAR LEIVA GATICA

ASESORADO POR: INGA. ROSSANA MARGARITA CASTILLO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, MARZO DE 2008

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA**



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

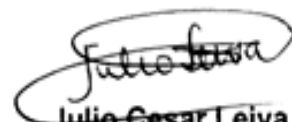
DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
EXAMINADOR	Ing. Edwin Danilo González Trejo
EXAMINADOR	Ing. Aldo Estuardo García Morales
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

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:

**PROPUESTA DE UN SISTEMA PARA CONTROL DE INVENTARIOS, PARA
UNA BODEGA DE UNA EMPRESA DE COMPRA Y VENTA
DE EQUIPOS DE TECNOLOGÍA,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, en noviembre de 2006.


Julio Cesar Leiva Gatica

Guatemala, enero 14 de 2008

Ingeniero
Francisco Gómez
Director de Escuela
Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
USAC

Ingeniero Gómez:

Me complace saludarle, haciendo de su conocimiento que el estudiante Julio César Leiva Gatica, ha finalizado su trabajo de graduación titulado "Propuesta de un sistema para control de inventarios para una bodega de una empresa de compra y venta de equipos de tecnología" y que después de las revisiones y correcciones que como asesora del mismo me corresponden, me permito recomendar su aprobación, responsabilizándome por la calidad del mismo.

Atentamente,



Inga Rossana M. Castillo R.
Colegiado 5248


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **PROPUESTA DE UN SISTEMA PARA CONTROL DE INVENTARIOS PARA UNA BODEGA DE UNA EMPRESA DE COMPRA Y VENTA DE EQUIPOS DE TECNOLOGÍA**, presentado por el estudiante universitario **Julio Cesar Leiva Gatica**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. César Augusto Akú Castillo
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela Mecánica Industrial

César Akú Castillo
INGENIERO INDUSTRIAL
COLEGIADO 4.073

Guatemala, febrero de 2008

/mgp

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **PROPUESTA DE UN SISTEMA PARA CONTROL DE INVENTARIOS, PARA UNA BODEGA DE UNA EMPRESA DE COMPRA Y VENTA DE EQUIPOS DE TECNOLOGÍA**, presentado por el estudiante universitario **Julio Cesar Leiva Gatica**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo

VEO Y ENSEÑAR A TODOS

Ing. José Francisco Gómez Rivera
DIRECTOR
Escuela Mecánica Industrial



Guatemala, febrero de 2008.

/mgp

Universidad de San Carlos
de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG. 067.2008

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **PROPUESTA DE UN SISTEMA PARA CONTROL DE INVENTARIOS, PARA UNA BODEGA DE UNA EMPRESA DE COMPRA Y VENTA DE EQUIPOS DE TECNOLOGÍA**, presentado por el estudiante universitario **Julio Cesar Leiva Gatica**, procede a la autorización para la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
DECANO



Guatemala, marzo de 2008

/mestras

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por su infinito amor y las bendiciones incontables en mi vida; me diste la sabiduría e inteligencia para ser un ingeniero.
- La Virgen María** Por acompañarme siempre en mi vida, y tener en ti mi refugio espiritual.
- Mis padres** Julio y Marta, por su apoyo y esfuerzo brindados durante mi carrera, infinitas gracias; este momento especial con todo mi corazón es para ustedes.
- Mi hermano y su familia** Por ser como es, un gran hermano y amigo, te llevo siempre en mi corazón, junto a tu esposa y a mis queridos sobrinos Oscarito y Leonel, que han sido uno de mis mejores regalos.
- Mis compañeros y amigos** En especial a Rita, Ana, Mariela, Mario, Francisco, Damaris, Joel, Marcio, Sindy, Irma, Carlos, Rosina, Elmer, Sergio (QEPD), Luis, y todos aquellos con los que compartí las aulas de nuestra querida Facultad.

Mi asesora

Inga. Rossana Castillo, por su apoyo y asesoría brindada en la elaboración de este trabajo, su apoyo es invaluable, Dios derrame infinitas bendiciones en su hogar y su familia.

Mi querida Facultad de Ingeniería

En tus aulas me formé, hoy con nostalgia miro hacia atrás y me siento dichoso de ser parte de esta gloriosa casa de estudios, prometo dar lo mejor de mí, para mantener en alto tu gloria.

La familia Cárcamo

Por abrirme las puertas y permitirme realizar este trabajo en su empresa, Dios les bendiga.

Usted apreciable lector

Por tomarse la molestia de consultar en esta tesis; espero que encuentre en ella un apoyo que sirva para su formación académica y para su ejercicio profesional.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XV
JUSTIFICACIÓN	XVII
OBJETIVOS	XIX
INTRODUCCIÓN	XXI
1. GENERALIDADES	1
1.1. Descripción de la empresa	1
1.1.1. Ubicación de la empresa	2
1.1.2. Historia de la empresa	2
1.1.3. Misión	3
1.1.4. Visión	3
1.1.5. Objetivos	4
1.1.6. Actividades a las que se dedica la empresa	4
1.1.7. Organización	4
1.2. Sistemas de control de inventarios	7
1.2.1. Qué es un sistema de control de inventarios	11
1.2.2. Métodos de control de inventarios para costos	12
1.2.2.1. Método PEPS	13
1.2.2.2. Método de costos promedios	13
1.2.2.3. Método estándar	13

2.4.1.	Pronóstico de la demanda	53
2.5.	Análisis situacional	53
3.	PROPUESTA DE UN SISTEMA PARA CONTROL DE INVENTARIOS, PARA UNA BODEGA DE UNA EMPRESA DE COMPRA Y VENTA DE EQUIPOS DE TECNOLOGÍA	61
3.1.	Sistema de control de inventarios	61
3.1.1.	Objetivos del sistema de control de inventarios	61
3.1.2.	Alcance	62
3.1.3.	Responsables	62
3.1.4.	Políticas de existencias	63
3.1.4.1.	Inventarios con faltantes permitidos	64
3.1.4.2.	Inventarios sin faltantes permitidos	65
3.1.5.	Descripción de método sugerido	65
3.1.5.1.	Método propuesto de costeo de inventarios	66
3.1.5.2.	Método propuesto para el pronóstico de la demanda	67
3.1.5.3.	Método propuesto de manejo de inventarios	71
3.1.5.4.	Herramientas necesarias	76
3.1.6.	Determinación de puntos de evaluación del sistema	77
4.	IMPLEMENTACIÓN	81
4.1.	Implementación del sistema de control de inventarios	86
4.1.1.	Equipo y documentación necesarios	88
4.1.2.	Procedimiento de implementación	88

5. SEGUIMIENTO Y MEJORA CONTINUA	89
5.1. Evaluación del método de control de inventarios	93
5.1.1. Evaluación de puntos relevantes del sistema	94
5.1.2. Análisis de la evaluación	95
5.1.3. Cambios al método propuesto	95
5.1.4. Mejora continua	95
CONCLUSIONES	99
RECOMENDACIONES	103
BIBLIOGRAFÍA	105
ANEXOS	107

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Organigrama general de la empresa.....	5
2	Clasificación de productos por medio del análisis ABC	10
3	Comportamiento de demandas horizontales	16
4	Comportamiento de demandas con tendencia	16
5	Comportamiento de demandas cíclicas.....	17
6	Comportamiento de demandas estacionales	18
7	Reabastecimiento instantáneo con faltantes permitidos	26
8	Reabastecimiento instantáneo sin faltantes permitidos.....	29
9	Función de costo con descuentos de precio	32
10	Comportamientos de inventarios con demandas inciertas	34
11	Estado de Resultados ficticio	35
12	Balance General ficticio.....	36
13	Tasa de rotación de inventarios de la tabla I	38
14	Formato de orden de compra actual	47
15	Croquis de la bodega central.....	49
16	Ingreso de mercadería al sistema de cómputo	50
17	Orden de traslado de mercadería	52
18	Reporte de datos históricos de ventas	53
19	Procedimiento para la selección de la técnica de pronóstico	68
20	Procedimiento para establecer política óptima de inventarios	72
21	Orden de compra propuesta	87

22	Ciclo de mejora Deming	92
23	Ciclo de mejora continua para el sistema propuesto	97
24	Gráfica de datos de la tabla VIII	110

TABLAS

I	Valores de rotación de inventarios ficticios	37
II	Matriz de preferencias para seleccionar proveedores	42
III	Diagnóstico interno (fortalezas y debilidades).....	54
IV	Diagnóstico externo (oportunidades y amenazas)	57
V	Porcentajes de niveles de inventarios de seguridad	63
VI	Análisis costo-beneficio de la propuesta	78
VII	Plan de implementación de la propuesta	82
VIII	Simulación de datos demandas estables.....	109
IX	Evaluación del pronóstico empírico	112
X	Evaluación de la estimación del promedio	114
XI	Evaluación del promedio móvil simple	116
XII	Evaluación del promedio móvil ponderado	119
XIII	Evaluación de la suavización exponencial	121
XIV	Comparación de métodos estables.....	122
XV	Simulación de datos para métodos de regresión	124
XVI	Evaluación de los mínimos cuadrados para regresión lineal	126
XVII	Evaluación del método de regresión lineal	127
XVIII	Evaluación de mínimos cuadrados para regresión geométrica	130
XIX	Evaluación del modelo geométrico	131
XX	Comparación de métodos de regresión	132
XXI	Reporte de ventas ficticio de demanda cíclica	135

XXII	Evaluación del modelo de índices estacionales	137
XXIII	Reporte ficticio de ventas de demanda estacional	140

GLOSARIO

Acción correctiva	Acción tomada por la organización para eliminar la causa de variación del sistema.
Agenda de evaluación y mejora	Es un documento que especifica las actividades y puntos a evaluar en el proceso de evaluación y mejora continua.
Análisis ABC	Sistema que se utiliza para clasificar los productos que maneja una organización de acuerdo con su uso monetario.
Análisis situacional	Análisis que permite determinar los aspectos internos (fortalezas y debilidades) y los aspectos externos (oportunidades y amenazas) de una organización, con el objetivo de establecer estrategias de acción de mejora.
Cantidad óptima de pedido	Representa la cantidad de pedido de un lote en unidades, que representa el menor costo.
Demanda	Representa la cuantía global de las compras de los bienes, que los clientes realizan en la empresa.

Demanda incierta	Comportamiento de la demanda, en que las ventas no se pueden predecir, debido a que presentan un comportamiento aleatorio.
Diagrama de Pareto	Conocido también como la técnica 80-20. Principio establecido por Joseph Juran en 1950. Su uso en este trabajo, es para clasificar gráficamente los productos de acuerdo con su uso monetario.
Eficacia	Grado en que se cumplen los objetivos, con los recursos disponibles, sin tomar en cuenta su optimización.
Eficiencia	Cumplimiento de los objetivos previstos, considerando la optimización del uso de los recursos disponibles.
Error acumulado de pronóstico	Suma de los errores absolutos de pronóstico realizados para cada período de evaluación.
Error de pronóstico	Diferencia entre la demanda de dato real y la demanda pronosticada para un período determinado.
Escasez de inventario	Indica cuando el nivel de inventario llega a su nivel cero, no hay existencia de producto.

Estrategia	Plan de acción a seguir a nivel general, que es establecido por la alta gerencia, su alcance abarca a todas las áreas funcionales de la organización.
Factibilidad	Condición de que algo puede llevarse a cabo.
Falencias	Deficiencia o carencia de algo.
Inventario	Acumulación de bienes o materiales que se utiliza para satisfacer la demanda de los clientes.
Jerarquía de puestos	Indica el nivel de autoridad que tienen las unidades de trabajo respecto de otras.
Matriz de preferencias	Técnica utilizada para tomar una decisión, en la evaluación de opciones que se tengan respecto a una situación en específico, también es conocida como método de ponderación por puntos.
Mejora continua	Es la acción recurrente para mejorar la capacidad de cumplir con los objetivos.
Método de costos promedios	Método de valoración de mercadería, que promedia el costo total de un lote de productos dentro del número de unidades existentes.
Método PEPS	Método de valoración de mercadería, que establece el costo de acuerdo con las primeras entradas a las

	primeras salidas.
Misión	Representa la razón de ser de una organización.
Nivel de inventario	Representa la cantidad en unidades de existencia de determinado producto con que se cuenta en el almacén.
Nivel de reorden	Nivel de inventario que indica en qué momento se debe colocar un nuevo pedido.
Norma	Regla que debe seguir o que se deben ajustar las conductas, tareas y actividades dentro de una organización. Es establecida como prevención por la alta gerencia.
Orden de compra	Documento establecido para gestionar el proceso de compra ante los proveedores.
Organigrama	Representación gráfica de la organización que indica cómo está dividida una organización, y los niveles de autoridad de cada unidad de trabajo.
Patrón de demanda	Comportamiento de la demanda de períodos anteriores, esta puede ser horizontal, de tendencia, cíclica, estacional o aleatoria.
Política	Son directrices que establece la alta gerencia con el fin de determinar la manera de realizar el trabajo.

Política óptima de inventario	Establece la forma de administrar un inventario, determina ¿cuánto? y ¿cuándo? pedir.
Procedimiento	Es una herramienta de estandarización, busca dar una guía de buenas prácticas.
Pronóstico de la demanda	Acción y efecto de estimar el comportamiento de la demanda en un período futuro.
Puntos de evaluación	Puntos del sistema, que sirven para determinar la efectividad del sistema propuesto, entre estos están los pronósticos y los costos de manejo de inventarios.
Reabastecimiento	Acción y efecto de adquirir un determinado número de unidades para llevar al nivel óptimo de inventario.
Rotación de inventarios	Grado en que los inventarios se transforman en ventas.
Sistema	Un conjunto de componentes destinados a lograr un objetivo particular, de acuerdo con un plan.
Subsistema	Subconjunto perteneciente al sistema.
Tiempo de agotamiento	Tiempo en que se agota el nivel de un inventario de acuerdo con su demanda.

Uso monetario

Representa el costo promedio de manejar un inventario.

Variación

Grado en que los logros del sistema fluctúan de los objetivos previstos, que son ocasionados por diversas causas.

RESUMEN

El sistema de control de inventarios propuesto, establece las directrices necesarias para implementar un control efectivo de los flujos de inventario, con el objetivo de administrar de manera eficiente los mismos, logrando con ello mejorar la rentabilidad al optimizar los recursos invertidos en manejar un nivel de inventario.

En el capítulo uno se describe las generalidades de la empresa en estudio y se hace una recopilación de la teoría necesaria para el desarrollo e implementación del sistema de control de inventarios propuesto. Se establece qué son los pronósticos y las técnicas a desarrollar para la elaboración de los mismos. También se desarrolla los modelos económicos de inventario que se aplicarán en este trabajo.

En el capítulo dos, se realizó un análisis sobre la situación actual de la empresa, en el cual se definen los principales problemas que enfrenta referente al control de inventarios y se determinó las principales estrategias a seguir con el objeto de mejorar la situación que atraviesa.

En el tercer capítulo, se propone un sistema para control de inventarios, en el cual se definen los objetivos del mismo, el alcance que tendrá, los responsables, las políticas a establecer del sistema propuesto, el método más adecuado para determinar el pronóstico según los datos con que se cuente, el método de valorización a utilizar y la mejor política de inventarios a establecer

por familia de productos. Se estableció las herramientas necesarias a utilizar y se determinó puntos de evaluación del sistema.

En el cuarto capítulo, se describe la metodología sobre cómo implementar el sistema de control de inventarios propuesto, así como también se define quiénes son los responsables de llevar a cabo la implementación, los recursos necesarios y los tiempos plazo de ejecución.

Como punto final, en el capítulo cinco, se describe una metodología para realizar un análisis al sistema propuesto concluido el ciclo de implementación, se establece una agenda de evaluación para determinar si el sistema cumple con los objetivos planteados y se propone un ciclo de mejora continua que permita mantener al sistema actualizado a la realidad de la empresa.

JUSTIFICACIÓN

El tema “propuesta de un sistema para control de inventarios, para una bodega de una empresa de compra y venta de equipos de tecnología”, se ha determinado, debido a que actualmente en la empresa en estudio, no se cuenta con un sistema que permita llevar control de la mercadería que se almacena en su bodega.

Esta situación, está representando altos costos a la empresa, en lo referente al manejo de inventarios. Actualmente no se cuenta con un control efectivo del almacenamiento de los productos en bodega y de la rotación de inventarios, lo que provoca que productos se pierdan por deterioro u obsolescencia debido al excesivo tiempo que pasan estos almacenados.

Por tal razón, se considera importante contar con un sistema que permita tener control de los productos que se almacenan en bodega, y generar estrategias que permitan mejorar el nivel de rotación de los inventarios, lo que repercutirá en la reducción de costos, tanto por deterioro como por obsolescencia y mejorará la rentabilidad de las operaciones de la empresa.

OBJETIVOS

GENERAL

Proponer un sistema de control de inventarios, para el manejo efectivo de la bodega de una empresa de compra y venta de equipos de tecnología.

ESPECÍFICOS

1. Diagnosticar la situación actual de la empresa en el manejo de control de inventarios, para determinar cuál es la problemática actual y estrategias a seguir.
2. Desarrollar un marco conceptual referente al manejo y control de inventarios generalmente aceptados.
3. Diseñar un sistema de control de inventarios para la bodega de mercaderías, que permita tener control de la existencia, entradas y salidas.

4. Proponer un control de rotación de inventarios para mantener los niveles de *stock* de inventarios óptimos.
5. Describir la forma de implementación del sistema de control de inventarios propuesto.
6. Establecer puntos relevantes del sistema propuesto para el manejo de control de inventarios, para tener parámetros de evaluación al sistema propuesto.
7. Establecer un método de evaluación y mejora continua.

INTRODUCCIÓN

El manejo y control de inventarios es de vital importancia en las empresas que manejan un nivel alto de productos, con el objetivo de reducir costos y optimizar recursos.

Se desarrolla la teoría necesaria para el manejo y control de inventarios, como base para establecer los parámetros necesarios para la implementación del sistema propuesto.

Es importante en toda empresa, que se dedique a la comercialización de productos, tener un sistema eficiente de control de inventarios, el cual permita saber, cuáles son los costos de almacenamiento del producto, los niveles óptimos de inventarios, cuánto y cuándo se debe pedir para el reabastecimiento de la bodega de mercaderías para la venta.

El trabajo de graduación consiste en desarrollar una propuesta para implantar un sistema de control de inventarios, analizando cada una de las partes involucradas en el mismo.

Este trabajo será de mucha utilidad a los estudiantes y profesionales interesados en conocer cómo diseñar un sistema de control de inventarios eficiente, y que permita optimizar los recursos de las empresas.

1. GENERALIDADES

1.1. Descripción de la empresa

La empresa que sirve de base para realizar este estudio y trabajo de graduación, es una empresa guatemalteca, dedicada a la compra y venta de equipos de tecnología; empresa en vías de desarrollo y expansión. Sus ventas son por medio de venta directa al público y por medio de un banco del sistema nacional, teniendo como producto líder el equipo de cómputo.

En sus inicios, la empresa operaba con aproximadamente 15 trabajadores, quienes cumplían con diversas funciones para el correcto desempeño de la misma. Debido a estrategias realizadas con otros distribuidores y un banco del sistema nacional, la empresa creció grandemente en sus operaciones, por lo que fue necesaria la expansión y contratación de más personal. Este cambio se dio sin una planificación, lo que dio como resultado diversos problemas de operación en las diferentes áreas de la empresa.

Entre los principales problemas que enfrenta la empresa en el área financiera, se encuentra la administración y control de inventarios, no teniendo un sistema efectivo para administrar los mismos. Ha sufrido innumerables problemas, como faltantes de mercadería, pérdida de la misma por obsolescencia y deterioro por no contar con una eficiente rotación de inventarios, etc.

Surge entonces la necesidad de tener un sistema que permita tener control sobre los inventarios, tema sobre el cual se desarrolla este trabajo de graduación.

1.1.1. Ubicación de la empresa

Localizada en la Colonia El Carmen Zona 12, desde el año 2006, opera con aproximadamente 115 empleados, distribuidos entre personal administrativo y operativo. Anteriormente se ubicaba en la zona 7, pero debido al crecimiento en operaciones que ha experimentado la empresa gracias a las estrategias de ventas que adoptó, se trasladó a su nueva ubicación, pasando a ser una de las empresas más grandes en el área de ventas de equipos de computación y electrodomésticos.

1.1.2. Historia de la empresa¹

La organización en estudio es una empresa familiar que inició como una distribuidora de computadoras, hardware y suministros el día 27 de abril del año 2,000 fecha en que fue inscrita en el Registro Mercantil.

Desde el día de sus inicios ha experimentado un elevado crecimiento en ventas de computadoras, hardware, suministros y otro tipo de productos que durante los años se han incluido en los catálogos de ventas, dentro de ellos podemos encontrar teléfonos celulares con los modelos más recientes del mercado y electrodomésticos de las mejores marcas.

¹ Fuente: departamento de mercadeo, empresa en estudio.

Se cuenta con una bodega de 6,000 metros cúbicos, 115 colaboradores directos y crea por lo menos 3 mil empleos indirectos en todo el país. Las proyecciones empresariales son muy ambiciosas, pues se espera alcanzar una facturación que supere los veinte millones de quetzales mensuales y abarcar a plenitud el territorio nacional, poniendo énfasis en los sectores en los cuales la venta de equipo no es la óptima todavía.

Gracias a la alianza realizada con un banco del sistema nacional, se utiliza como punto de venta cada una de sus agencias en todo el país. La ventaja de los proveedores al pertenecer a esta red de distribución radica en la venta al contado de sus productos, dejando en manos del banco la gestión de crédito. Cuenta con puntos de venta a minoristas en todo el país, ubicados en centros comerciales de conveniencia.

1.1.3. Misión

“Somos una empresa comprometida a velar por la satisfacción de nuestros clientes, al ofrecerles productos de calidad a un precio justo y con las mejores facilidades de pago del mercado, contribuyendo así con el desarrollo individual y colectivo de la población”.²

1.1.4. Visión

“Liderazgo a nivel centroamericano en ventas logrado mediante las alianzas estratégicas con proveedores y financistas que apoyen el progreso de la región”.³

² Misión, tomado de departamento de recursos humanos, empresa en estudio.

³ Ibíd.

1.1.5. Objetivos

“Los objetivos de la Organización, a gran escala son: el mejorar el posicionamiento de la empresa en el mercado nacional, así como el de expandir sus operaciones en el ámbito centroamericano.”⁴

1.1.6. Actividades a las que se dedica la empresa

La empresa se dedica a la compra y venta de equipos de tecnología, entre los principales productos que se manejan en el catalogo de ventas se tiene:

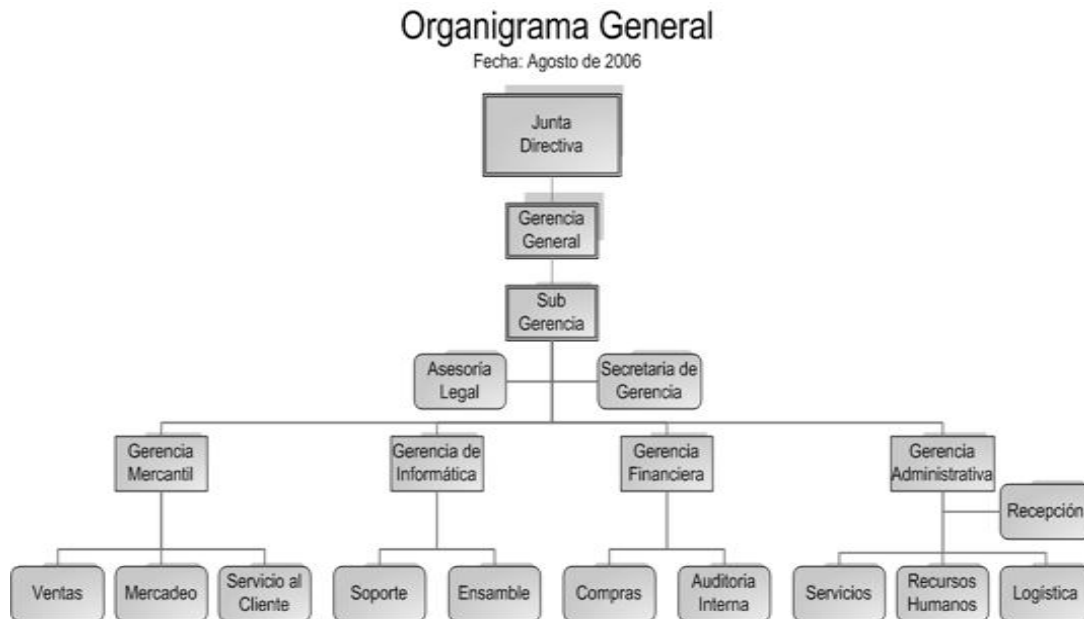
- a. Equipo de computación.
- b. Celulares.
- c. Electrónicos.
- d. Electrodomésticos.

1.1.7. Organización

La organización de la empresa está estructurada de manera funcional. Se tienen tres niveles jerárquicos para sus gerencias, que son la junta directiva, la gerencia general y gerencias de primera línea.

⁴ Fuente: departamento de mercadeo, empresa en estudio.

Figura 1. Organigrama general de la empresa



Fuente: Departamento de recursos humanos, empresa en estudio.

a. Jerarquía de puestos

La empresa cuenta con tres órdenes jerárquicos actualmente, que comprende desde el nivel directivo, que está conformado por la gerencia y sub gerencia general; el nivel dirigenal el cual está a cargo de las gerencias de primera línea, como lo son la gerencia comercial, la gerencia de informática, la gerencia financiera y la gerencia administrativa; y el nivel operativo que está compuesto por ventas, mercadeo, servicio al cliente, soporte, ensamble, compras, auditoría interna, servicios, recursos humanos, logística y asistentes.

b. Descripción de las áreas funcionales

La empresa cuenta con cinco áreas funcionales, sobre las cuales se desarrolla la administración de la misma, y que a continuación se detallan.

1) Área de gerencia general

Es la encargada de realizar el proceso administrativo de la empresa (planear, organizar, dirigir y controlar), estableciendo para ello estrategias, políticas y normas que determinan el estilo de trabajo de en cada una de las áreas de la empresa.

2) Área comercial

Promueve el comercio de la empresa, buscando constantemente nuevas estrategias de ventas, con el fin de llegar de mejor manera al mercado objetivo y mejorar la cobertura de ventas. Está compuesta por la fuerza de ventas, mercadeo y servicio al cliente.

3) Área de informática

El área de informática es la encargada de proveer del soporte necesario referente a lo que tiene que ver con el área de cómputo para la operación de la empresa, dentro de sus responsabilidades está el de velar por el cuidado y mantenimiento de los equipos y la red de la empresa. Está compuesta por el área de soporte y ensamble.

4) Área financiera

El área financiera es la encargada de velar por la administración financiera de la empresa, llevando cuenta y control de los productos que maneja la empresa. Vela por que la información contable, sea oportuna, veraz y continua. Analiza los Estados Financieros de la empresa, con el objeto de determinar la rentabilidad de la misma. Está compuesta por auditoría interna y contabilidad.

5) Área administrativa

El área administrativa es la encargada de administrar los recursos internos de la empresa. Provee de los recursos necesarios a cada una de las áreas de la empresa, para desarrollar un trabajo eficiente y eficaz. También es la encargada de realizar las distribuciones físicas dentro de la empresa.

De esta forma es como se encuentra conformada en la actualidad la empresa en la cual se desarrolla este trabajo. Como siguiente punto se desarrolla la teoría necesaria para entender de mejor manera qué es un sistema de control de inventario.

1.2. Sistemas de control de inventarios

“Los **inventarios** son bienes tangibles (acumulación de bienes o materiales) que se tienen para la venta en el curso ordinario del negocio o para uso interno del mismo con el fin de que se utilicen en el proceso de operación de las diferentes unidades de trabajo”.⁵

⁵ Krajewski, Lee J. **Administración de operaciones, estrategia y análisis**. Quinta Edición. Editorial PEARSON Educación, México 2000. p. 555.

Se utilizan para satisfacer la demanda sea esta interna o externa. Para tener una adecuada administración sobre los mismos, surge la necesidad de crear un sistema que permita llevar control de los productos que se almacenan para satisfacer la demanda ya sea interna o externa.

Un propósito fundamental de un sistema de control de inventarios, consiste en administrar de manera eficiente los recursos de la empresa, destinados a mantener un inventario, administrando eficientemente los flujos que el inventario presente, a fin de mantener un nivel de inventario adecuado, que se adapte a la demanda real que el producto o productos presente.

“El principal reto al que se enfrentan los administradores de inventarios, no consiste en reducir al máximo los inventarios para abatir los costos que implica la existencia de los mismos, ni en mantener un exceso de inventario a fin de satisfacer la demanda, sino que se debe buscar el equilibrio entre estos dos puntos que permita operar con la mayor eficiencia posible”.⁶

Equilibrio entre mantener inventarios altos o inventarios bajos.
Tener un nivel de existencia de mercaderías demasiado alto, significa que se tendrá un costoso inventario. Inventario que tendrá que ser vendido posteriormente con pérdidas, lo que afectaría la rentabilidad de la empresa. Por el contrario el no tener un nivel de existencia suficiente, significa la pérdida de potenciales ventas y conllevaría a tener clientes insatisfechos.

⁶ Krajewski, Lee J. **Administración de operaciones, estrategia y análisis**. Quinta Edición. Editorial PEARSON Educación, México 2000. p. 544.

¿Por qué inventarios bajos? Existen diversas razones para mantener un inventario en un nivel bajo, entre las cuales se puede mencionar, reducir: el costo de operación, intereses sobre capital, costos de almacenamiento y manejo, pago de seguros, mermas del inventario.

¿Por qué inventarios altos? Entre las principales razones para mantener un nivel de existencia alto en el inventario se puede mencionar: mejorar el servicio al cliente, reducir costos de realizar pedidos, reducir el costo de transporte de la mercadería, comprar a mejores precios.

Es por ello que surge la pregunta ¿qué tan alto o qué tan bajo debe de ser un inventario? Las dos situaciones afectan la rentabilidad de la empresa y se debe buscar un equilibrio a este respecto. Los modelos económicos de inventarios tratados más adelante, dan una respuesta a este aspecto, pero la decisión final está a cargo de la administración de la empresa, la cual debe basarse en resultados científicos y la experiencia que se ha adquirido en el tiempo.

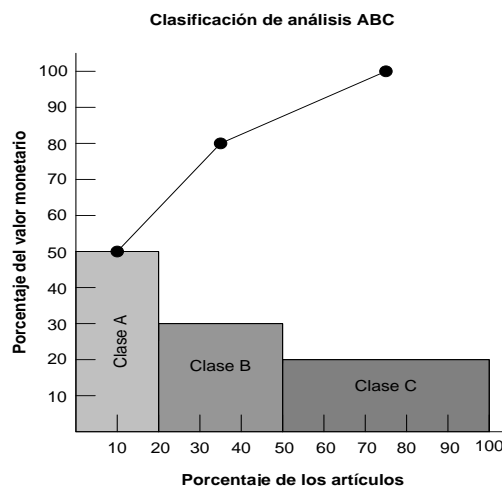
Con esto surge la necesidad de establecer por parte de la gerencia o administración de la empresa, un sistema que permita tener una administración eficiente de inventarios, con el principal objetivo de mantener una rentabilidad adecuada en operación.

Clasificación de productos según su uso monetario. La mayoría de empresas cuentan con cientos de artículos en su catalogo de ventas, por lo que se debe de establecer una manera de clasificarlos a fin de centrar la atención y tener un mayor grado de control sobre aquellos productos que representen un mayor uso monetario (costo).

Sistema de análisis ABC. “Para clasificar los productos de acuerdo a su uso monetario, se utiliza el método análisis ABC, el cual consiste en clasificar los artículos de acuerdo con su costo. De este modo, la administración puede centrar sus esfuerzos en los artículos que tengan el valor monetario más alto.

Para calcular el uso monetario, se multiplica la tasa de demanda promedio anual de un artículo por el costo unitario. Teniendo los artículos clasificados por su uso monetario, se ordenan de mayor a menor y se clasifican gráficamente mediante la técnica del diagrama de Pareto. Esta técnica permite visualizar gráficamente los artículos de mayor uso monetario y administrarlos de mejor manera”⁷.

Figura 2. Clasificación de productos por medio de análisis ABC



Fuente: Krajewski, Lee J. **Administración de operaciones, estrategia y análisis.** Quinta Edición. Editorial PEARSON Educación, México 2000. p. 552.

⁷ Krajewski, Lee J. *Administración de operaciones, estrategia y análisis.* Quinta Edición. Editorial PEARSON Educación, México 2000. pp. 552-553

Analizando la figura 2, se puede observar que los productos de clase A, representan el 20% de los artículos y su valor monetario representa el 50% del total de costo del inventario.

Los productos de clase B, representan el 30% del total de los artículos y un valor monetario de 30% del total del costo del inventario. Por último se observa que los productos de clase C representan el 50% del total de artículos y un porcentaje del 20% del total del costo del inventario. Los productos de clase A, representan un alto costo, por lo que se debe prestar especial atención a estos productos para abatir costos. Los productos de clase B y C requieren de una atención menos rigurosa, pero no por ello menos importante.

1.2.1. Qué es un sistema de control de inventarios

Un sistema de control de inventarios, es aquel que nos permite llevar control de los productos que se manejan en una empresa u organización, considerando los elementos esenciales de un sistema; entradas, proceso, salidas y retroalimentación. Un sistema consta de otros sistemas dentro de él, que son denominados subsistemas, para este caso, se considerarán dos subsistemas. El subsistema de pronóstico de la demanda y el subsistema de control de inventarios.

Subsistema de pronóstico de la demanda. Este subsistema se utilizará para pronosticar o estimar la demanda por medio de métodos matemáticos o por métodos de estimación establecidos. Las entradas del subsistema de pronóstico de la demanda son los datos históricos de ventas o en su defecto cuando se trate de productos nuevos o de productos innovados se tomarán estimaciones de ventas, que servirán de base para determinar o estimar la demanda.

El proceso de determinar la demanda se hará por medio de los métodos de pronósticos conocidos que se adapte mejor a los datos con que se cuente. La salida del subsistema de pronóstico de la demanda será la demanda pronosticada o estimada y la entrada para el subsistema de administración de inventarios.

Subsistema de administración de inventarios. Para este subsistema del sistema de control de inventarios, se tiene como entrada la demanda pronosticada. En el proceso de determinará la mejor política de inventarios a implementar, por medio de modelos económicos establecidos, buscando optimizar los costos que implica el mantener una existencia de inventario. También en el proceso se valorizará la mercadería para determinar su costo y así establecer un precio de venta de acuerdo al margen de utilidad deseado por la empresa. La salida del sistema serán los productos para la venta con un precio establecido para su comercialización.

El objetivo del sistema de control de inventario es de establecer la mejor política de inventarios que permita tener los productos necesarios en bodega que optimice los recursos de la empresa, permitiendo realizar las operaciones de manera eficiente.

1.2.2. Métodos de control de inventarios para costos

Los métodos de control de inventarios para costos permiten tener registro de las mercaderías que entran y salen de la bodega de almacenamiento y al mismo tiempo valorizarlos de acuerdo al sistema que se aplique. Para la elaboración de este trabajo, se tomará en cuenta tres sistemas para valorizar las mercaderías: método PEPS (primero en entrar primero en salir), método de costos promedios y método estándar.

Es de hacer notar que estos sistemas únicamente valorizan los productos de acuerdo al costo con que se adquirió los mismos, para determinar el precio de venta, hay que agregarle un porcentaje de utilidad, el cual lo determina la administración de la empresa.

1.2.2.1. Método PEPS

Primero en entrar, primero en salir; este método como su nombre lo indica, consiste en valorizar los productos que salen de bodega a los precios de las primeras entradas, hasta que los productos con ese precio se agoten. Dicho en términos simples, los productos se valorizan con los precios que entran a la bodega de almacenamiento.

1.2.2.2. Método de costos promedios

Este método de valuación permite valorizar la mercadería que se almacena en la bodega, obteniendo el precio promedio de todos los productos que sean de un mismo tipo. Se determina el valor del costo total de los mismos dentro del número de existencia de ese producto.

1.2.2.3. Método estándar

Este método de valuación se aplica cuando las variaciones de los precios son mínimas. Consiste en fijar un precio a los productos, que se aproxime a las variaciones. Se aplica en forma constante a la valorización de las mercaderías que salen de la bodega.

1.2.3. Pronósticos de ventas

Los pronósticos de ventas o de la demanda son una herramienta de vital importancia en el proceso de control de inventarios, se utilizan para estimar la demanda de los productos que maneja una empresa en un determinado marco de tiempo.

Importancia de los pronósticos para las diversas áreas de una organización. Los pronósticos son de suma importancia para una organización, se utilizan con el fin de planificación. Sirve a la organización para determinar estrategias a seguir a corto y largo plazo, para alcanzar de mejor manera los objetivos que se hayan trazado en el plan estratégico y operativo de la empresa.

Entre las áreas de una empresa que utilizan los pronósticos, se tiene por ejemplo: finanzas, la cual se apoya en los pronósticos para proyectar las necesidades que la empresa tendrá de capital, mediante la elaboración de presupuestos, flujo de caja y proyecciones de estados financieros, para determinar estrategias referentes al uso de los recursos financieros con los que cuenta la empresa.

Mercadeo, que utiliza los pronósticos de ventas para establecer planes de mercado a mediano y largo plazo, buscando llegar de mejor manera al mercado objetivo, mediante el análisis de las cuatro variables fundamentales en la mercadotecnia: producto, precio, plaza, promoción.

Logística utiliza los pronósticos para determinar la mejor política en lo referente a procesamientos de pedidos, determinar directrices de compras, almacenamiento, control de inventarios y la distribución de productos.

Recursos humanos, que utiliza los pronósticos para determinar el recurso humano necesario, que la organización necesita para operar de manera eficiente en el transcurso de tiempo.

Los pronósticos de ventas se basan en la información que la empresa u organización tiene, de los resultados de ventas de períodos anteriores, a esos resultados se le denomina *datos históricos*, estos datos reflejan el comportamiento que ha tenido la demanda en un determinado marco de tiempo.

1.2.3.1. Datos históricos

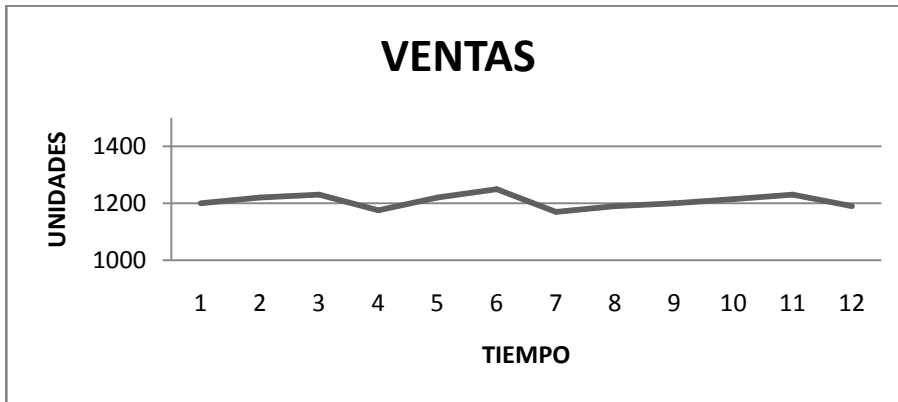
Los datos históricos son datos con los que cuenta la empresa u organización sobre las *ventas reales* en un determinado período de un producto específico. Las observaciones repetidas de la demanda (datos históricos) de un producto, tomando como base el período de tiempo en que se realizan, forman un patrón el cual se conoce como *serie de tiempo*.

Existen **patrones básicos de la demanda**, que son aplicables a los métodos de series de tiempo, entre los cuales se tiene:

a). Horizontales

Son aquellos modelos en que la variación de la demanda, se mantiene dentro de un rango estable en un marco de tiempo. Esto quiere decir que las variaciones de ventas son mínimas y que los datos se acumulan en torno a una línea horizontal (a una media), la figura 3 muestra este tipo de comportamiento.

Figura 3. Comportamiento de demandas horizontales

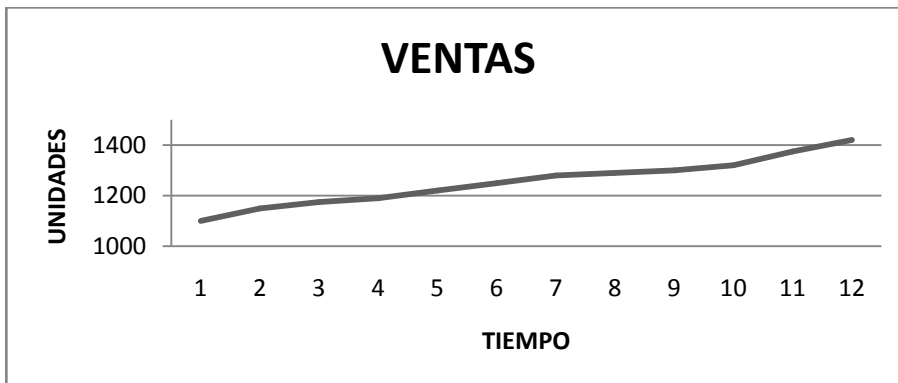


Fuente: elaboración propia.

b). De tendencia

Son aquellos modelos en que la variación de la demanda, tiene un comportamiento, ya sea en forma creciente o en forma decreciente de una manera consistente en un período de tiempo. La figura 4 muestra este tipo de comportamiento.

Figura 4. Comportamiento de demandas con tendencia

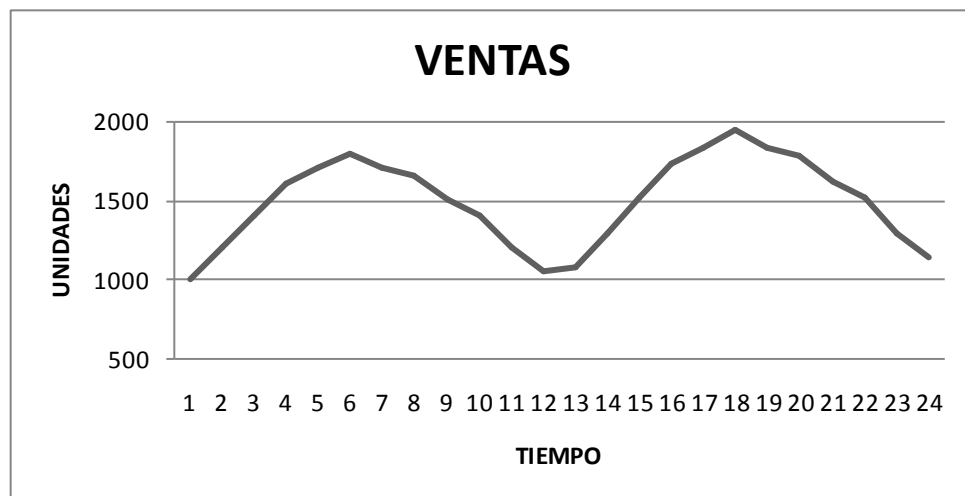


Fuente: elaboración propia.

c). Cíclico

Los modelos en los que la demanda tiene un comportamiento cíclico, son aquellos en que los datos de ventas presentan incrementos y decrementos de manera gradual en períodos de tiempo. Presentan un comportamiento de ventas similares, según la época, estaciones o período del año. Este comportamiento se repite período a período, por lo que se dice que la demanda es cíclica, la figura 5 muestra este tipo de comportamiento.

Figura 5. Comportamiento de demandas cíclicas

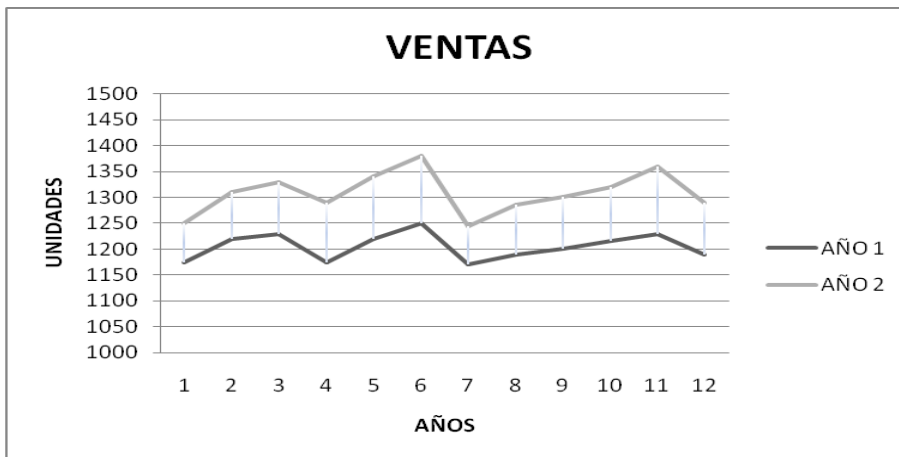


Fuente: elaboración propia.

d). Estacionales

Los modelos estacionales presentan un comportamiento de crecimiento a través del tiempo, pero a la vez tiene un comportamiento cíclico. La tendencia se mantiene período a período y a la vez presenta un crecimiento respecto al período anterior, la figura 6 muestra este tipo de comportamiento.

Figura 6. Comportamiento de demandas estacionales



Fuente: elaboración propia.

Comportamientos aleatorios. Cuando se presenta un comportamiento en el cual se da una serie de variaciones imprevisibles en la demanda, se dice que tiene un comportamiento aleatorio. Para esta clase de comportamientos, no se puede establecer un modelo matemático adecuado para realizar un pronóstico por lo que se recomienda en esta situación utilizar métodos de juicio. También se utilizan los métodos de juicio cuando no se cuenta con datos de ventas de períodos anteriores, estos métodos se describen en el anexo 5.

1.2.3.2. Pronóstico de la demanda

Pronosticar la demanda, consiste en *estimar* por medio de un método de pronóstico, tomando como base los datos históricos o estimaciones de juicio, las ventas futuras que la empresa tendrá de determinado producto en un determinado marco de tiempo. La *importancia de un buen pronóstico*, radica en que los resultados que estos arrojan, sirven para determinar la política de inventarios que se adoptará, cuidando el nivel de existencia de los mismos.

1.2.3.3. Métodos de pronósticos

Existen diversas técnicas que permiten elaborar un pronóstico útil para estimar el comportamiento de la demanda de un producto en el futuro inmediato de una organización o empresa.

En este trabajo se dividen en dos grupos los métodos de pronóstico; para cuando se cuenta con datos históricos de ventas se utilizan los métodos de series de tiempos y para cuando no se tenga datos de ventas de períodos anteriores, como en el caso de de productos nuevos o innovaciones de ingeniería que se le realice a un producto, se utilizan los denominados métodos de juicio.

En esta sección se hará únicamente mención de los métodos, para tener referencia de cómo realizar cada uno de los métodos mencionados, remítase a los anexos de este trabajo en el cual se detallan los mismos.

Métodos de series de tiempos. Se clasifican según la tendencia que los datos históricos presenten, para su fácil estudio se agruparán así:

- **Métodos de curvas horizontales o estables:** método empírico, estimación del promedio, promedio móvil simple, promedio móvil ponderado, suavización exponencial. Ver anexo 1.
- **Métodos de tendencia:** regresión lineal simple, modelo geométrico. Ver anexo 2.
- **Métodos de curvas cíclicas:** método de índices estacionales. Ver anexo 3.

- **Métodos estacionales:** método estacional multiplicativo. Ver anexo 4.

Métodos de Juicio⁸. Cuando la empresa no cuenta con datos históricos de ventas, se utilizan métodos de juicio, para elaborar pronósticos a corto plazo, como en el caso de nuevos productos, cambios de tecnologías o que no existe productos sustitutos sobre los cuales realizar un pronóstico.

Entre los principales métodos utilizados en los pronósticos de juicio se tiene:

- **Opiniones de ejecutivos:** método que se utiliza cuando el personal administrativo con que cuenta la empresa, tiene una amplia experiencia y formación académica de alto nivel, en base a ello elaboran pronósticos de ventas.
- **Estudios de mercado:** se utiliza cuando se desea investigar una situación en específico de determinado producto. En el estudio de mercado se analiza la oferta y la demanda, definiendo objetivos específicos de análisis. El estudio de mercado permite estimar la participación que tendrá determinado producto en el mercado, su principal inconveniente es ser costoso y más tardado.
- **Estimaciones de la fuerza de ventas:** las estimaciones de ventas se utilizan cuando se cuenta con un equipo de ventas de una amplia experiencia y conocimiento del mercado, el método consiste en estimaciones de ventas realizadas por el equipo de ventas de la empresa.

⁸ Krajewski, Lee J. Administración de operaciones, estrategia y análisis. Quinta Edición. Editorial PEARSON Educación, México 2000. pp. 500-502

- **El método Delphi:** es una técnica que se utiliza para elaborar pronósticos o estimaciones de ventas a largo plazo, donde las series de tiempo resultan poco efectivas. Para la elaboración del pronóstico participan profesionales ajenos a la empresa, los cuales conforman un grupo consultivo, que en base a sus opiniones y juicios determinan el pronóstico de ventas que se requiere.

Estos métodos de pronóstico basados en el juicio son más costosos y tardados que los elaborados a partir de series de tiempos. Para tener una mejor descripción de cada uno de los métodos de juicio, consultar anexo 5.

1.2.4. Modelos de Inventarios

La administración de inventarios es un factor importante en el proceso administrativo de toda organización, sea ésta de manufacturas o de servicios. Una deficiente administración de los mismos puede afectar significativamente la rentabilidad de los negocios.

Los modelos de inventarios permiten establecer la mejor política para la administración de los mismos. Conocida o estimada la demanda que tendrá un producto, el siguiente paso, es el de establecer el mejor modelo que permita minimizar costos y con ello obtener una ventaja competitiva.

El problema principal en la administración de inventarios, consiste en colocar y recibir en forma repetida órdenes de determinados tamaños a determinados intervalos de tiempo. Por lo tanto una política de inventarios, debe contestar a las preguntas, ¿cuánto pedir? y ¿cuándo pedir?

Entre los principales modelos económicos de inventarios que se trabajan en la administración de los mismos, se tiene: el modelo de reabastecimiento instantáneo con faltantes permitidos, el modelo de reabastecimiento instantáneo sin faltantes permitidos y el descuento por volumen de compra. Estos serán los tres modelos básicos sobre los que se elaborará este trabajo, existen otros modelos, que no son tomados en cuenta, porque se considera que los tres métodos aquí tratados se adaptan mejor a la situación actual de la empresa en estudio.

1.2.4.1. Elementos de un modelo de inventarios

Todo modelo de inventarios tiene características esenciales que los componen, en términos generales, los modelos económicos de inventarios poseen los siguientes elementos.

1.2.4.1.1. Cantidad pedida

Representa la cantidad en unidades que se solicita al realizar o colocar un pedido (un lote) al proveedor, ésta se calcula mediante la cantidad económica de pedido y ayuda a responder la interrogante ¿cuánto pedir? , se representa en este trabajo mediante el símbolo q^* .

1.2.4.1.2. Tasa de demanda

La tasa de demanda, indica la cantidad en unidades por unidad de tiempo, en que un producto es comprado por los clientes. Se obtiene por medio de métodos estadísticos o estimaciones de juicio, con los cuales se obtiene los denominados pronósticos de ventas.

1.2.4.1.3. Duración del ciclo de pedido

La duración del ciclo de pedido nos indica el tiempo promedio en que se consume un producto. Depende directamente del comportamiento de la demanda.

1.2.4.1.4. Costos

Un elemento esencial en los modelos económicos de inventarios es el costo que implica mantener un nivel de existencia de determinado producto. Existen varios costos, entre los cuales tenemos, costo de preparación, almacenamiento, costo de compra y costos por faltantes.

El **costo de compra** se basa en el precio por unidad de artículo. El **costo por faltante**, es una penalización en que se incurre cuando se termina la existencia de un producto y no se puede cumplir con la demanda del mismo.

1.2.4.1.4.1. De preparación

Costo de preparación o costo de hacer pedidos, representa el gasto en que incurre la empresa cuando se gira una orden de compra al proveedor, para solicitar un nuevo lote de productos, a fin de reabastecer al nivel óptimo el inventario, éste es independiente de la cantidad pedida.

1.2.4.1.4.2. De almacenamiento

Representa el costo de mantener una existencia de inventario, comprende el costo de almacenamiento, mantenimiento y manejo de los mismos. Los costos de almacenamiento y manejo se pueden generar, cuando una empresa alquila espacio, ya sea a corto o largo plazo, para la custodia de la mercadería. Esto genera también un costo de oportunidad debido al espacio que se utiliza para el almacenamiento, cuando se pudo haber utilizado ese espacio de almacén para otros propósitos de la organización.

1.2.4.1.4.3. Costo Total

Representa la suma total de los costos en que se incurre en manejar un inventario, el cual se puede describir mediante la siguiente fórmula⁹.

$$C_T = C_C + C_P + C_A + C_F$$

Donde:

C_T : costo total

C_C : costo de compra

C_P : costo de preparación

C_A : costo de almacenamiento

C_F : costo por faltante

⁹ Fórmula de costo total. TAHA, Hamdy A., Investigación de operaciones, 7a. edición. PEARSON EDUCACIÓN, México, 2004, p.429.

1.2.4.1.5. Nivel de Reorden

El nivel de reorden indica que, cuando se alcanza determinado número establecido de existencia de un producto, se debe colocar o realizar un nuevo pedido a los proveedores, para reabastecer al nivel óptimo el inventario, por lo que por medio del nivel de reorden se responde a la interrogante ¿cuándo pedir?

1.2.4.2. Reabastecimiento instantáneo con faltantes

Modelo de inventario, en el cual se permiten tener faltantes o escasez del producto. Esto quiere decir que un determinado tiempo no se contará con un nivel de existencia. La figura 7 muestra el patrón de comportamiento que tiene un modelo económico de inventario con faltantes permitidos. La nomenclatura utilizada se define así:

Nomenclatura

C_1 = costo unitario de almacenamiento por unidad en inventario por unidad de tiempo, se expresa habitualmente como un porcentaje del precio unitario, porque cuanto más valioso sea un artículo que se tiene en inventario, tanto más alto será el costo de almacenamiento.

C_2 = costo unitario por faltante por unidad de tiempo.

C_3 = costo fijo por cada orden de compra emitida, es independiente de la cantidad pedida.

S = nivel máximo de inventario.

D = carencia o escasez máxima de inventario.

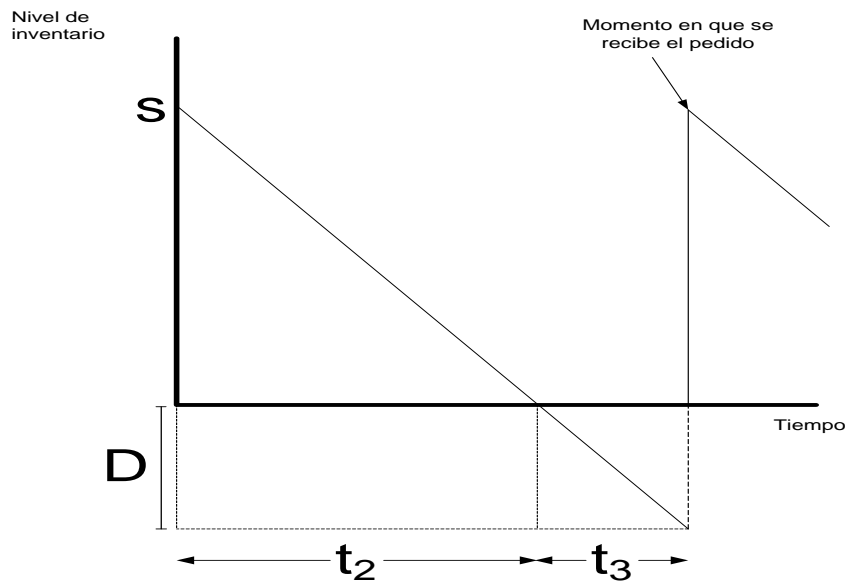
t_2 y t_3 = tiempos de ciclo.

r = tasa de demanda, unidades por unidad de tiempo.

q = variable de decisión, indica el número de unidades por lote.

p = precio por unidad.

Figura 7. Reabastecimiento instantáneo con faltantes permitidos



Fuente: Curso investigación de operaciones, facultad de ingeniería USAC, Guatemala.

- **Nivel máximo de inventario S (en unidades)**

$$S = \sqrt{\frac{2rC_2C_3}{(C_1 + C_2)C_1}}$$

- **Escasez máxima D (en unidades)**

$$D = \sqrt{\frac{2rC_1C_3}{(C_1 + C_2)C_2}}$$

- **Tiempo de agotamiento T (entre pedidos)**

$$T = t_2 + t_3$$

Donde:

t_2 es el tiempo de agotamiento del nivel de inventario

$$t_2 = \sqrt{\frac{2C_2C_3}{r(C_1 + C_2)C_1}}$$

t_3 es el tiempo de escasez

$$t_3 = \sqrt{\frac{2C_1C_3}{r(C_1 + C_2)C_2}}$$

- **Cantidad óptima a pedir q^***

$$q^* = \sqrt{\frac{2rC_3(C_1 + C_2)}{C_1C_2}}$$

- **Costo total del modelo con faltantes permitidos**

$$C_T = \frac{S^2C_1}{2q^*} + \frac{D^2C_2}{2q^*} + \frac{C_3r}{q^*} + pr$$

Política óptima de inventario. Para el modelo económico con faltantes permitidos, se resume así la política óptima de inventario que se debe establecer.

Pedir

$$q^* = \sqrt{\frac{2rC_3(C_1+C_2)}{C_1C_2}} \quad \text{Unidades}$$

Cada

$$T = t_2 + t_3 \text{ unidades de tiempo}$$

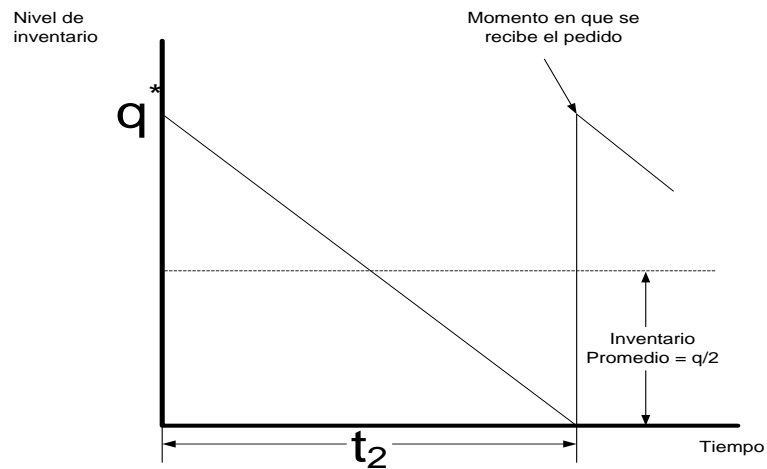
1.2.4.3. Reabastecimiento instantáneo sin faltantes

Este tipo de modelo, establece que los faltantes o escasez de productos no son permitidos. Por lo que el departamento de inventarios debe estar atento a los niveles de los mismos, para que cuando se alcance cierto nivel se coloque

un nuevo pedido, sin permitir que existan faltantes en determinado período de tiempo.

La figura 8 muestra el patrón de comportamiento que tiene un modelo económico de inventario en el cual no se permiten los faltantes.

Figura 8. Reabastecimiento instantáneo sin faltantes permitidos



Fuente: Curso investigación de operaciones, facultad de ingeniería USAC, Guatemala.

- **Nivel promedio de inventarios**

$$\text{Nivel promedio} = \frac{q}{2}$$

- **Cantidad óptima a pedir q^***

$$q^* = \sqrt{\frac{2rC_3}{C_1}}$$

- **Tiempo de ciclo t_2 (tiempo entre períodos)**

$$t_2 = \sqrt{\frac{2C_3}{rC_1}}$$

- **Número de órdenes o pedidos**

$$\text{Número de pedidos} = \frac{r}{q^*}$$

- **Costo total del modelo sin faltantes permitidos**

$$C_T = \frac{C_3r}{q^*} + \frac{C_1q^*}{2} + pr$$

Política óptima de inventario. Para el modelo económico sin faltantes permitidos, se resume así la política óptima que se debe establecer.

Pedir

$$q^* = \sqrt{\frac{2rC_3}{C_1}} \text{ Unidades}$$

Cada

$$t_2 = \sqrt{\frac{2C_3}{rC_1}} \text{ Unidades de tiempo}$$

1.2.4.4. Descuentos por volumen de compra

Este modelo se aplica cuando el proveedor concede un descuento del precio de lista, al momento de que los pedidos se realicen al por mayor. Esto quiere decir que el artículo se puede comprar con descuento, si el tamaño del pedido es mayor a determinado límite, el precio unitario ya no se considera fijo, éste disminuye de acuerdo al volumen de compra.

Este tipo de modelo es un incentivo para que el comprador compre más producto que el lote acostumbrado, con el fin de abatir los costos de preparación, manejo y envío. Aplica el modelo económico sin faltantes permitido.

Definiendo el precio unitario de compra p , y x el límite de compra. Para que el descuento aplique, se debe comprar arriba de ese límite. Esto es

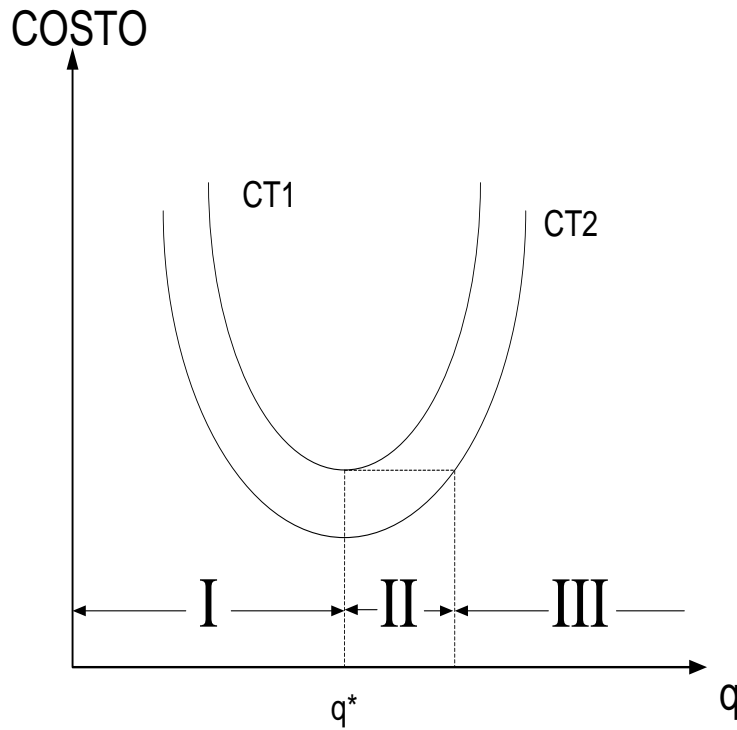
$$p = \begin{cases} p_1, & \text{si } q \leq x \\ p_2, & \text{si } q > x \end{cases} \quad \text{donde } p_1 > p_2$$

Costo Total

Cualquiera que sea el nivel de precios por unidad, P , el costo total se expresa de la siguiente manera

$$C_T = \frac{C_3 r}{q^*} + \frac{C_1 q^*}{2} + pr$$

Figura 9. Función de costo con descuentos de precio



Fuente: TAHA, Hamdy A., Investigación de operaciones, 7a. edición. PEARSON EDUCACIÓN, México, 2004, p.435

Para determinar la mejor opción de compra, se debe evaluar cada opción de precio que se dé, valiéndose de la cantidad económica de pedido q^* y determinar si es factible de acuerdo a la curva de costo, que se observa en la figura 9. Si el precio evaluado determina una cantidad económica de pedido, que no es factible de acuerdo a la curva de costo, se considera que la cantidad no es factible de aplicar y se debe probar con otro precio, esto se repite hasta hallar la solución óptima de acuerdo al mejor precio que se ofrezca.

Sistema de control de inventarios para demandas inciertas. Los modelos económicos de inventarios, están diseñados para cuando la demanda se conoce con certeza o se puede estimar con bastante exactitud y las variaciones son pequeñas. Sin embargo, a pesar de todos los esfuerzos que se puedan realizar, existen comportamientos de demanda, en los cuales no se puede proyectar o estimar su comportamiento en el futuro, por lo que se considera en este caso que la demanda es incierta.

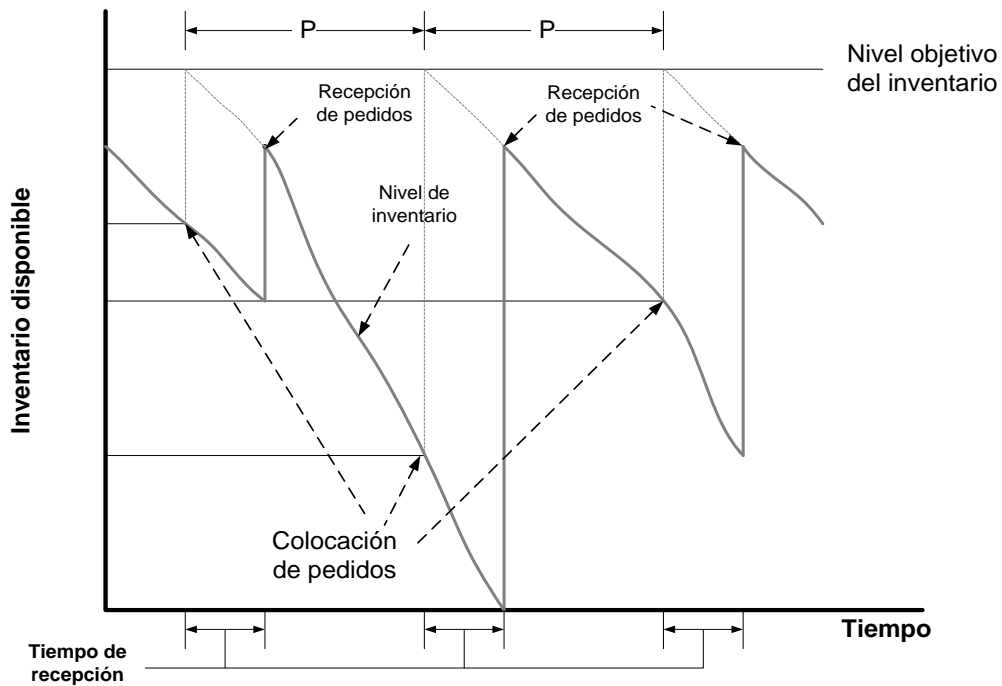
Para este tipo de casos se utilizan otros sistemas de inventarios, los cuales permiten tener un control efectivo para los artículos que presentan dichos comportamientos. Se tratará en este trabajo únicamente el sistema conocido bajo el nombre de *sistema de revisión periódica P*.

Sistema de revisión periódica P. Conocido también como sistema de reorden a intervalos fijos o sistema de reorden periódico. En este tipo de sistema se revisa de forma periódica el nivel del inventario. La programación de reabastecimiento es de forma rutinaria, por lo que simplifica este proceso.

Los pedidos de lotes nuevos se realizan al final de cada período. En un sistema P, el tamaño de lote de pedido, puede variar de un período a otro, como lo muestra la figura 10, persisten las siguientes suposiciones:

- No existen restricciones en cuanto al tamaño del lote de pedido.
- No existe incertidumbre en los tiempos de entrega ni en el suministro, estos son constantes.
- La demanda es incierta.

Figura 10. Comportamiento de inventarios con demandas inciertas



Fuente: Krajewski, Lee J. **Administración de operaciones, estrategia y análisis.** Quinta Edición. Editorial PEARSON Educación, México 2000. p.565.

La línea con pendiente discontinua indica el nivel de inventario, no el comportamiento de la demanda. El intervalo P indica el tiempo predeterminado para colocar nuevos pedidos. Un ejemplo de este tipo de comportamientos, es el caso de los proveedores de agua pura, quienes semanalmente visitan las tiendas de distribución para reabastecer los niveles de inventarios, la demanda varía constantemente, tiene un comportamiento incierto. Los niveles de inventarios, semana a semana son llevados a un nivel preestablecido. Los parámetros de niveles de inventarios y el tiempo para colocar pedidos, son establecidos por la administración.

Otro aspecto importante a considerar en los sistemas de control de inventarios es, la razón de **rotación de inventarios**, la cual mide el número de veces que se renueva o se vende un inventario durante un período dado. Indica con qué eficiencia la empresa convierte su inventario en ventas.

Si la empresa tiene un inventario que vende bien, el valor de razón será alto. Si hay un inventario excesivo o poco líquido el valor será bajo. Por medio del estado de resultados podemos calcular la rotación de inventarios. La rotación de inventarios se calcula mediante la información que proporcionan los Estados Financieros de la empresa. El siguiente ejemplo donde se muestra un estado de resultados ficticio, demuestra la mecánica de cálculo.

Figura 11. Estado de Resultados ficticio

ESTADO DE RESULTADOS AÑO 2006	
Ventas netas	Q17,000,000.00
(-)Costo de ventas	Q5,000,000.00
GANANCIA EN VENTAS	Q12,000,000.00
(-)Gastos administrativos y de ventas	Q800,000.00
(-)Depreciación	Q2,000,000.00
GANANCIA EN OPERACIÓN	Q9,200,000.00
(-)Gastos en intereses	Q1,710,000.00
GANANCIA ANTES DEL IMPUESTO	Q7,490,000.00
Impuestos sobre los ingresos Netos (33%)	Q2,471,700.00
INGRESOS NETOS	Q3,294,000.00

Fuente: elaboración propia.

Figura 11. Balance General ficticio

BALANCE GENERAL AÑO 2006	
ACTIVO	
efectivo	Q10,000,000.00
Bancos	Q8,000,000.00
Cuentas por cobrar	Q1,000,000.00
Inventario	Q10,000,000.00
Gastos pagados por anticipado	Q1,000,000.00
Total Activo circulante	Q30,000,000.00
Activos fijos	Q28,000,000.00
(-) depreciación acumulada	Q8,000,000.00
Activos fijos netos	Q20,000,000.00
TOTAL DE ACTIVO	Q50,000,000.00
PASIVOS Y CAPITAL CONTABLE	
Cuentas por pagar	Q4,000,000.00
Obligaciones laborales	Q3,000,000.00
Bonos por pagar	Q2,000,000.00
Total de pasivos circulantes	Q9,000,000.00
Pasivo a largo plazo	Q15,000,000.00
TOTAL DE PASIVO	Q24,000,000.00
Capital contable	Q26,000,000.00
TOTAL PASIVO Y CAPITAL	Q50,000,000.00
<p><small>**Nota el inventario 2005 tiene un valor de Q 12,000,000.00 según registros contables</small></p>	

Fuente: elaboración propia.

A partir de la información de la figuras 10 y 11, calculamos la razón de rotación de inventarios. Matemáticamente se expresa con la siguiente fórmula:

$$\text{Tasa de rotación de inventario} = \frac{\text{Ventas Netas}}{\text{Inventario promedio}}$$

Para el estado de resultados anterior, el valor de la tasa de rotación de inventarios sería así:

- **Tasa de rotación**

$$\text{Tasa de rotación de inventario} = \frac{15,000,000}{(12,000,000 + 10,000,000)/2} = 1.54$$

Lo que significa que la empresa, roto 1.54 veces su inventario en ventas durante el año. Para tener un parámetro de comparación y determinar si este valor es adecuado o no, es necesario analizar el comportamiento de la variación de la tasa respecto a otros períodos, ya que un solo dato, no permite obtener conclusiones efectivas acerca de la rotación de inventarios.

Suponiendo que los datos de tasa de rotación para los períodos anteriores son los que se presentan en la tabla I.

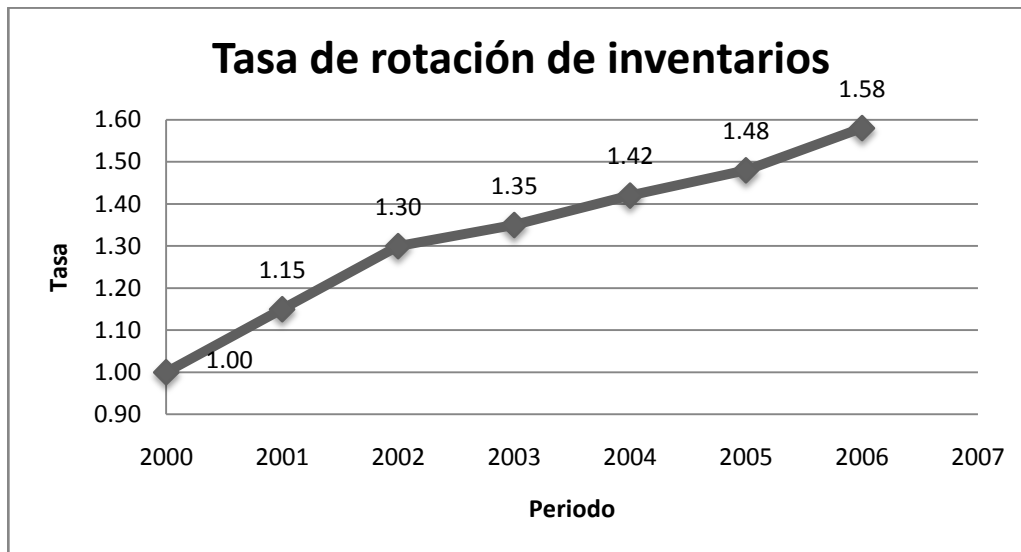
Tabla I. Valores de rotación de inventarios ficticios

Año	Tasa
2000	1.00
2001	1.15
2002	1.30
2003	1.35
2004	1.42
2005	1.48
2006	1.58

Fuente: elaboración propia.

Se procede a plotear los datos en un plano cartesiano, para visualizar la tendencia de los datos y obtener conclusiones importantes de ello.

Figura 13. Tasa de comportamiento de rotación de inventarios de la tabla I



Fuente: elaboración propia.

A partir de la gráfica de la tasa de rotación de inventarios, se puede sacar conclusiones importantes, acerca de la administración de inventarios. Por supuesto que para obtener un análisis completo es necesario calcular otras razones financieras, que permitan tener un mejor panorama de la situación financiera de la empresa y determinar estrategias a seguir. Sin embargo, el tema central de este trabajo de graduación no son las razones financieras, por lo que se tratará únicamente la razón de rotación de inventarios, que es la que interesa en este punto, para el sistema de control de inventarios. Observando el comportamiento de la figura 13 se puede concluir:

- La tasa experimenta un comportamiento ascendente, por lo cual se puede estimar, mediante el método de pronóstico de regresión, vea anexo 2, la rotación para el año 2006, lo que permite elaborar estrategias a fin de establecer una meta a lograr y de ser posible superarla.

El objetivo primordial de la empresa, debe ser el de buscar aumentar el valor de la razón, porque esto implicaría que la empresa convierte de manera eficaz los inventarios en ventas, lo cual significa mantener una rentabilidad en operaciones. Entre las principales técnicas para aumentar la rotación de inventarios se pueden mencionar:

- Promover nuevas estrategias de ventas, lo cual permitirá convertir los inventarios en ventas (efectivo), lo que mejorará la liquidez de la empresa, entre las que se puede mencionar: promociones, descuentos a precios de venta y campañas de publicidad dirigidas al mercado objetivo.
- Disminuir las devoluciones sobre ventas, con el objetivo de aumentar las ventas netas, lo cual conducirá a una mayor rotación de inventarios.
- Optimizar los niveles de inventarios, a fin de contrarrestar los excesos de inventarios y poder contar únicamente con lo necesario, para disminuir costos de operación de los mismos y mejorar la rentabilidad de la empresa.

Como punto final en la teoría de administración de inventarios, se determina un método para certificar o elegir a los mejores proveedores, para una eficaz administración de inventarios.

Proceso de certificación de proveedores. Una buena administración de inventarios requiere de una adecuada selección de proveedores, por lo cual se debe crear una política que permita al personal encargado de realizar el proceso de gestión de compras, la evaluación y elección de los mejores proveedores, a fin de asegurarse de elegir a los mejores. Entre los principales parámetros de rendimiento a considerar, que deben tener los proveedores para certificarlos y realizar con los mejores la gestión de compra se tiene:

Parámetros de evaluación de rendimiento

- **Precios bajos.** Es un factor fundamental a evaluar en un proveedor, se debe buscar proveedores que ofrezcan los mejores precios, pero sin sacrificar la calidad de los productos, los precios bajos permiten a la empresa ofrecer mejores promociones de ventas a sus clientes.
- **Calidad de los productos.** La calidad de los productos es un criterio de evaluación fundamental a tomar en cuenta para elegir un proveedor, debido a que de la calidad de los productos, depende la satisfacción del cliente y por ende crear relaciones perdurables en el tiempo.
- **Entrega a tiempo.** La entrega a tiempo es factor vital en la administración de inventarios, se debe elegir a los proveedores que cumplan con los tiempos de entrega establecidos, máxime cuando no se cuenta con niveles de inventarios de seguridad, porque un atraso en la entrega de mercadería se traduce en incumplimiento a los clientes, lo que conlleva pérdida de ventas y baja en la rentabilidad de la empresa.
- **Garantía y servicio al cliente.** Al seleccionar un proveedor se debe prestar especial atención a la garantía y el servicio al cliente, el proveedor debe de tener un servicio de garantía pronto y oportuno, como un excelente servicio al cliente, que brinde la asesoría necesaria a los consumidores.
- **Respaldo.** El respaldo de los productos es vital para elegir un proveedor, se debe de elegir aquellos que brinden un servicio mayor a las expectativas mínimas con las que debe cumplir un proveedor.

El respaldo da la seguridad de ofrecer productos a los clientes y responder por problemas que estos presenten.

- **Posición financiera.** La posición financiera, debe ser un aspecto cuidadosamente evaluado, un proveedor con alta posición financiera, no escatimará esfuerzos en cumplir y dar servicio a sus clientes. Por el contrario un proveedor que no cuenta con una solidez financiera, difícilmente brindará respaldo a los productos que vende.

Existen técnicas sofisticadas que permiten evaluar a los proveedores y certificar a los mismos, sin embargo en este trabajo, se tratará solamente una técnica sencilla en su aplicación, que no requiere de procedimientos engorrosos. La técnica que aquí se propone es el **método de matriz de preferencias**, técnica que clasifica a los proveedores de acuerdo a criterios de rendimiento, los cuales son elegidos por la administración.

La matriz de preferencias es una tabla que permite a la administración clasificar alternativas de acuerdo con varios criterios de rendimiento, se utiliza cuando es difícil cuantificar factores con certeza, que permitan aplicar técnicas de mayor sofisticación. Los criterios de rendimiento que se utilizan, suelen clasificarse con cualquier escala, como del 1 (peor posible) al 100 (mejor posible) o alguna escala equivalente, como del 1 al 10 o del 0 al 1, lo que se debe de cuidar es que se debe de aplicar la misma escala a las alternativas que serán evaluadas. La escala que se utilizará en este trabajo será de 1 a 100.

Cada clasificación se pondera de acuerdo con la percepción de su respectiva importancia, la suma de las ponderaciones tiene que ser la escala total, en este caso 100. El puntaje de cada opción es asignado de acuerdo a las percepciones que se tenga de cada alternativa según el criterio de rendimiento.

Los puntajes pueden tener una escala diferente, para este caso se utilizará la escala de 1 (peor) a 10 (mejor) correspondientes a nivel de percepción de cada alternativa.

Para decidir cuál es la mejor opción, se hace por medio del mayor puntaje ponderado, el cual se obtiene de multiplicar el criterio de rendimiento por el puntaje, el siguiente ejemplo demuestra la mecánica de cálculo. Supóngase que la empresa cuenta con tres opciones de proveedores para proveerle un producto determinado, la empresa desea distribuir sus compras dentro de las dos mejores opciones, la gerencia analizó los principales criterios de rendimiento a evaluar en los proveedores y asignó puntajes a cada uno, los datos y procedimiento de evaluación se resumen en la tabla II.

Tabla II. Matriz de preferencias para seleccionar proveedores

Criterio de rendimiento	Ponderación	Proveedor A	Puntaje ponderado A	Proveedor B	Puntaje ponderado B	Proveedor C	Puntaje ponderado C
Precios bajos	30	9	270	8	240	7	210
Calidad de los productos	25	6	150	8	200	9	225
Entrega a tiempo	25	6	150	7	175	8	200
Garantía y servicio al cliente	10	6	60	6	60	7	70
Respaldo	5	7	35	6	30	8	40
Posición Financiera	5	5	25	6	30	9	45
Suma de ponderaciones	100	Puntaje ponderado	690	Puntaje ponderado	735	Puntaje ponderado	790

Fuente: adaptación propia del método matriz de preferencias.

Para obtener el puntaje ponderado de A, para el criterio de precios bajos, se multiplica la ponderación de precios bajos por el puntaje de A en ese criterio, el resultado es el puntaje ponderado de A ($30 \cdot 9 = 270$). De la misma forma se procede para cada criterio y para cada opción.

El análisis de la matriz de preferencias, determina que las dos mejores opciones para que la empresa distribuya sus pedidos de compra son la opción B y C. Es de hacer notar, que los resultados de la matriz dependen de la percepción del analista, por lo que se debe de tener cuidado de no mezclar falsas percepciones y tener un criterio muy cerrado para asignar ponderaciones a las alternativas, para que no se produzcan resultados influenciados por el analista.

Una alternativa congruente, para asignar valores a los criterios de evaluación y ponderaciones a cada opción, es formar un equipo de gerentes que evalúen las ponderaciones y juntos llegar a un consenso, para evitar introducir sesgos en las ponderaciones a cada alternativa.

Luego del análisis de los datos de la matriz de preferencia, se procede a certificar a los proveedores seleccionados y a negociar la gestión de compras con ellos. A fin de tener un proceso que permita seleccionar las mejores opciones de manera constante, este procedimiento de selección se puede repetir cada cierto período de tiempo, con el objetivo de que los proveedores estén mejorando continuamente sus propuestas.

2. ANÁLISIS SITUACIONAL

Se realizó un análisis de la situación actual de la empresa en estudio, en el área financiera y el entorno que compete la administración de inventarios, permitiendo identificar con ello los aspectos internos (fortalezas y debilidades) y los aspectos externos (amenazas y oportunidades) que tiene la organización en esta área, esto permitirá diseñar estrategias para la implementación del sistema de control de inventarios.

2.1. Procedimiento de control de inventarios actual

El procedimiento actual de control de inventarios es deficiente, se cuenta con un sistema de cómputo comercial, para llevar la contabilidad de la empresa, pero no se aprovecha el potencial del mismo, debido a que muchas operaciones se realizan de forma manual, especialmente en el área de bodega, el personal no cuenta con la capacitación adecuada para aprovechar el potencial máximo del programa.

2.2. Departamento de compras

El departamento de compras se encarga de gestionar las compras de los artículos para la venta que la empresa comercializa, ya sea a pedidos por mayor o por menor. Cuenta con un total de tres personas; el jefe de compras y dos auxiliares de compras, quienes se encargan de realizar la gestión de compras.

Las negociaciones con los proveedores, las realiza la gerencia general, por lo que el jefe de compras, únicamente debe de gestionar el proceso de compra, sin tener que negociar precios o cotizar productos y elegir a los mejores proveedores. Esta situación presenta el inconveniente de que las compras están amarradas a determinados proveedores, ya establecidos por la gerencia general, por lo que se compra no a los mejores precios y en muchas ocasiones, los proveedores no cuentan con el producto solicitado, lo que conlleva a incumplir en varias ocasiones con los pedidos de los clientes, generando mala percepción de los mismos hacia la empresa.

Para cualquier compra que realicen, deben de recibir autorización de parte de la gerencia general, según política establecida por la empresa, esto se realiza así con el objetivo de tener control de las compras realizadas.

Trabajan en estrecha relación con el departamento de inventarios, contabilidad, ventas, la gerencia financiera y la gerencia general.

2.2.1. Procedimiento de compras

El procedimiento de compras actual, se realiza para la mayoría de productos conforme ingresan los pedidos, no se trabaja con estimaciones de ventas. Para el caso del equipo de cómputo y suministros, se mantiene cierto nivel de inventario, como seguridad para poder cubrir la demanda. Las compras se gestionan mediante la orden de compra siguiente, que muestra la figura 14.

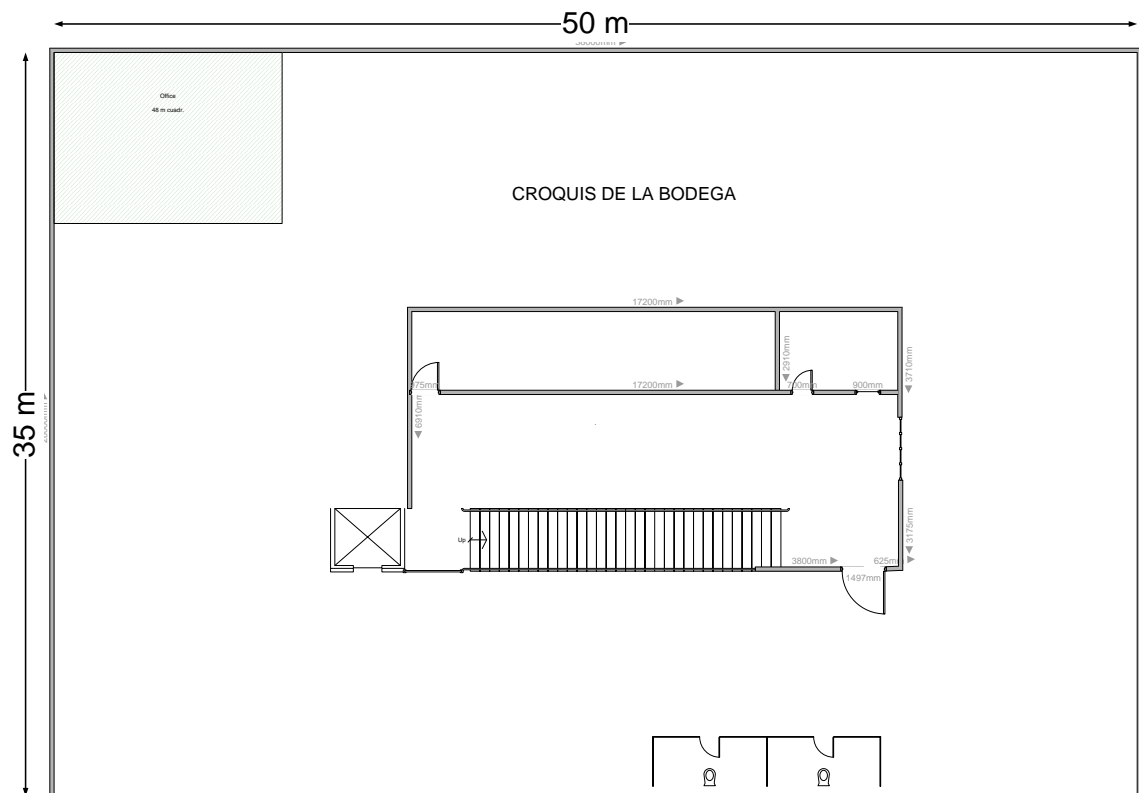
- No tiene un número de pedido, que permita identificar el lote en el proceso de abastecimiento.
- No se especifica la fecha de entrega de productos.
- No cuenta con un espacio asignado para colocar datos del representante responsable de surtir el pedido por parte del proveedor.
- No cuenta con un espacio para colocar observaciones de cada artículo en específico.
- En el importe total no se especifica la cantidad de IVA a pagar.
- No cuenta con un espacio para colocar datos cuando se recibe la mercadería como: responsable de recepción, aprobación de jefe de compras e inventarios.
- No se especifica la forma de pago.

2.3. Bodega de mercaderías

La bodega de mercadería, se encuentra ubicada en las oficinas centrales de la empresa, la figura 15 muestra un croquis del espacio en bodega. En este lugar se almacena los productos sin tener un control específico de los mismos, ni una adecuada distribución que permita tener un efectivo control de los productos.

El principal problema se tiene en el momento de ingresar los productos a la bodega, debido a que estos son almacenados, sin tener el debido control de separar los productos por la fecha de ingreso, mezclando los productos que están almacenados, lo que repercute en problemas de rotación de mercadería.

Figura 15. Croquis de la bodega central



Fuente: elaboración propia, (dimensiones aproximadas).

Otro aspecto importante que se debe cambiar, es que el área de bodega no se encuentra debidamente señalizada y la mercadería es almacenada en el suelo, no se cuenta con estantes para colocar la mercadería. Esto provoca daños en algunos productos.

2.3.1. Recepción de mercadería

La recepción de mercadería la realiza el departamento de inventarios, quien se encarga de hacerle ingreso al sistema de cómputo, por medio del código de barras del producto. Se ingresa el precio, para que por medio de dicho sistema se puedan valorizar las mercaderías, para luego ser enviada a la bodega, donde se recibe el producto para su almacenamiento. La figura 16, muestra el ingreso de la mercadería al sistema de cómputo.

Figura 16. Ingreso de mercadería al sistema de cómputo

Kardex							
						No.	A3786
Clave Producto	:	7891173022882	RESMA DE PAPEL CARTA				
Unidad	:	PZ			Stock mínimo	:	0
Control Almacén	:				Stock máximo	:	0
Fecha últ. Compra	:	08-Dic-06			Existencia	:	246
Tipo de costeo	:	Promedio					
Fecha	Doco	Tipo de movimiento	Alm.	Entradas	Salidas	Existencia	Costo unitario
29-May-06		Inventario	1	0	0	24	21.70451
29-May-06	A3786	compras	1	50	0	74	21.50783
Nota:		Compra de mercadería.					

Fuente: departamento de inventarios, empresa en estudio.

2.3.2. Almacenamiento

El almacenamiento en bodega se realiza de una forma empírica, la mercadería que se recibe es almacenada sin tener control alguno de los ingresos y egresos físicos de la bodega. A pesar de que el producto fue ingresado al sistema de cómputo, no es posible tener control físico de lo que se almacena en la bodega, debido a la forma en que se almacena y que el personal a cargo de la bodega, no se encuentra debidamente capacitado para realizar el trabajo de manera efectiva.

Este es el principal problema al que se enfrenta la empresa, debido a que, por ejemplo: se recibe una impresora, se le hace ingreso al sistema de cómputo y es trasladada a bodega, en bodega se coloca con las demás impresoras de su misma clase, sin tener el debido control de ingresos.

Cuando se requiere por parte de ventas una impresora, se dirige al departamento de inventarios a que realice el traslado dándole de baja del sistema de cómputo.

En bodega se recibe la orden de traslado, vea figura 17, observando el tipo de producto que es, se dirigen a donde se encuentra físicamente el producto, tomando la primer impresora que encuentren a mano, sin importar si ésta lleva ya demasiado tiempo en bodega o si apenas ingreso ayer.

Este procedimiento se ha realizado siempre de esta manera, provocando que mucha mercadería se pierda, debido al excesivo tiempo de almacenamiento de los productos, especialmente en productos perecederos, como las tintas para impresoras.

2.3.3. Despachos

Para cualquier despacho de mercadería en bodega, se entregará únicamente a las personas que presente la orden de traslado de mercadería, que es emitida por el departamento de inventarios de la empresa, la cual se muestra en la figura 17.

Figura 17. Orden de traslado de mercadería

Kardex							
						No.	A3787
Clave Producto	:	7891173022882	RESMA DE PAPEL CARTA				
Unidad	:	PZ			Stock mínimo	:	0
Control Almacén	:				Stock máximo	:	0
Fecha últ. Compra	:	08-Dic-06			Existencia	:	246
Tipo de costeo	:	Promedio					
Fecha	Docto	Tipo de movimiento	Alm.	Entradas	Salidas	Existencia	Costo unitario
29-Abr-06		Inventario	1	0	0	24	21.70451
29-Abr-06	A3787	ventas	1	0	1	23	21.70451
Nota: Traslado por venta, código empleado 1250, realizado por auxiliar 1 de inventarios							

Fuente: departamento de inventarios, empresa en estudio.

2.4. Datos históricos de ventas

Los datos históricos de ventas son almacenados en el programa de cómputo con el que cuenta la empresa, vea la figura 18, debido a que en él se registran los traslados que se realizan ya sea por concepto de venta o uso interno, se pueden separar por períodos, ya sea semanal, mensual o anual, conforme sea requerido.

Figura 18. Reporte de datos históricos de ventas

Kárdex								
Reporte de movimientos del mes de abril 2006								
Clave Producto	:	7891173022882	IMPRESORAS C IP1700				Stock mínimo :	0
Unidad	:	PZ					Stock máximo :	0
Control Almacén	:						Existencia :	95
Fecha últ. Compra	:	08-Dic-06						
Tipo de costeo	:	Promedio						
Fecha	Docto	Tipo de movimiento	Alm.	Entradas	Salidas	Existencia	Costo unitario	
05-Abr-06	A3770	ventas	1	0	4	95	345.4578	
07-Abr-06	A3771	ventas	1	0	4	91	345.4578	
08-Abr-06	A3772	ventas	1	0	5	87	345.4578	
11-Abr-06	A3773	ventas	1	0	5	82	345.4578	
12-Abr-06	A3774	ventas	1	0	4	77	345.4578	
15-Abr-06	A3775	ventas	1	0	4	73	345.4578	
16-Abr-06	A3776	ventas	1	0	3	69	345.4578	
17-Abr-06	A3777	ventas	1	0	6	66	345.4578	
19-Abr-06	A3778	ventas	1	0	5	60	345.4578	
20-Abr-06	A3779	ventas	1	0	5	55	345.4578	
22-Abr-06	A3780	ventas	1	0	4	50	345.4578	
24-Abr-06	A3781	ventas	1	0	5	46	345.4578	
25-Abr-06	A3782	ventas	1	0	5	41	345.4578	
26-Abr-06	A3783	ventas	1	0	6	36	345.4578	
27-Abr-06	A3784	ventas	1	0	7	30	345.4578	
28-Abr-06	A3785	ventas	1	0	5	23	345.4578	
29-Abr-06	A3786	ventas	1	0	5	18	345.4578	
29-Abr-06	A3787	ventas	1	0	6	13	345.4578	
Totales			1	0	88			
Nota: Reporte de ventas Mesuales / Abril de 2006								

Fuente: departamento de inventarios, empresa en estudio.

2.4.1. Pronóstico de la demanda

Actualmente no se trabaja por medio de pronósticos de ventas, los pedidos a los proveedores se realizan conforme los clientes van realizando compras. Esto conlleva a que cuando un producto se agota o no hay la suficiente cantidad para cumplir con la demanda en bodega, existan atrasos en los tiempos de entrega, que muchas veces llega a superar hasta un mes.

2.5. Análisis situacional

El análisis situacional permitirá analizar la situación actual y por medio de ello establecer estrategias a seguir. La tabla III muestra el análisis practicado a la empresa en estudio.

Tabla III. Diagnóstico interno (fortalezas y debilidades)

	ÁREA CRÍTICA	FORTALEZAS	DEBILIDADES
Análisis de entorno	<i>Capital</i>	Solidez financiera	Falta de asignación presupuestaria
		Acceso a financiamiento	Falta de control financiero: proyecciones y análisis
		Liquidez financiera	Información contable no actualizada
	<i>Recursos humanos</i>	Personal con experiencia	Falta de preparación académica en el nivel operativo de bodega
		Apoyo total de la Gerencia General	Falta de inducción al personal nuevo
			Resistencia al cambio en todo el personal
			No existe programas de capacitación continua del personal
			Falta de control al personal
			Alta rotación de personal
	Análisis de recursos	<i>Activos fijos (bodega)</i>	Amplio espacio de almacenamiento
Disponibilidad de infraestructura para ampliaciones			Falta de señalización
			Falta de una adecuada iluminación
			Falta de estantes de almacenamiento
			Falta de equipo de seguridad: Extintores

Continuación...

	ÁREA CRÍTICA	FORTALEZAS	DEBILIDADES
Análisis de recursos	Sistemas de información	Software para llevar contabilidad	Falta de documentación de varios procesos
			Duplicación de funciones
			Falta sistema de clasificación de productos por usos monetarios
			Falta sistema de administración de inventarios
	Recursos gerenciales	Cambios en la gerencia financiera, que contribuirán a realizar una mejor gestión.	Sobrecarga de funciones de los gerentes de área
			Algunos gerentes sin la suficiente preparación académica.
		Deficiencia en el proceso administrativo heredados de otros períodos.	
Acción estratégica	Proveedores	Alianza con proveedores clave	Escaso número de proveedores
			Falta sistema de evaluación a proveedores
			Falta de negociación con los proveedores
	Planeación	Proyecciones generales de la empresa	Falta área de planificación
			No se elabora pronósticos
			Falta planes estratégicos y operativos

Continuación...

	ÁREA CRÍTICA	FORTALEZAS	DEBILIDADES
Análisis de riesgos	Actividad del área de bodega	Entusiasmo en el trabajo realizado	Falta documentación de control de bodega (kardex)
			Mala distribución en bodega
			Falta de un sistema de clasificación de productos
			Falta de un sistema adecuado de rotación de inventarios
			Falta programa de higiene, prevención de plagas
			Deficiente preparación del personal
			Falta de equipo de computo en esta área

Fuente: elaboración propia.

Tabla IV. Diagnóstico externo (Oportunidades y amenazas)

	ÁREA CRÍTICA	AMENAZAS	OPORTUNIDADES
Análisis del entorno	Clientes	La falta de un sistema de control de inventarios, puede causar el ofrecer productos defectuosos al consumidor lo que causaría pérdida en la buena voluntad de los clientes	Los clientes perciben una buena opción de compra, debido a los créditos obtenidos por medio del banco
		La falta de un adecuado sistema de servicio al cliente, provoca molestias el cliente	
	Proveedores	No se cuenta con un sistema de calificación de proveedores, lo que provoca poco control sobre la mercadería adquirida y altos costos de operación	Realizar alianzas estratégicas con proveedores clave, a fin de mejorar sus operaciones
		Depender de un único proveedor para ciertos productos, puede resultar perjudicial a la empresa	
	Mercado	La competencia que ofrece mejores precios, debido a que tiene menos intermediarios	La imagen que proyecta la empresa, debido a la alianza con el banco, la convierte en un distribuidor sólido en el mercado
			La falta de cobertura principalmente en el área rural, puede ser aprovechada por la empresa, para expandir el nicho comercial

Continuación...

	ÁREA CRÍTICA	AMENAZAS	OPORTUNIDADES
Análisis del entorno	Finanzas	Inflación derivado a situaciones nacionales e internacionales	Programas de financiamiento (bancos y proveedores)
		Devaluación de la moneda nacional	
		Situación financiera del país	
		Cierre al acceso de créditos	
	Comercial		Crear nuevas plazas de distribución
			Ofrecer mejores planes de crédito
	Gobierno	Riesgo latente ante la falta de reglas claras y vigentes a largo plazo	Tratados internacionales de comercio, exportaciones
	Aspectos legislativos	Cambios a las leyes de trabajo	

Fuente: elaboración propia.

Principales estrategias a seguir

- Delegar la función de elaborar pronósticos o proyecciones de ventas, al gerente de ventas, con el objetivo de contar con una adecuada planificación de trabajo.
- Establecer un sistema de control de inventarios, que permita determinar una política adecuada sobre la administración de los mismos.
- Establecer una forma adecuada de clasificar los productos, de acuerdo con su uso monetario (costo), a fin de poner mayor atención a los productos que representen un mayor uso monetario.
- Sugerir un sistema de evaluación de proveedores, que efectuará el área de compras, a fin de certificar a proveedores de mercadería, definiendo parámetros de evaluación que permita una adecuada selección.
- Determinar una metodología de mejora continua referente al sistema de control de inventarios propuesto.

3. PROPUESTA DE UN SISTEMA PARA CONTROL DE INVENTARIOS, PARA UNA BODEGA DE UNA EMPRESA DE COMPRA Y VENTA DE EQUIPOS DE TECNOLOGÍA

Dentro de los planes a considerar por parte de la administración de la empresa, se debe tener la optimización de los recursos con los que cuenta, creando estrategias que sean acordes a la situación actual de la misma. Es por ello que surge la propuesta en este trabajo de graduación, de establecer un sistema de control de inventarios que permita optimizar los recursos financieros que la empresa invierte en el manejo de los mismos.

Los inventarios representan dinero invertido en productos, que no se puede utilizar en otras actividades, por lo que representan un costo de oportunidad.

3.1. Sistema de control de inventarios

El sistema de control de inventarios propuesto, permitirá a la empresa tener un efectivo control sobre la mercadería que maneja y optimizar los recursos que implica manejar un inventario.

3.1.1. Objetivos del sistema de control de inventarios

- a.) Establecer las bases necesarias para implementar un sistema de control de inventarios efectivo.

- b.) Establecer las herramientas necesarias para la implementación del sistema de control de inventarios.
- c.) Determinar el personal responsable de realizar las actividades necesarias para la administración de inventarios.

3.1.2. Alcance

El alcance del sistema de control de inventarios abarca los departamentos de compras, inventarios, bodega, ventas y gerencia financiera.

3.1.3. Responsables

- Jefatura de inventarios, lleva control de los niveles de existencia de los productos en bodega. Determina requerimientos, para reponer los niveles de inventario a un nivel óptimo.
- Jefatura de bodega, se encarga del ingreso, almacenamiento y despacho de los productos en bodega. Lleva registro de cada uno de los productos almacenados en bodega, cuidando el orden y rotación de la mercadería.
- Gerencia de ventas, se encarga de realizar los pronósticos de ventas, con el objetivo de estimar cuánto se necesitará de cada producto en determinado tiempo.
- Jefatura de compras, contacta proveedores, negocia precios, establece tiempos de entrega, certifica proveedores y gira órdenes de compra.
- Gerencia financiera, se encarga de planificar, organizar, dirigir y controlar las actividades del área financiera.

3.1.4. Políticas de existencias

Para establecer las políticas del nivel de existencias para los inventarios, se debe ponderar los beneficios de tener un inventario de seguridad contra el costo que implica su manejo. Una forma sencilla de determinar el nivel de inventario, inventario óptimo + inventario de seguridad, es estimar la demanda por medio del sistema de pronósticos, aplicar los modelos económicos de inventarios para determinar el nivel de inventario óptimo y agregar a este un porcentaje del valor obtenido, esto no creará cambios significativos en el costo total del inventario y permitirá contar con un inventario de seguridad o “colchón contra la incertidumbre de la demanda” para evitar con ello que existan faltantes en los ciclos del inventario.

Esta política se aplicará a los artículos en bodega que tengan una mayor rotación de inventarios. Para el caso de los artículos que tengan una rotación baja o que sean demasiados costos, el porcentaje del inventario de seguridad puede ser reducido a un 2%. Para ayudar a determinar el porcentaje a establecer por tipo de producto, se utilizará la clasificación de inventarios ABC, como lo indican los porcentajes de la tabla V.

Tabla V. Porcentajes de niveles de inventarios de seguridad

Clasificación de producto	Características	% de Inventario de seguridad
Tipo A	<ul style="list-style-type: none">• Artículos costosos• Alta demanda	5%
Tipo B	<ul style="list-style-type: none">• Artículos de costo medio• Demanda estable	2%
Tipo C	<ul style="list-style-type: none">• Artículos de bajo costo• Baja demanda• Demanda incierta	0.5 %

Fuente: elaboración propia.

Existen otras técnicas, científicas para el cálculo del nivel de inventario de seguridad, que requieren de un conocimiento estadístico avanzado, por lo que para simplificar la aplicación del sistema propuesto y evitar usar técnicas demasiado engorrosas, se utilizará la técnica antes establecida. Los porcentajes del nivel de seguridad de inventarios, serán evaluados y modificados de ser necesario en el proceso de evaluación y mejora continua, de acuerdo con los costos que implica manejar un inventario. La política la establecerá y autorizará la Alta Gerencia, será publicada y divulgada para el conocimiento y aplicación del personal operativo.

Otro aspecto a considerar en el sistema de control de inventarios son los faltantes, se debe determinar si se permitirán en el ciclo de tiempo que se establezca o si no se permitirán, la responsabilidad de definir este aspecto es de la gerencia financiera, quien determinará la mejor política a establecer, guiándose por los parámetros que se definen en las siguientes dos secciones.

3.1.4.1. Inventarios con faltantes permitidos

Para poder determinar, a qué productos se aplicará el modelo económico con faltantes permitidos, se tendrán en cuenta los siguientes parámetros:

- Baja rotación de inventarios: la cual se puede establecer con la tasa de rotación de inventarios.
- Baja demanda, la que será determinada mediante los métodos de pronósticos conocidos.
- Tiempos efectivos de entrega del proveedor.

3.1.4.2. Inventarios sin faltantes permitidos

Para poder determinar, la familia de productos que se aplicará el modelo económico con sin faltantes permitidos, se tendrán en cuenta los siguientes parámetros:

- Alta rotación de inventarios: la cual se puede establecer con la tasa de rotación de inventarios.
- Alta demanda, la que será determinada mediante los métodos de pronósticos conocidos.
- Tiempos rápidos y efectivos de entrega del proveedor.

Estos parámetros serán evaluados por el gerente financiero, quien determinará el mejor método a establecer para cada familia de productos.

3.1.5. Descripción de método sugerido

El método que se propone para implementar el sistema de control de inventarios propuesto, consta de tres aspectos generales que abarca la administración de inventarios: en primer lugar se tiene el método de costeo o valorización de los productos en que ingresan a la bodega, el segundo aspecto a considerar es establecer el mejor método de pronóstico para la familia de productos que maneja la empresa y por último se describirán las herramientas necesarias para implementar el plan. El plan de implementación se trata a detalle en el capítulo 4 de este trabajo.

3.1.5.1. Método propuesto de costeo de inventarios

Para el método de costeo o valorización de inventarios, se utilizará el método del valor promedio, el cual será aplicado por medio del sistema contable de cómputo con el que cuenta en la actualidad la empresa, esto simplificará el procedimiento en este aspecto y no será necesario llevar controles manuales, el software es de una empresa reconocida a nivel internacional y es capaz de manejar una amplia base de datos, con los parámetros que se requiera.

Precio de venta. Para determinar el precio de venta, es necesario que la administración de la empresa determine el margen de utilidad que desea obtener en sus operaciones. El precio de venta se determina mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Precio de venta} = \frac{\text{Costo}}{1 - \text{margen de utilidad}}$$

Suponiendo que la empresa adquirió cierto modelo de computadora a un costo de Q 5,000.00 por unidad, y se desea obtener un margen de utilidad del 30%. El precio de venta sería.

$$\text{Precio de venta} = \frac{5,000}{1 - 0.30} = \frac{5,000}{0.70} = 7,142.86$$

Es de hacer notar que el costo comprende, la adquisición del producto, el manejo y distribución, gastos operativos y administrativos. La determinación de este costo es responsabilidad del departamento de contabilidad.

3.1.5.2. Método propuesto para el pronóstico de la demanda

Para determinar el mejor método de pronóstico para estimar la demanda de los productos que maneja la empresa, es necesario definir ciertos aspectos, con el fin de estandarizar el proceso y éste se realice de manera consistente cada ciclo. Entre los aspectos a definir se tiene:

- **¿Qué se va a pronosticar?**, determinar ¿qué se va a pronosticar?, es un factor importante, debido a que en la actualidad no se cuenta con un sistema de pronósticos dentro de la empresa en estudio, se empezará a implementar el sistema de pronósticos por familias de productos, con el objetivo de tener un mejor orden y control sobre la aplicación del sistema.

El sistema de pronósticos se aplicará por fases, en la primera fase se implementará los pronósticos para el equipo de computación. En la segunda fase se aplicará a los suministros de computación. En la tercera fase se aplicará el sistema de pronósticos a los celulares y electrónicos, por último en la cuarta fase se aplicará a los electrodomésticos.

- **Nivel de acumulación**, el nivel de acumulación que deben tener los productos que se venden, debe ser por lo menos de un período completo, que para éste caso en el que se trabajará con períodos de un año dividido en meses, se deberá contar con un mínimo de datos de un año. Esto se hace así, con el objetivo de que las series de tiempo sean representativas de la demanda histórica real.

- **Unidades de medición**, la unidad de medición que se utilizará en la determinación de los pronósticos de ventas, serán las unidades de productos, debido a que es más útil saber cuántas unidades de determinado producto se espera vender, que dar un volumen total de ventas sin especificar las ventas por producto.
- **Selección del tipo de técnica de pronóstico**, para la seleccionar la técnica de pronóstico más apropiada, se definió el siguiente procedimiento, que muestra la figura 19.

Figura 19. Procedimiento para la selección de la técnica de pronóstico

Procedimiento para la selección de la técnica de pronóstico para estimar la demanda	
Normas y generalidades	Fecha de elaboración: Página 1 de 3

<p>Objetivo Establecer las bases de trabajo necesarias para la determinación de la demanda de los productos que maneja la empresa.</p> <p>Área Involucrada Dirección Comercial</p> <p>Personal Humano involucrado Gerente de Ventas</p> <p>Normas 1) Los datos históricos de ventas serán obtenidos exclusivamente del sistema de cómputo con el que se lleva control contable en la empresa y verificando que estén acorde a los informes contables del periodo en análisis. 2) La clasificación de productos que se utilizará para determinar los pronósticos es la ya establecida por medio del método de clasificación ABC. 3) Para determinar la factibilidad de aplicar los métodos de las series de tiempos, es necesario evaluar si se cuenta con los datos históricos de ventas suficientes y útiles para el estudio, de lo contrario se aplicaran los métodos de juicio. 4) Para aplicar los métodos de juicio, se formará un equipo de análisis liderado por los gerentes de ventas y mercadeo, quienes serán los responsables de planificar, organizar, dirigir y controlar el equipo para determinar el mejor método a desarrollar y aplicar para estimar la demanda futura. 5) El informe debe contener las proyecciones de ventas para el siguiente periodo, para cada clase de producto que la empresa maneja, se detallará cual es el comportamiento de la demanda, esto servirá de base para definir las políticas de inventarios.</p>
--

Continuación...

Procedimiento para la selección de la técnica de pronóstico para estimar la demanda	
Empresa:	Fecha de elaboración:
Área: Dirección comercial	Página 2 de 3

Actividad	No.	Operación	Flujograma	Observaciones	Responsable	Área
Determinar el pronóstico de la demanda	1.	Recolectar datos históricos de ventas		-Los datos históricos de ventas se encuentran en el historial del software contable de la empresa. Ver norma 1.	Gerente de ventas	Dirección Comercial
	2.	Clasificar datos por productos		Clasificar los datos históricos según familia de productos. Ver norma 2.		
	3.	Analizar y depurar datos		Establecer la factibilidad de elaborar un pronóstico con los datos que se cuentan		
	4.	Determinar si es factible aplicar los métodos de series de tiempo		Ver norma 3.		
	5.	Aplicar métodos de juicio		Ver norma 4		
	6.	Graficar el comportamiento histórico de la demanda		Sirve para seleccionar la familia de series de tiempo a aplicar		
	7.	Analizar gráficas y determinar la familia de métodos a aplicar		Por medio del análisis grafico seleccionar la familia de series de tiempo a utilizar		

Continuación...

Procedimiento para la selección de la técnica de pronóstico para estimar la demanda	
Empresa: Área: Dirección comercial	Fecha de elaboración: Página 3 de 3

Actividad	No.	Operación	Flujograma	Observaciones	Responsable	Área
Determinar el pronóstico de la demanda	8.	Aplicar métodos escogidos		Desarrollar y aplicar métodos seleccionados	Gerente de ventas	Dirección Comercial
	9.	Determinar pronóstico final		Elegir el mejor método y determinar pronósticos		
	10.	Elaborar informes		- Informe completo de estimación de ventas y análisis del comportamiento de la demanda por familia de productos. Ver norma 5.		
	11.	Enviar copia de informe		Gerencia general, gerencia financiera.		

Fuente: elaboración propia.

3.1.5.3. Método propuesto de manejo de inventarios

Para el manejo y administración de inventarios, se definen los siguientes aspectos:

- **Niveles de inventarios (NI)**, los niveles de inventarios óptimos se definen de la siguiente manera, nivel óptimo (q^*) + nivel de inventario de seguridad (IS), este será el nivel de inventario para cada inicio de ciclo.

$$NI = q^* + IS$$

Donde

NI = nivel de inventario óptimo al inicio del ciclo

q^* = nivel de inventario óptimo, determinado por la cantidad económica de pedido.

IS = nivel de inventario de seguridad, determinado como un porcentaje a la cantidad económica de pedido, según tabla V.

- Selección de la mejor política de inventarios.

Para la selección de la técnica de pronóstico más apropiada, se definió el siguiente procedimiento, que muestra la figura 20.

Figura 20. Procedimiento para establecer la política óptima de inventarios

Procedimiento para establecer la política de inventarios óptima	
Normas y generalidades	Fecha de elaboración: Página 1 de 4

Objetivo

Determinar las bases de trabajo necesarias para la determinación de la mejor política de inventarios a establecer basados en la optimización de los recursos monetarios

Área Involucrada

Dirección Financiera

Personal Humano involucrado

Gerente de Financiero, Gerente de compras, Jefe de inventarios, Jefe de bodega y tesorería

Normas

- 1) Para clasificar los productos se utilizará la técnica ABC, agrupándolos por su costo y por familia de productos.
- 2) Los costos de manejo de inventarios serán calculados por el departamento de contabilidad, verificando que concuerden con los datos contables de la empresa.
- 3) Para considerar que la demanda es predecible o incierta en un periodo de tiempo, se tomará en cuenta el informe presentado por el gerente de ventas, en los pronósticos de ventas.
- 4) El método de demanda incierta que se aplicará es del sistema de revisión P.
- 5) La elección de los modelos económicos es responsabilidad del gerente financiero, quien determinará cual es el mejor modelo a utilizar, ya sea, reabastecimiento instantáneo con o sin faltantes y descuentos por volumen de compras.
- 6) Los niveles óptimos de existencias y nivel de reorden serán establecidos por el gerente financiero de acuerdo con los costos de inventarios.
- 7) El gerente financiero determina ¿Cuánto? y ¿Cuándo? pedir de cada uno de los productos que se maneja, de acuerdo a los modelos económicos de inventarios definidos.
- 8) El proceso de certificación de proveedores es responsabilidad del jefe de compras, quien determinará por medio de una matriz de preferencias cuales son los proveedores mejor calificados, con los que se realizará la gestión de compras.
- 9) Los niveles de inventarios durante el periodo de ciclo, serán monitoreados por el departamento de inventarios, cuando se alcance el nivel de reorden, se emitirá la orden de compra para el reabastecimiento de los productos.
- 10) El manejo y almacenamiento de productos es responsabilidad del jefe de bodega.
- 11) El pago oportuno de los proveedores es responsabilidad del área de tesorería, la cual realizará los pagos según las ordenes de compras selladas y firmadas que le sean remitidas.
- 12) El gerente financiero, conjuntamente con el área comercial, determinarán estrategias a seguir para que los inventarios se vuelvan más líquidos en los periodos de tiempo.

Continuación...

Procedimiento para establecer la política de inventarios óptima	
Empresa: Área: Dirección comercial	Fecha de elaboración: Página 2 de 4

Actividad	No.	Operación	Flujograma	Observaciones	Responsable	Área
Determinar políticas de inventarios	1.	Clasificar productos		Clasificar y documentar los productos, dar a conocer. Ver norma 1.	Jefe de inventarios	Dirección Financiera
	2.	Determinar costos de manejo de inventarios		Costo de: compra, preparación, por faltante, almacenamiento. Ver norma 2.	Jefe de contabilidad	
	3.	Obtener comportamiento de la demanda por productos		Consultar informe del pronóstico de ventas.	Gerente Financiero	
	4.	Determinar si la demanda es predecible o varía dentro de un rango aceptable		Ver norma 3.		
	5.	Aplicar métodos de demandas inciertas		Ver norma 4.		
	6.	Aplicar métodos de demanda predecible o constante		Aplicar modelos económicos de demanda predecible.		
	7.	Determinar el modelo económico a aplicar por familia de producto		Ver norma 5.		

Continuación...

Procedimiento para establecer la política de inventarios óptima	
Empresa: Área: Dirección comercial	Fecha de elaboración: Página 3 de 4

Actividad	No.	Operación	Flujograma	Observaciones	Responsable	Área
Determinar políticas de inventarios	8.	Aplicar métodos seleccionados		Para demandas inciertas y constantes o predecibles	Gerente Financiero	Dirección Financiera
	9.	Determinar niveles de existencia y de reorden		Para cada clase de producto y documentar e informarlo. Ver norma 6.		
	10.	Determinar ¿Cuánto? y ¿Cuándo pedir?		Política óptima de inventario, por familia de producto, documentar e informarlo. Ver norma 7.		
	11.	Certificar proveedores		Ver norma 8.	Jefe de compras	
	12.	Determinar parámetros de evaluación		Definir parámetros de: precios, calidad, respaldo, garantía, entregas, posición financiera.		
	13.	Certificar proveedores		Certificar proveedores con los que se realizará la gestión de compras, presentar informes.		
	14.	Monitorear niveles de inventario e informar cuando se llegue al nivel de reorden		Emitir orden de compra, para el reabastecimiento de productos. Ver norma 9.		

Continuación...

Procedimiento para establecer la política de inventarios óptima	
Empresa: Área: Dirección comercial	Fecha de elaboración: Página 4 de 4

Actividad	No.	Operación	Flujograma	Observaciones	Responsable	Área
Determinar políticas de inventarios	15.	Realizar la gestión de compras		Autorizar y enviar orden de compra a los proveedores	Jefe de compras	Dirección Financiera
	16.	Recepción de pedidos y realizar registro contable, ingresando el costo de lo adquirido y su precio de venta.		Verificar que concuerda el pedido con la orden de compra e ingresar producto al sistema	Jefe de inventarios	
	17.	Almacenamiento de productos en bodega		Ver norma 10.	Jefe de bodega	
	18.	Pagar a los proveedores y realizar registros contables		Ver norma 11.	Tesorería	
	19.	Monitorear y documentar la rotación de inventarios		Determinar que tan líquidos son los inventarios con el índice de rotación	Jefe contable	
	20.	Analizar la rotación de inventarios		Verificar la liquidez de los inventarios	Gerente Financiero	
	21.	Establecer estrategias para que los inventarios sean más líquidos		Determinar estrategias a seguir para mejorar la rotación de inventarios. Ver norma 12		

Fuente: elaboración propia.

3.1.5.4. Herramientas necesarias

Las herramientas necesarias para la implementación, manejo y control del sistema de inventarios propuesto son:

- Procedimientos: definen la forma de realizar el trabajo, figuras 19 y 20.
- Plan de implementación: detalla las actividades necesarias para implementar el sistema, tabla VII.
- Pronósticos de ventas: determina la demanda futura de los productos, los cuales se aplicarán por fases para tener un mejor control.
- Políticas de administración de inventarios: Define los niveles de existencia, de reorden y de pedidos, sección 3.1.5.3.
- Certificación de proveedores: determina con qué proveedores se debe realizar la gestión de compras, por medio de matriz de preferencias.
- Estados financieros: determina la rotación de inventarios, estos se obtienen de los reportes mensuales del departamento de contabilidad.
- Capacitación y desarrollo profesional: determina cuáles son las necesidades de capacitación del personal y se desarrolla un plan para cubrir esas necesidades.

3.1.6. Determinación de puntos de evaluación del sistema

Para tener un efectivo control de sistema de inventarios propuesto, es necesario establecer indicadores de desempeño, a fin de poder monitorear los resultados del sistema propuesto y poder determinar causas de variación del desempeño real con lo planificado, con el objetivo de eliminar esas causas y poder establecer un ciclo de evaluación y mejora continua.

Los puntos de evaluación del sistema que aquí se proponen para tener indicadores de desempeño son:

1. Efectividad de los pronósticos de ventas, 90% para el primer año.
2. Reducción de costos de manejo y operación de inventarios en 10% para el primer año.
3. Rotación de inventarios.
4. Clasificación de productos según su costo.
5. Efectividad de los modelos económicos de inventarios propuestos.
6. Evaluación constante de los proveedores.

Según el estudio realizado, la empresa cuenta con los suficientes recursos para echar andar el sistema de control de inventarios. En lo referente a equipos de tecnología, la empresa cuenta con los adecuados para poder efectuar el trabajo de manera eficiente. Los rubros más importantes en el que tiene que invertir la empresa son: la capacitación de su capital humano, dado

que esto permitirá el desarrollo de sus colaboradores y por ende el desarrollo de la empresa; el otro rubro importante es la adquisición de estantes de almacenamiento, para dar un mejor cuidado y un correcto almacenamiento de los productos. La tabla VI, muestra el costo-beneficio de las actividades importantes a realizar.

Tabla VI. Análisis costo-beneficio de la propuesta.

No	Actividad	Costo Estimado	Beneficio	Indispensable	
				Si	No
	Capacitar personal			x	
1	Determinar necesidades de capacitación: gastos administrativos.	Q 100.00	Determinar las carencias del personal, para elaborar plan de capacitación	x	
2	Contratos externos de capacitación: pago a capacitadores.	Q 5,000.00	Contratar personal calificado, para instruir a las unidades de trabajo	x	
3	Jornada de capacitación: documentos, gastos varios.	Q 1,250.00	Formar personal altamente calificado para el puesto de trabajo	x	
	Acondicionamiento de infraestructura de bodega			x	
4	Elaboración de planos de bodega	Q 2,500.00	Determinar claramente el área utilizable de la bodega.	x	
5	Planos de distribución	Q 2,500.00	Establecer los espacios físicos para cada familia de productos.		x
6	Estantería de almacenamiento	Q 200,000.00	Lugar apropiado para colocar mercadería, mejor cuidado de la misma. Evita el daño a la mercadería por mal estibamiento	x	
7	Señalización y pintura	Q 5,000.00	Lugares de almacenamiento visualmente definidos, para un mejor control de la mercadería	x	
	Documentación necesaria				
8	Actualización de mapeo de procesos	Q 5,000.00	Actualizar los procedimientos y manuales administrativos de la empresa	x	

Las demás actividades definidas en el plan de implementación, se consideran que son inherentes a las unidades de trabajo especificadas, por lo que no representan un costo adicional implementarlas, por lo que se consideró para el estudio costo beneficio, tabla VI únicamente las actividades que requieren de una inversión para poder llevarlas a cabo.

4. IMPLEMENTACIÓN

La implementación del sistema de control de inventarios se desarrolla por medio de un documento formal que contiene el plan detallado, en el cual se definen todas las actividades de inicio a fin y las herramientas necesarias para implementar el sistema de control de inventarios. Su objetivo principal es establecer la forma de implementación y asegurar que el personal ponga en práctica el plan desarrollado para el efectivo control de inventarios.

4.1. Implementación del sistema de control de inventarios

Para la implementación del sistema de control de inventarios, se definió un plan detallado, que se muestra en la tabla VII, en la cual se establecen: las actividades necesarias para poder implantar el sistema propuesto, las personas responsables de llevar a cabo dichas actividades, las herramientas necesarias con las que debe contar el personal involucrado en la implementación y se define marco de tiempo plazo para realizar cada actividad. La definición del tiempo es necesaria, para tener parámetros de evaluación, seguimiento y estado de progreso, en que se encuentra el proceso de implementación.

Tabla VII. Plan de implementación del sistema.

		Plan de implementación del sistema de control de inventarios														Sistema de control de inventarios				
																Fecha de inicio:				
																Hoja 1 de 4				
No.	Etapa	Actividades	Mes															Herramientas	Responsable	Plazo
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15			
1	Decisión gerencial	Reunión de Junta Directiva para establecer el compromiso de implantar un sistema de control de inventarios																Emisión de políticas para implantar el sistema de control de inventarios	Junta Directiva	2 días
2	Organizar	Formación de equipo para la implementación del sistema de control de inventarios.																Nombramientos de personal, establecimiento de minutas	Gerencia General	3 días
3		Determinar funciones y responsabilidades de las unidades de trabajo involucradas en el sistema de control de inventarios y forma de desarrollar el trabajo.																Redefinición de perfiles de puestos de trabajo. Mapeo de procesos	Gerencia de recursos humanos	5 días
4	Capacitar personal	Establecer competencias necesarias que debe adquirir el personal involucrado																DNC, detección de necesidades de capacitación	Jefes de área, recursos humanos	5 días
5		Elaborar plan de capacitación																Programas de capacitación	Gerencia de recursos humanos	5 días
6		Capacitación del personal involucrado en el sistema de control de inventarios																Listas de asistencias, evaluación de personal	Recursos humanos	Mes 1
7	Clasificar productos de bodega	Clasificar productos de acuerdo a su costo																Técnica de clasificación ABC	Departamento de inventarios	A partir del mes 1

Continuación...

Plan de implementación del sistema de control de inventarios															Sistema de control de inventarios					
															Fecha de inicio:					
															Hoja 2 de 4					
No.	Etapa	Actividades	Mes															Herramientas	Responsable	Plazo
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15			
8	Distribución física	Distribuir productos en bodega																Planos de bodega, clasificación de productos	Jefe de inventarios, gerencia administrativa	Mes 1
9	Implementación del sistema de pronósticos	Analizar la demanda																Datos históricos de ventas, gráficos de comportamientos	Gerente de ventas	Mes 1
10		Determinar métodos de pronóstico																Análisis de demanda	Gerente de ventas	Mes 1
11		Pronosticar la demanda mensual																Métodos de pronósticos	Gerente de ventas	A partir del mes 1
12		Analizar el desempeño del los pronósticos elaborados, estableciendo un periodo de prueba, comparándolo con la situación real																Informes, estadísticas, evaluación del desempeño del sistema de pronósticos	Gerencia financiera	Mes 3 al 12
13	Determinar costos	Determinar costos de manejo de inventarios																Análisis de costos	Gerencia financiera	Mes 2
14	Planeación operativa de inventarios	Desarrollo de planes y seguimientos: *Niveles de inventario * Costos de tener inventarios * Tácticas para reducción de costos *Tácticas para cubrir la demanda																Informes de seguimiento, evaluación de resultados	Gerencia financiera	Mes 2

Continuación...

		Plan de implementación del sistema de control de inventarios														Sistema de control de inventarios				
																Fecha de inicio:				
																Hoja 3 de 4				
No.	Etapa	Actividades	Mes															Herramientas	Responsable	Plazo
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15			
15	Planeación operativa de inventarios	Análisis de riesgos: * Análisis macro y micro económico * Determinación de puntos críticos de control * Procedimiento de verificación																Listados de chequeo, manual de procedimientos, acciones preventivas	Gerencia financiera	Mes 3
16	Determinar sistema de costeo y precio de venta	Determinar sistema de evaluación de costeo y precio de venta																Costeo de inventarios, PEPS, promedio, estándar. Porcentaje de utilidad.	Gerencia financiera	A partir del mes 1
17	Control físico de entradas y salidas de productos	Control físico de productos en bodega																Hoja de ingresos y salidas de bodega	Jefe de bodega	A partir del mes 1
18	Proceso de compras	Certificar proveedores de acuerdo a parámetros establecidos																Evaluación de proveedores	Jefe de compras	A partir del mes 1
19	Implantación de sistema de control de inventarios	Implantar sistema de control de inventarios, definiendo el tipo de sistema a utilizar por familias de productos																Modelos de inventarios	Jefe de inventarios, gerencia financiera	A partir del mes 1
20		Establecer niveles de reabastecimiento y proceso de compras																Auditorías, gestión de compras	Jefe de compras	Mes 3
21	Mejora continua	Analizar el desempeño de la administración de inventarios de acuerdo al sistema propuesto																Resultados de auditorías y supervisión	Gerencia financiera	Mes 4 al 12

Continuación...

		Plan de implementación del sistema de control de inventarios													Sistema de control de inventarios					
															Fecha de inicio:					
															Hoja 4 de 4					
No.	Etapa	Actividades	Mes															Herramientas	Responsable	Plazo
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15			
22		Formar equipo de evaluación del sistema de control de inventarios con personal interno de la empresa																Nombramientos, minutas	Gerencia general	A partir del mes 13
23	Mejora continua	Planificar y desarrollar auditorías internas, considerando resultados de operación referente a costos y prontitud en los servicios																Planes de auditoría, aspectos a evaluar	Equipo de auditoría	Mes 14
24		Resultados de auditoría, hallazgos																Informes, documentación	Equipo de auditoría	Mes 14
25		Analizar resultados y causas internas-externas																Informes	Gerencia financiera	Mes 14
26		Aprobación de mejoras																Planes de acción de mejora	Junta directiva	Mes 15
27		Implementar mejoras	Planificar y controlar los cambios del sistema de control de inventarios															Planes operativos y tácticos	Equipo de evaluación	A partir del mes 15
28	Introducir cambios	Implementar mejoras																Equipo de evaluación	A partir del mes 15	

Fuente: elaboración propia.

4.1.1. Equipo y documentación necesarios

Para la implementación del sistema de control de inventarios, es necesario contar con:

Equipo

- Equipo de computación, con el cual la empresa ya cuenta en todas sus áreas, por lo que no es necesario invertir en la compra de equipo.
- Lectores de código de barras, para el ingreso de la mercadería al sistema de cómputo, equipo que la empresa ya posee.

Documentación

- Política de control de inventarios, emitida por la Alta Gerencia de la empresa.
- Hojas de kardex de inventarios, se utilizará las emitidas por el sistema de cómputo, figura 16.
- Plan de implementación, tabla VII.
- Datos históricos de ventas, figura 18.

4.1.2. Procedimiento de implementación

Para la implementación del sistema de control de inventarios, se debe seguir el procedimiento siguiente:

- a. Reconocimiento de la necesidad de contar con un sistema de control de inventarios por parte de la Alta Gerencia.
- b. Discusión y acuerdo por parte de la Junta Directiva de implementar el sistema de control de inventarios.
- c. Compromiso de la Junta Directiva de apoyar el proyecto.
- d. Emitir política de control de inventarios.
- e. Desarrollar el plan de implementación establecido en la sección 4.1

5. SEGUIMIENTO Y MEJORA CONTINUA

Ningún sistema desarrollado en una organización es perfecto, todos son susceptibles de errores, todos pueden mejorarse de alguna manera, por lo que es necesario, desarrollar un plan de seguimiento y mejora continua, con el objetivo de que el sistema esté actualizado a las necesidades y estrategias de la empresa. Para dar seguimiento y mejora al sistema, se debe revisar y evaluar si los puntos de evaluación del sistema de control de inventarios, están cumpliendo con los objetivos previstos.

La Gerencia General designará un equipo de mejora continua, el cual estará conformado por los jefes y gerentes del área financiera y de ventas, quienes serán los responsables del proceso de evaluación y mejora del sistema de control de inventarios y de proponer las mejoras que sean necesarias para mantener un sistema constantemente actualizado. El equipo de mejora continua, estará a cargo del Gerente Financiero de la empresa, quien coordinará el trabajo de los demás integrantes del grupo y establecerá las directrices de acción.

Las responsabilidades del Gerente Financiero, quien será el líder del equipo de evaluación y mejora son las siguientes:

- i. Comprender los problemas, oportunidades y expectativas de la empresa referente al control de inventarios, enfocados a buscar la satisfacción de los clientes y mantener una rentabilidad en operaciones.

- ii. Reconocer los conflictos a los que se pueda enfrentar el equipo de evaluación y mejora, considerando acciones preventivas.
- iii. Comprender el grado de participación de cada miembro del equipo de evaluación y mejora.
- iv. Efectuar un liderazgo efectivo, determinando qué es lo que se debe hacer, delegando las funciones que corresponde a cada miembro del equipo de acuerdo a su experiencia y el nivel de supervisión que se tendrá sobre cada miembro. Verificar que el equipo realice lo que se le asigne.
- v. Comprender los elementos de éxito del sistema, efectividad de los pronósticos, efectividad en las políticas de inventarios establecidas, grado de cumplimiento con los clientes.
- vi. Evitar el conformismo, buscando constantemente la mejora del sistema.
- vii. Detallista, respecto a la elaboración de informes.
- viii. Administrar con eficacia el tiempo del equipo, comprendiendo que además del proceso de evaluación y mejora, deben cumplir con las obligaciones diarias del trabajo que son inherentes a cada una de las unidades de trabajo.

Con la evaluación y mejora continua se persiguen los objetivos fundamentales siguientes:

- a. Medir la efectividad del sistema de pronósticos versus los datos reales de la demanda.

- b. Actualizar la clasificación de inventarios de acuerdo con el costo que representa manejarlos.
- c. Determinar si el sistema de valorización que se utiliza es el más adecuado para los productos que maneja en bodega.
- d. Determinar si la política de administración de inventarios actual es acorde a los planes estratégicos de la empresa y se obtiene la reducción de costos esperada.
- e. Medir la rotación de inventarios y determinar si es la adecuada.
- f. Evaluar a los proveedores de acuerdo a los criterios de evaluación establecidos.
- g. Establecer planes de acción correctiva para actualizar el sistema.

Este proceso se puede realizar mediante un ciclo, a fin de que cada cierto tiempo se analice y se mejore el sistema de control de inventarios. Una técnica que se puede aplicar en este caso es el ciclo Deming, técnica que se impulsó para la organización, el desarrollo y el control de proyectos de todo tipo.

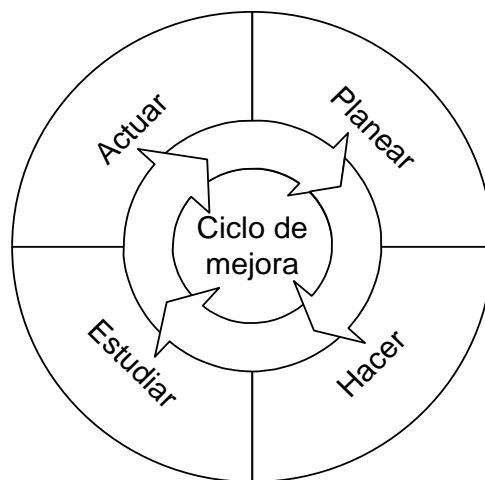
El método consiste en aplicar 4 pasos perfectamente definidos, toda vez que se quiera llevar adelante y fundamentalmente “completar” un proyecto (es decir llegar al final inexorablemente y asegurarse de arribar al objetivo definido en su planteo inicial).

Estos 4 pasos, aseguran para el sistema de control de inventarios en el proceso de evaluación y mejora continua:

- La organización del equipo de trabajo.
- La planificación de las actividades a realizar.
- La correcta realización de las tareas necesarias y planificadas.
- La comprobación de los puntos a evaluar y determinar la efectividad del sistema.
- Documentar los resultados de la evaluación para crear una cultura de mejora continua.

Los cuatro pasos del ciclo Deming, son: planear, hacer, estudiar y actuar, los cuales se repiten constantemente. Gráficamente el ciclo Deming se representa del siguiente modo, como se muestra en la figura 22.

Figura 22. Ciclo de mejora Deming.



Fuente: adaptación propia.

5.1. Evaluación del método de control de inventarios

Para la evaluación de la efectividad del sistema de control de inventarios, el equipo formado por los jefes de las áreas involucradas, realizará el proceso de evaluación y mejora continua, para lo cual deberá establecer una agenda de evaluación y mejora, para tener indicadores de desempeño del equipo y poder brindar resultados a la Junta Directiva. El contenido mínimo que debe tener la agenda de evaluación es el siguiente:

Agenda de evaluación y mejora

Se establece la siguiente agenda de evaluación, la cual servirá como base de trabajo al equipo de evaluación y mejora del sistema, para establecer directrices de trabajo.

- a. Plan de evaluación: definir las actividades a realizar y los parámetros de evaluación del sistema. Los parámetros de evaluación son los puntos de evaluación establecidos en la sección 5.1.1 de este trabajo.
- b. Desempeño técnico del sistema: análisis del desempeño del sistema de propuesto.
- c. Identificación y solución de problemas: identificar los problemas del sistema propuesto, encontrar la raíz de la causa que los originan, identificar problemas específicos, generar ideas de solución.
- d. Evaluar y seleccionar ideas: evaluar las ideas generadas para determinar la solución más factible.

- e. Plan de acción correctiva: definir un plan de acción correctiva, de acuerdo a la idea de solución seleccionada.
- f. Recomendaciones: dar recomendaciones sobre el sistema control de inventarios, sobre hallazgos que fueron analizados en el proceso de seguimiento y mejora continua y que no son contemplados en el sistema propuesto.

5.1.1. Evaluación de puntos relevantes del sistema

Entre los puntos relevantes a evaluar del sistema de control de inventarios, por parte del equipo de evaluación y mejora continua, que en este trabajo se propone, son:

- Efectividad del sistema de pronósticos, qué tan efectivos son los pronósticos contra la demanda real.
- Rotación de inventarios, con qué facilidad los inventarios se convierten en ventas o sea qué tan liquido es un inventario.
- Costos de manejo y operación de inventarios, cuánto representan en costos las políticas de inventarios establecidas.
- Efectividad de los métodos de administración de inventarios vigentes.
- Criterios para evaluar y certificar proveedores, qué tan bien trabajan los proveedores de acuerdo a las estrategias de la empresa.

5.1.2. Análisis de la evaluación

El análisis de la evaluación practicada al sistema por parte del equipo de evaluación y mejora, permitirá elaborar un diagnóstico de la situación de la empresa referente al control de inventarios. Dicha evaluación determinará causas de variación y problemas, se propondrá un plan de acción correctivo para eliminar las causas.

Los planes correctivos, determinarán el plan de acción a seguir para la mejora del sistema, y lograr con ello mejorar la efectividad del sistema.

5.1.3. Cambios al método propuesto

Para poder realizar cambios al sistema propuesto, será necesario presentar un informe escrito a la junta directiva, detallando el plan de acción correctiva, por parte del equipo de evaluación y mejora, dando a conocer los puntos necesarios debidamente justificados a cambiar del sistema, estos serán discutidos y aprobados únicamente por la Junta Directiva de la empresa.

5.1.4. Mejora continua

El proceso de mejora continua es un aspecto que toda empresa que desee alcanzar la satisfacción de sus clientes y por ende que redunde en mejorar la rentabilidad de la empresa, debe considerar. La mejora se tiene que transformar en una cultura de vida, el éxito de las grandes industrias a nivel mundial se debe principalmente a la mejora continua que estas organizaciones realizan. Se consigue mejorar la efectividad de los sistemas, al reducir las causas de variación y estableciendo procedimientos estables y predecibles.

La mejora significa reducir la variación al eliminar las causas que las originan. Existen causas comunes y causas especiales, las causas comunes son aquellas que son inherentes al problema en sí, las causas especiales son aquellas que generan mayor problema y que son difíciles de prever, sobre estas se debe centrar la atención. La eliminación de las causas especiales de variación permite tener un sistema más estable y predecible. Utilizando los puntos críticos de control definidos en el sistema de control de inventarios, se podrán identificar las causas de variación y tomar las acciones correctivas necesarias.

La mejora continua para el sistema de control de inventarios va encaminada a:

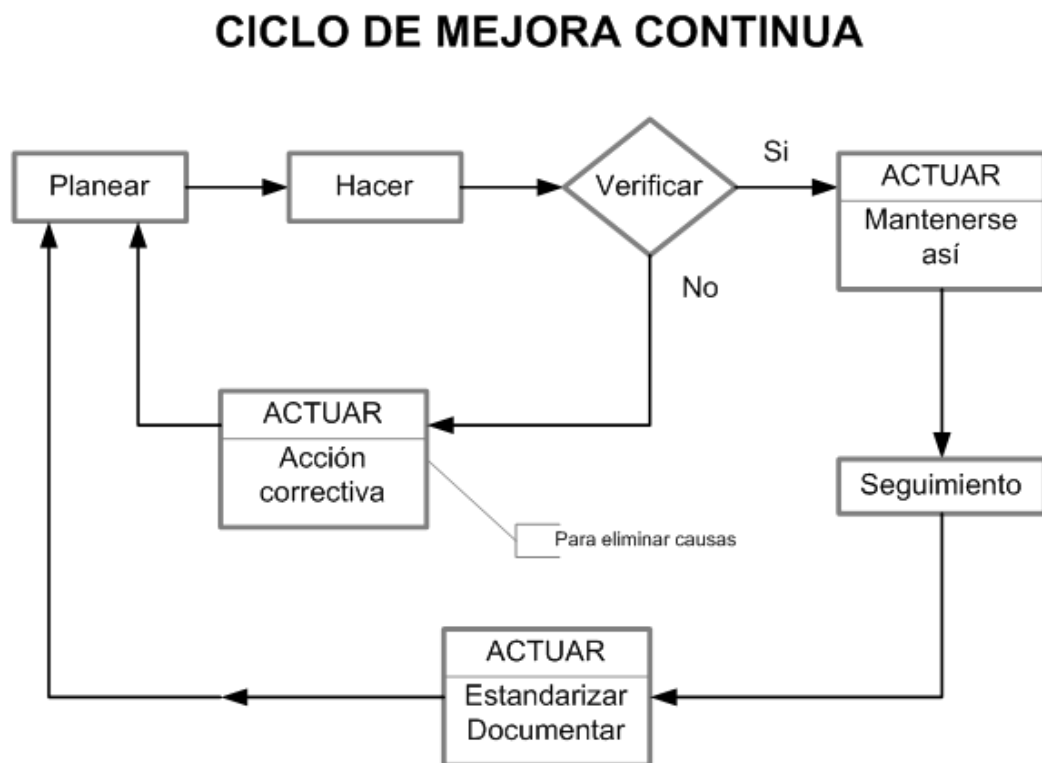
- Reducir errores
- Reducir costos de manejo de inventarios
- Mejorar la efectividad en el uso de los recursos empleados en la administración de inventarios
- Mejorar el desempeño en la administración de inventarios

Para poder realizar el ciclo de mejora es necesario que la empresa establezca una política de mejora continua, la cual determinará las directrices de mejora, las cuales serán aplicables cada seis meses después de implementar el sistema de control de inventarios, según el plan definido en la sección 4.1. Esta política es necesaria para convertir la mejora en una cultura de trabajo y deberá ser extendida a todas las áreas de la empresa.

La política será elaborada por la gerencia general de la empresa, determinado en ella, el plan de mejora, las personas responsables de realizar la mejora y períodos de aplicación del ciclo de mejora.

El ciclo de mejora que se propone en el caso del sistema de control de inventarios, se puede observar gráficamente en la figura 23.

Figura 23. Ciclo de mejora continua para el sistema propuesto



Fuente: adaptación propia aplicada al sistema de inventarios, tomado del ciclo Deming de la página <http://www.geocities.com/WallStreet>

El ciclo de mejora continua comprenderá las actividades:

- Planear: Establecer acciones a seguir y aspectos a evaluar (agenda de evaluación).
- Hacer: ejecutar el plan acción.
- Verificar: verificar si el sistema cumple con lo establecido. Si: actuar, mantenerse así. No: actuar, tomar acciones correctivas.
- Actuar: Dar seguimiento a lo establecido en el sistema, estandarizar y documentar procedimientos.

Este ciclo establece la ruta para buscar la excelencia y la calidad en el trabajo, por lo que la administración debe velar por que se cumpla. Con este ciclo la administración se asegura de contar con sistemas y procedimientos eficaces.

CONCLUSIONES

1. El presente trabajo desarrolla la metodología para establecer un sistema de control de inventarios que permita tener un control efectivo de la mercadería que se almacena en bodega y desarrollar una cultura de trabajo de mejora continua.
2. El diagnóstico de la situación inicial actual en lo referente a control de inventarios, determinó que el manejo de los mismos es deficiente, lo que repercute en altos costos de operación, pérdida de mercadería por obsolescencia o deterioro, niveles inadecuados de inventario.
3. Entre las principales estrategias a seguir que se determinaron se tiene: delegar la función de elaborar pronósticos a la gerencia de ventas, establecer una política adecuada para la administración de inventarios, establecer una metodología para clasificar los productos que maneja la empresa de acuerdo a su uso monetario, sugerir un sistema de evaluación a los proveedores que permita seleccionar a los mejores proveedores, y finalmente desarrollar una metodología de mejora continua para el sistema propuesto.

4. Se desarrolló un marco conceptual referente al manejo y control de inventarios, el cual permitió conocer la teoría necesaria referente a métodos de pronósticos de la demanda y modelos económicos de inventarios.
5. Para controlar la rotación de inventarios y crear estrategias que permita a la empresa convertir en ventas los inventarios, se determinó utilizar la razón de la tasa de rotación de inventarios.
6. Por medio de métodos de pronósticos se estimará la tasa de rotación de inventarios para períodos futuros, con el objeto de establecer estrategias que permitan sobrepasar el valor estimado, a fin de que los inventarios sean más líquidos en un determinado período.
7. La implementación del sistema de control de inventarios, se llevará a cabo mediante un plan de implementación en el cual se establecen las actividades, herramientas, responsables y tiempos plazo, que se debe seguir para implementar el sistema propuesto.
8. Los principales aspectos o puntos de control del sistema de inventarios propuesto para el primer año, son la efectividad de los pronósticos en un 90% y reducción de los costos de manejo de inventarios en un 10%. Los cuales se verificarán en el ciclo de mejora continua y se determinarán las metas para el siguiente período.

9. El mejor método de evaluación y mejora continua que se estableció está basado en la técnica del Ciclo Deming, se formará un equipo de auditoría conformado por personal administrativo de la empresa, quienes realizarán un diagnóstico de la situación referente al control de inventarios concluido el ciclo del primer año de implementación y propondrá cambios al mismo, presentando informes escritos a la Junta Directiva para que ésta sea la que autorice los cambios sugeridos.

RECOMENDACIONES

1. Establecer un programa de capacitación constante para el personal involucrado en el manejo y administración de inventarios, que permita detectar las necesidades de capacitación del personal, con el objeto de mejorar la efectividad del trabajo y permitir el desarrollo profesional de los colaboradores y de la empresa.
2. Establecer un programa de seguridad e higiene en el área de bodega, poniendo énfasis en la señalización, prevención de incendios y programas de fumigación para prevención de plagas de insectos que dañen la mercadería almacenada.
3. Mejorar el equipo de almacenamiento de las mercaderías por medio de adquisición de racks que permita tener un mejor cuidado y un correcto almacenamiento de los productos en bodega.
4. Establecer una cultura de trabajo, desarrollando un plan estratégico y planes tácticos que dé apoyo a la estrategia, a fin de trazarse objetivos y metas claras a alcanzar en un horizonte de tiempo, determinando los recursos necesarios para la ejecución del mismo, en todos los ámbitos de la empresa.

BIBLIOGRAFÍA

1. Autores Varios. **Control de Inventario**. Página Web: <http://www.monografias.com>, 2006.
2. Autores Varios. **El control interno como herramienta fundamental contable y controladora de las organizaciones**. Página Web: <http://www.monografias.com>, 2006.
3. Gutiérrez Pradere, Ana María. **Gestión de Almacenes**. Logespro. La Habana Cuba 2002.
4. Soto, Jorge Eduardo. **Manual de Contabilidad de Costos I**. Cuarta Edición, Impresos EDKA, Guatemala 2005.
5. Perdomo Salguero, Mario Leonel. **Costos de Producción**. Octava Edición, Ediciones Contables y Administrativas (ECA). Guatemala 2004.
6. Harngren, Charles, y Foster, George. **Contabilidad de Costos un Enfoque Gerencial**. Editorial Mc Graw Hill, México.
7. Taha, Hamdy. **Investigación de operaciones**. Séptima Edición, Editorial PEARSON EDUCACION – Prentice Hall. México 2004.
8. Hillier, Lieberman. **Introducción a la Investigación de Operaciones**. Cuarta Edición, Editorial Mc Graw Hill. México 2002.

9. Wayne Winston. **Investigación de operaciones, aplicaciones y algoritmos**. Editorial Iberoamérica, México 2004.
10. Torres, Sergio. **Control de la producción**. Edición Revisada. Universidad de San Carlos. Editorial Palacios, Guatemala 2005.
11. Krajewski, Lee J. **Administración de operaciones, estrategia y análisis**. Quinta Edición. Editorial PEARSON Educación, México 2000.

ANEXO 1: SERIES DE TIEMPO, MÉTODOS DE CURVAS HORIZONTALES O ESTABLES

Curvas estables o curvas horizontales, son modelos de series de tiempo para los que el comportamiento de la demanda cambia dentro de un rango de variación mínimo; vea figura 3 comportamiento de ventas estables.

Los métodos de curvas estables a tratar en este trabajo serán los métodos de, el último período o pronóstico empírico, estimación del promedio, promedio móvil simple, promedio móvil ponderado y la suavización exponencial.

Selección de un método con series de tiempo. Para seleccionar el mejor método de pronóstico, con el objetivo de realizar el pronóstico final, es necesario en primer lugar graficar la demanda o datos de ventas anteriores, para establecer el patrón de comportamiento de la demanda y así escoger los métodos que mejor se adapten (curvas estables, de tendencia, cíclicos o combinados), evitando con ello tener que evaluar todos los métodos de pronóstico. Habiendo graficado la demanda y seleccionado el grupo de métodos a utilizar, se procede a evaluarlos, para establecer cuál es el mejor método para realizar el pronóstico.

En el procedimiento de evaluación, se toman los datos de ventas reales, tomando como base un período de ventas, en este trabajo se establece el patrón de tiempo por mes, y el grupo de datos que se tomará para realizar el pronóstico será de doce meses.

El **procedimiento de evaluación** consiste en tomar el grupo de datos de la demanda con que se cuenta, simular que no se cuenta con grupo pequeños de los últimos datos de ventas, generalmente se toman los últimos cuatro períodos aunque puede variar, según lo considere el pronosticador, y evaluar cada método, realizando pronósticos para los períodos en que se simula que no se tiene datos, a fin de establecer un parámetro de comparación. Los parámetros de evaluación son el error de pronóstico y el error acumulado.

Error de pronóstico. Es la diferencia entre la demanda real registrada para un período determinado y el pronóstico para ese mismo período. Matemáticamente se expresa así:

$$E_{pt} = D_{Rt} - P_t$$

Donde

E_{pt} = error de pronóstico para el período t

D_{Rt} = demanda real para el período t

P_t = pronóstico para el período t

Error acumulado (EA). No es más que la suma de todos los valores absolutos de los errores de pronóstico para cada período analizado. Matemáticamente se expresa así:

$$EA = \sum |D_{Rt} - P_t|$$

Los dos tipos de errores, sirven para determinar cuál es el mejor método de pronóstico, aquel método que presente el menor error acumulado en el período de tiempo analizado, es el que se utilizará para realizar el pronóstico final. Para fines de ver cómo se elabora cada método y establecer cuál de ellos es el mejor para determinar el pronóstico requerido, se calculará el pronóstico de ventas del mes de enero para el siguiente año para el siguiente problema, según la tendencia que presentan los datos de la tabla VIII, se escogerá el que tenga el menor error acumulado. Los reportes de ventas de la empresa para un determinado producto en el año 2005, expresado en unidades son los siguientes:

Tabla VIII. Simulación de datos demandas estables

Período	Ventas (unidades)
Enero	22,000
Febrero	22,500
Marzo	21,000
Abril	21,900
Mayo	22,500
Junio	23,000
Julio	21,000
Agosto	21,150
Septiembre	22,000
Octubre	22,400
Noviembre	22,700
Diciembre	21,900

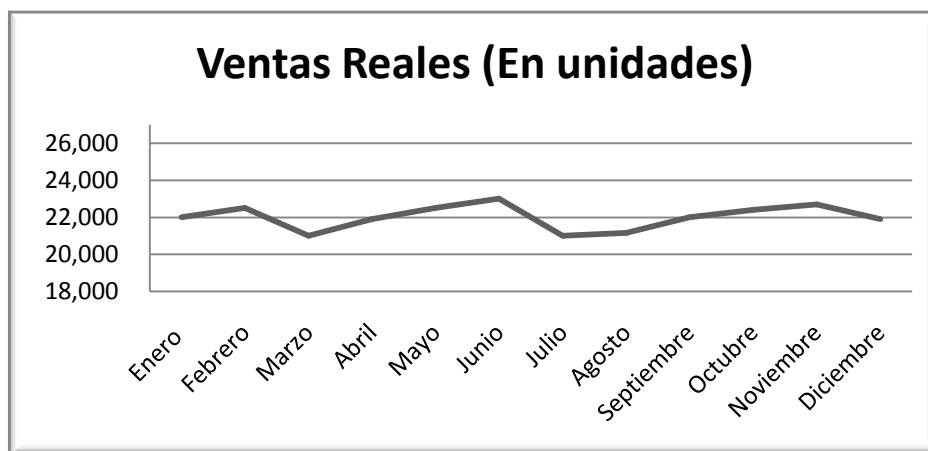
Fuente: elaboración propia.

Se tomaran en cuenta los siguientes parámetros de evaluación para todos los métodos.

- Períodos de análisis, cuatro períodos antes al período en que se quiere determinar el pronóstico, para este caso serán los meses de septiembre, octubre, noviembre y diciembre.
- El pronóstico a buscar es el del primer mes del año siguiente al período de ventas dado.

Como primer paso se elabora la gráfica de los datos para determinar los métodos a aplicar, aunque de antemano se sabe para este caso que el comportamiento de los datos corresponde a una serie de tiempos estable, porque se escogieron estos datos para fines ilustrativos, en la vida real no es así, por lo que siempre se debe graficar los datos para observar su comportamiento y aplicar los métodos que mejor se adapten.

Figura 24. Gráfica de datos de la tabla VIII.



Fuente: elaboración propia.

Observando la figura 24, se establece que el comportamiento es estable, por lo que los métodos a utilizar en la evaluación del pronóstico para este tipo de comportamientos son los de curvas estables.

Método de demanda del último período o pronóstico empírico. Es el modelo más sencillo de aplicar, parte de la suposición que la demanda tendrá un comportamiento similar al pasado, por lo que el pronóstico para el próximo período, será igual al último dato de ventas reales. Para los datos de la tabla VIII, se tiene lo siguiente:

$$P_t = D_{t-1}$$

Donde

P_t = pronóstico del período t

D_{t-1} = dato de la demanda del período anterior al pronóstico del período t

Procedimiento. Para el pronóstico del mes de septiembre únicamente se copia el dato de la demanda real (DR) en el mes de agosto.

Pronóstico de septiembre

$$P_{\text{Septiembre}} = DR_{\text{agosto}}$$

$$P_{\text{Septiembre}} = 21,150$$

Para el pronóstico del mes de octubre, se copia la demanda real del mes de septiembre.

Pronóstico de octubre

$$P_{Octubre} = DR_{Septiembre}$$

$$P_{Octubre} = 21,150$$

De igual manera se procede para obtener los pronósticos de los meses de noviembre y diciembre. El resultado de la evaluación del método del último período se tiene en la tabla IX.

- El error acumulado es la suma de los valores absolutos de los errores de pronóstico para cada período.

Tabla IX. Evaluación del pronóstico empírico

PERÍODO	VENTAS REALES (1)	PRONÓSTICO (2)	ERROR (1-2)	ERROR ACUMULADO
Enero	22,000			
Febrero	22,500			
Marzo	21,000			
Abril	21,900			
Mayo	22,500			
Junio	23,000			
Julio	21,000			
Agosto	21,150			
Septiembre	22,000	21,150	850	850
Octubre	22,400	22,000	400	1,250
Noviembre	22,700	22,400	300	1,550
Diciembre	21,900	22,700	(800)	2,350
	Pronóstico	21,900		

Fuente: elaboración propia.

Método de estimación del promedio. El pronóstico se obtiene sacando el promedio del grupo de datos seleccionados anteriores al pronóstico buscado. Para los datos de la tabla VIII, se obtiene lo siguiente

$$P_t = \frac{\sum D_i}{n}$$

Donde

D_i = Sumatoria de la de real de todos los períodos antes del pronóstico requerido

n = número total de períodos incluidos en el promedio

Pronóstico del mes de septiembre

$$P_{Sep} = P_9 = \frac{D_1 + D_2 + D_3 + \dots + D_8}{8}$$

$$P_{Sep} = \frac{22000 + 22500 + 21000 + 21900 + 22500 + 23000 + 21000 + 21150}{8}$$

$$P_{Sep} = 21,881 \text{ unidades}$$

Pronósticos de octubre

$$P_{10} = P_{Oct} = \frac{D_1 + D_2 + D_3 + \dots + D_9}{9}$$

$$P_{Oct} = \frac{22000 + 22500 + 21000 + 21900 + 22500 + 23000 + 21000 + 21150 + 22000}{9}$$

$$P_{Oct} = 21,894 \text{ unidades}$$

De igual manera se procede para obtener los pronósticos de los meses de noviembre y diciembre.

El resultado de la evaluación del método de la estimación del promedio se tiene en la tabla X.

Tabla X. Evaluación de la estimación del promedio

PERÍODO	VENTAS REALES	PRONÓSTICO	ERROR	ERROR ACUMULADO
Enero	22,000			
Febrero	22,500			
Marzo	21,000			
Abril	21,900			
Mayo	22,500			
Junio	23,000			
Julio	21,000			
Agosto	21,150			
Septiembre	22,000	21,881	119	119
Octubre	22,400	21,894	506	624
Noviembre	22,700	21,945	755	1,379
Diciembre	21,900	22,014	(114)	1,493
		22,004		

Fuente: elaboración propia.

Método del promedio móvil simple. A diferencia de la estimación del promedio, en este método se selecciona un grupo pequeño de datos para sacar el promedio y elaborar el pronóstico. Para este caso se utilizarán cuatro períodos anteriores al período en que se requiere el pronóstico. Aplicando el método a los datos de la tabla VIII, se obtiene:

$$P_t = \frac{\text{Suma de las } n \text{ últimas demandas}}{n}$$

$$P_t = \frac{D_{t-1} + D_{t-2} + \dots + D_{t-n}}{n}$$

Donde

D_{t-n} = demanda real, incluidas en el promedio

n = número de datos incluidos

Pronóstico de septiembre

$$P_9 = P_{\text{Sep}} = \frac{D_{\text{mayo}} + D_{\text{junio}} + D_{\text{julio}} + D_{\text{agosto}}}{4} = \frac{22500 + 23000 + 21000 + 21150}{4} = 21,193$$

Pronóstico de octubre

$$P_{10} = P_{\text{Oct}} = \frac{D_{\text{junio}} + D_{\text{julio}} + D_{\text{agosto}} + D_{\text{Sep}}}{4} = \frac{23000 + 21000 + 21150 + 22000}{4} = 21,788$$

De igual manera se procede para obtener los pronósticos de los meses de noviembre y diciembre.

El resultado de la evaluación del método del promedio móvil simple se tiene en la tabla XI.

Tabla XI. Evaluación del promedio móvil simple

PERÍODO	VENTAS REALES	PRONÓSTICO	ERROR	ERROR ACUMULADO
Enero	22,000			
Febrero	22,500			
Marzo	21,000			
Abril	21,900			
Mayo	22,500			
Junio	23,000			
Julio	21,000			
Agosto	21,150			
Septiembre	22,000	21,913	88	88
Octubre	22,400	21,788	613	700
Noviembre	22,700	21,638	1,063	1,763
Diciembre	21,900	22,063	(163)	1,925
		22,250		

Fuente: elaboración propia.

Método del promedio móvil ponderado. Método perteneciente a la familia de curvas estables. En su aplicación es similar al promedio móvil simple, con la diferencia que cada una de las demandas históricas que se utilizan para elaborar el promedio se les asigna una ponderación, con el objetivo de reducir las fluctuaciones de la demanda, dando mayor interés a los valores más recientes. Para los datos de la tabla VIII, se tiene:

$$P_t = \frac{P_1 D_{t-1} + P_2 D_{t-2} + \dots + P_n D_{t-n}}{n}$$

Donde

D_{t-n} = demanda real, incluidas en el promedio

n = número de datos incluidos

P_i = valor de las ponderaciones

Consideraciones para asignar valores a las ponderaciones.

- Los valores de las ponderaciones son asignadas al azar, tomando en cuenta que la suma de las ponderaciones debe ser igual al número de ponderaciones calculado.
- Los valores de las ponderaciones van en orden ascendente, quiere decir, los datos de la demanda más recientes reciben una mayor ponderación que sus predecesores.

La ventaja de utilizar este método, es que permite darle un mayor énfasis a las demandas más recientes por encima de las anteriores. Suele dar mejores resultados que el promedio móvil simple, cuando la demanda presenta cambios al promedio registrado.

Para el pronóstico de ventas de la tabla VIII, se tomarán los cuatro últimos valores para el cálculo del pronóstico, por lo que se tendrá cuatro ponderaciones, recordando que deben estar en orden ascendente y la suma debe ser igual a los períodos utilizados.

Para este caso se tomarán en cuenta las siguientes ponderaciones, para el cálculo del pronóstico.

Ponderaciones	
1	0.60
2	0.80
3	1.00
4	1.60
$\Sigma=4.00$	

Pronóstico de septiembre

$$P_{sep} = \frac{P_1 D_{mayo} + P_2 D_{junio} + P_3 D_{julio} + P_4 D_{agosto}}{4}$$

$$P_9 = P_{sep} = \frac{0.60 * 22500 + 0.80 * 23000 + 1.00 * 21000 + 1.60 * 21150}{4} = 21,685$$

De igual manera se procede para obtener los pronósticos de los meses de octubre, noviembre y diciembre.

El resultado de la evaluación del método del promedio móvil ponderado se tiene en la tabla XII.

Tabla XII. Evaluación del promedio móvil ponderado

PERÍODO	VENTAS REALES	PRONÓSTICO	ERROR	ERROR ACUMULADO
Enero	22,000			
Febrero	22,500			
Marzo	21,000			
Abril	21,900			
Mayo	22,500			
Junio	23,000			
Julio	21,000			
Agosto	21,150			
Septiembre	22,000	21,685	315	315
Octubre	22,400	21,738	663	978
Noviembre	22,700	21,840	860	1,838
Diciembre	21,900	22,253	(353)	2,190
		22,215		

Fuente: elaboración propia.

Método de suavización exponencial. Es un refinamiento del promedio móvil ponderado, requiere de tres tipos de datos: el pronóstico del último período, la demanda de ese período y un parámetro suavizador, α alfa, cuyo valor es asignado por la persona que realiza el pronóstico y este fluctúa entre 0 y 1. El valor de alfa sirve para disminuir fallas asignables al modelo de pronóstico. Aplicando el método para los datos de la tabla VIII, se tiene:

$$P_t = P_{t-1} + \alpha(D_{t-1} - P_{t-1})$$

Donde

P_{t-1} = pronóstico anterior

D_{t-1} = demanda real anterior

Pronóstico de septiembre

- Primero se calcula el pronóstico de agosto por medio de algún método conocido de curvas estables. Para este caso se utilizará el promedio de los últimos cuatro períodos anteriores al mes de agosto.

$$P_{ago} = \frac{P_{abr} + P_{may} + P_{jun} + P_{jul}}{4} = \frac{21900 + 22500 + 23000 + 21000}{4} = 22,100$$

- Escoger un valor de alfa, tomando en cuenta que valores cercanos a 1 de alfa, hacen énfasis en los valores recientes de la demanda y los pronósticos responden mejor a los cambios de la demanda.

Con valores cercanos a cero, se considera más uniforme el comportamiento de la demanda pretérita y se obtienen pronósticos más estables. Para este caso se tomara un valor de alfa de 0.5.

$$P_{sep} = P_{ago} + \alpha(D_{ago} - P_{ago})$$

$$P_{sep} = 22,100 + 0.5(21,150 - 22,100) = 21,625$$

De igual manera se procede para obtener los pronósticos de los meses de octubre, noviembre y diciembre. El resultado de la evaluación del método de la suavización exponencial se tiene en la tabla XIII.

Tabla XIII. Evaluación de la suavización exponencial

PERÍODO	VENTAS REALES	PRONÓSTICO	ERROR	ERROR ACUMULADO
Enero	22,000			
Febrero	22,500			
Marzo	21,000			
Abril	21,900			
Mayo	22,500			
Junio	23,000			
Julio	21,000			
Agosto	21,150	22,100	(950)	
Septiembre	22,000	21,625	375	375
Octubre	22,400	21,813	588	963
Noviembre	22,700	22,106	594	1,556
Diciembre	21,900	22,403	(503)	2,059
		22,152		

Fuente: elaboración propia.

Para seleccionar la mejor técnica de pronóstico y determinar el pronóstico final para el período en análisis, se escogerá el método que presente el menor error acumulado. Esta forma de realizarlo es la más sencilla de aplicar y resulta un método eficaz para la selección de la técnica de pronóstico. La tabla XIV, muestra el resultado de la evaluación de todos los métodos descritos en este trabajo.

Tabla XIV. Comparación de métodos estables

MÉTODO	ERROR	
	ACUMULADO	PRONÓSTICO
Último período	2,350	21,900
Promedio aritmético	1,493	22,004
Promedio móvil	1,925	22,250
Promedio móvil ponderado	2,190	22,215
Promedio móvil ponderado exponencialmente	2,059	22,152

Fuente: elaboración propia.

El método que presenta el menor error acumulado es el promedio aritmético, por lo que este método es el que se utilizará para generar el pronóstico del mes de enero del año 2006.

ANEXO 2: SERIES DE TIEMPO, MÉTODOS CAUSALES O DE TENDENCIA

Se emplean estos métodos cuando se dispone de datos históricos de ventas que tienen un comportamiento creciente o decreciente en un marco de tiempo, véase figura 4. Los métodos de tendencia o regresión son excelentes para elaborar pronósticos a largo plazo.

En los métodos de regresión, se desarrolla una ecuación matemática, que relaciona variables conocidas que son llamadas independientes con una variable desconocida que es llamada dependiente, esto permite generar un modelo matemático para realizar una estimación con base en los parámetros establecidos.

Existen diversos métodos de regresión, sin embargo, en este trabajo se trata únicamente los modelos de regresión lineal simple y el modelo geométrico.

Para fines ilustrativos de desarrollará los dos métodos para el siguiente caso y poder así determinar cuál es el mejor método para realizar el pronóstico. Supóngase que la empresa vendió equipos de cómputo en el año 2005, según se muestra en la tabla XV. Se desea estimar las ventas para el primer mes del año 2006.

Tabla XV. Simulación de datos de ventas para métodos de regresión

Mes	Ventas (unidades)
Enero	23,000
Febrero	23,500
Marzo	24,800
Abril	25,900
Mayo	27,000
Junio	27,300
Julio	27,950
Agosto	28,355
Septiembre	29,000
Octubre	31,100
Noviembre	31,700
Diciembre	32,050

Fuente: elaboración propia.

Regresión lineal simple. Método que relaciona dos variables, una dependiente y la otra independiente, con el fin de construir un modelo matemático que permita generar la estimación deseada. La ecuación de la regresión lineal es:

$$Y = a + b X$$

Donde

Y = variable independiente

X = variable dependiente

a = Es el valor del eje y cuando la variable dependiente es igual a cero, dicho de otra manera es la intersección en el eje y.

b = es la pendiente de la curva.

Los valores de a y b son parámetros estadísticos que se deben calcular mediante el método de los mínimos cuadrados, de esta forma

$$a = \frac{(\sum y)(\sum X^2) - (\sum x)(\sum xy)}{N(\sum x^2) - (\sum x)^2}$$

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

Procedimiento de cálculo

Para el cálculo de los parámetros a y b, se sigue el procedimiento indicado en la tabla XVI.

Tabla XVI. Evaluación de mínimos cuadrados para regresión lineal

Meses (x)	Ventas (y)	x ²	y ²	xy
1	23,000	1	529,000,000	23,000
2	23,500	4	552,250,000	47,000
3	24,800	9	615,040,000	74,400
4	25,900	16	670,810,000	103,600
5	27,000	25	729,000,000	135,000
6	27,300	36	745,290,000	163,800
7	27,950	49	781,202,500	195,650
8	28,355	64	804,006,025	226,840
9	29,000	81	841,000,000	261,000
10	31,100	100	967,210,000	311,000
11	31,700	121	1,004,890,000	348,700
12	32,050	144	1,027,202,500	384,600
$\Sigma X=78$	$\Sigma Y=331,655$	$\Sigma X^2=650$	$\Sigma Y^2=9,266,901,025$	$\Sigma XY=2,274,590$

Fuente: elaboración propia.

$$a = \frac{(331,655)(650) - (78)(2,274,590)}{12(650) - (78)^2} = 22,236.44$$

$$b = \frac{12(2,274,590) - (78)(331,655)}{12(650) - (78)^2} = 830.99$$

Modelo matemático generado

$$Y = 22,236.44 + 830.99 X$$

El resultado de la evaluación del método de la regresión lineal se tiene en la tabla XVII.

Tabla XVII. Evaluación del método de regresión lineal

PERÍODO	VENTAS REALES	PRONÓSTICO	ERROR	ERROR ACUMULADO
Enero	23,000			
Febrero	23,500			
Marzo	24,800			
Abril	25,900			
Mayo	27,000			
Junio	27,300			
Julio	27,950			
Agosto	28,355			
Septiembre	29,000	29,715	(715)	715
Octubre	31,100	30,546	554	1,269
Noviembre	31,700	31,377	323	1,592
Diciembre	32,050	32,208	(158)	1,750

Fuente: elaboración propia.

Pronóstico para enero del año 2006

$$Y = 22,236.44 + 830.99 (13) = 33,039 \text{ unidades}$$

Modelo Geométrico. El modelo geométrico de regresión tiene la forma siguiente:

$$Y = aX^b$$

Para construir el modelo matemático de predicción, es necesario convertir el modelo geométrico a un modelo lineal, aplicando las leyes de los logaritmos, para utilizar el método de los mínimos cuadrados en la construcción del mismo, como se muestra a continuación:

Leyes de exponenciales y logaritmos

$$y = \log_a x \quad \text{significa} \quad a^y = x \quad (1)$$

$$\log_a xy = \log_a x + \log_a y \quad (2)$$

Aplicando logaritmos a ambos lados de la ecuación del modelo geométrico se tiene:

$$\log Y = \log aX^b$$

Aplicando la segunda ley (2) de exponenciales y logaritmos al lado derecho de la ecuación obtenemos

$$\log Y = \log a + \log X^b$$

Aplicando la primera ley (1) de exponenciales y logaritmos al segundo término del lado derecho de la ecuación se obtiene

$$\log Y = \log a + b \log X$$

Con lo cual se obtiene el modelo buscado que tiene la forma lineal

$$\log Y = \log a + b \log X$$

$$Y = a + b X$$

Donde

$$Y = \log Y$$

$$a = \log a$$

$$b = b$$

$$X = \log X$$

Se aplica el procedimiento de mínimos cuadrados para generar el modelo matemático, con lo que se obtiene:

$$\log a = \frac{(\sum \log Y)(\sum \log X^2) - (\sum \log X)(\sum \log X \log Y)}{N(\sum \log X^2) - (\sum \log X)^2}$$

$$\log b = \frac{N(\sum \log X \log Y) - (\sum \log X)(\sum \log Y)}{N(\sum \log X^2) - (\sum \log X)^2}$$

Para que los datos obtenidos tengan validez es necesario aplicar antilogaritmos para eliminar el logaritmo y obtener números reales de trabajo.

Para el cálculo de los parámetros a y b, se sigue el procedimiento indicado en la tabla XVIII.

Tabla XVIII. Evaluación de mínimos cuadrados para regresión geométrica

log x	log y	log x ²	log y ²	log x*log y
0.00	4.36	0.00	19.02	-
0.30	4.37	0.09	19.11	1.32
0.48	4.39	0.23	19.31	2.10
0.60	4.41	0.36	19.48	2.66
0.70	4.43	0.49	19.64	3.10
0.78	4.44	0.61	19.68	3.45
0.85	4.45	0.71	19.77	3.76
0.90	4.45	0.82	19.83	4.02
0.95	4.46	0.91	19.91	4.26
1.00	4.49	1.00	20.18	4.49
1.04	4.50	1.08	20.26	4.69
1.08	4.51	1.16	20.30	4.86
$\Sigma \log x = 8.68$	$\Sigma \log y = 53.27$	$\Sigma \log x^2 = 7.46$	$\Sigma \log y^2 = 236.49$	$\Sigma \log x \log y = 38.70$

Fuente: elaboración propia.

Parámetros a y b

$$\log a = \frac{(8.68)(7.46) - (8.68)(38.70)}{12(7.46) - (8.68)^2}$$

$$a = 10^{4.33} = 22,572.196$$

$$\log b = \frac{12(38.70) - (8.68)(53.27)}{12(7.46) - (8.68)^2}$$

$$b = 10^{0.1399} = 1.0307$$

El modelo matemático generado queda de la siguiente forma.

$$Y = aX^b = 22,572.196 * (1.0307^X)$$

El resultado de la evaluación del método de la regresión geométrica se tiene en la tabla XIX.

Tabla XIX. Evaluación del modelo geométrico

PERÍODO	VENTAS REALES	PRONÓSTICO	ERROR	ERROR ACUMULADO
Enero	23,000			
Febrero	23,500			
Marzo	24,800			
Abril	25,900			
Mayo	27,000			
Junio	27,300			
Julio	27,950			
Agosto	28,355			
Septiembre	29,000	29,645	(645)	645
Octubre	31,100	30,557	543	1,188
Noviembre	31,700	31,496	204	1,392
Diciembre	32,050	32,465	(415)	1,807

Fuente: elaboración propia.

Pronóstico para enero del año 2006

$$Y = 22,572.196 * (1.0307^{13}) = 33,463 \text{ unidades}$$

Para decidir cuál es el mejor método para determinar el pronóstico final, se seleccionará el que presente el menor error acumulado, la tabla XX, muestra la comparación de los métodos.

Tabla XX. Comparación de métodos de regresión

MÉTODO	ERROR	
	ACUMULADO	PRONÓSTICO
Regresión Lineal	1,750	33,039
Regresión Geométrica	1,807	33,463

Fuente: elaboración propia.

El método que presenta el menor error acumulado es el de regresión lineal, por lo que este método es el que se utilizará para generar el pronóstico del mes de enero del año 2006.

ANEXO 3: SERIES DE TIEMPO, MÉTODOS DE CURVAS CÍCLICAS¹⁰

Los modelos de series de tiempos, que presentan un comportamiento cíclico, son aquellos en que la demanda presenta incrementos o decrementos graduales y menos previsibles en un marco de tiempo, como en el caso de los comportamientos horizontales y tendenciales. El método que se desarrollará en este trabajo será únicamente el método de índices.

Métodos de índices estacionales. Método perteneciente a la familia de curvas cíclicas, Para poder aplicar el método, es necesario contar con un mínimo de tres series completas de datos, ya que de lo contrario es imposible calcular un índice estacional fiable. La fórmula matemática para realizar el pronóstico es

$$P = X i$$

Donde

P = pronóstico del siguiente período

X = datos de la demanda real del último año

i = Índice estacional

¹⁰ Torres, Sergio. **Control de la producción**. Edición Revisada. Universidad de San Carlos. Editorial Palacios, Guatemala 2005. pp. 27-30.

Al aplicar el método cíclico se debe cuidar el hecho que los datos deben ser homogéneos; los datos con los que se cuente deben estar distribuidos en torno a la media, ya que de lo contrario esto afecta los valores de los índices estacionales, dando como resultado un pronóstico alejado de la realidad.

Índices estacionales. Los índices estacionales, son valores que indican el comportamiento estacional durante el año, matemáticamente se calculan así:

$$i = \frac{\bar{P}_{horizontal}}{\bar{P}_{vertical}}$$

Donde

i = Índice estacional de cada período en el año

$$\bar{P}_{horizontal} = \frac{\text{Sumatoria de cada ciclo para cada año}}{\text{Número de meses incluidos en el ciclo}} = \frac{\sum X_{mes}}{n}$$

$$\bar{P}_{vertical} = \frac{\text{Sumatoria de la demanda de todos los datos incluidos}}{\text{Número total de datos}} = \frac{\sum D_n}{n}$$

Para tener un pronóstico adecuado, el valor del índice estacional debe ser cercano a uno, de lo contrario puede dar un valor de pronóstico que no se apege al comportamiento histórico de la demanda, por lo que el pronosticador debe analizar con cuidado los valores obtenidos y de ser necesario, modificarlos para que estos sean representativos de la demanda real.

Para ilustrar la forma de realizar el método, se aplicará al siguiente problema ficticio. La empresa necesita una estimación del número esperado de ventas (en unidades) de determinado producto para el año 2006. El reporte de ventas del año 2002 al año 2005 se muestra en la tabla XXI.

Tabla XXI. Reporte de ventas ficticio de demanda cíclica

Mes	Año			
	2003	2004	2005	2006
Enero	10,000	10,020	10,050	10,050
Febrero	10,100	10,350	10,200	10,100
Marzo	10,300	10,150	10,200	10,300
Abril	10,700	10,650	10,645	10,500
Mayo	10,900	11,000	11,100	10,900
Junio	11,200	11,200	11,200	11,300
Julio	10,700	10,600	10,800	10,600
Agosto	10,500	10,450	10,500	10,475
Septiembre	10,300	10,250	10,325	10,275
Octubre	10,000	10,100	10,050	10,075
Noviembre	9,990	9,900	10,000	10,025
Diciembre	9,800	9,850	9,900	9,875

Fuente: elaboración propia.

Procedimiento de cálculo

- Calcular el promedio vertical

$$\bar{P}_{vertical} = \frac{498,455}{48} = 10,384$$

- Calcular el promedio horizontal para cada período del año
 - Promedio horizontal de enero

$$\bar{P}_{horizontal} = \frac{D_{enero\ 2003} + D_{enero\ 2004} + D_{enero\ 2005} + D_{enero\ 2006}}{4}$$

$$\bar{P}_{horizontal} = \frac{10,000 + 10,020 + 10,050 + 10,050}{4} = 10,384$$

El mismo procedimiento de cálculo se aplica para realizar los promedios horizontales de cada mes del año.

- Calcular el índice estacional por período
 - Índice estacional para enero

$$i = \frac{\bar{P}_{horizontal\ enero}}{\bar{P}_{vertical}} = \frac{10,030}{10,384}$$

$$i_{enero} = 0.9659$$

El mismo procedimiento de cálculo se aplica para realizar los índices estacionales de cada mes del año. El resultado de la evaluación del método cíclico se tiene en la tabla XXII.

Tabla XXII. Evaluación del modelo de índices estacionales

Mes	Año				Promedio horizontal	Índice	Pronóstico 2006
	2003	2004	2005	2006			
Enero	10,000	10,020	10,050	10,050	10,030	0.9659	9,707
Febrero	10,100	10,350	10,200	10,100	10,188	0.9810	9,908
Marzo	10,300	10,150	10,200	10,300	10,238	0.9858	10,154
Abril	10,700	10,650	10,645	10,500	10,624	1.0230	10,742
Mayo	10,900	11,000	11,100	10,900	10,975	1.0569	11,520
Junio	11,200	11,200	11,200	11,300	11,225	1.0809	12,215
Julio	10,700	10,600	10,800	10,600	10,675	1.0280	10,897
Agosto	10,500	10,450	10,500	10,475	10,481	1.0093	10,573
Septiembre	10,300	10,250	10,325	10,275	10,288	0.9907	10,179
Octubre	10,000	10,100	10,050	10,075	10,056	0.9684	9,757
Noviembre	9,990	9,900	10,000	10,025	9,979	0.9609	9,633
Diciembre	9,800	9,850	9,900	9,875	9,856	0.9491	9,373

Fuente: elaboración propia.

El pronóstico para mes del año 2006, se muestra en la última columna de la tabla XXII. Si se observa y analiza cuidadosamente los datos obtenidos, se puede determinar que los datos presentan cierta variación a la tendencia que estos presentaban de períodos anteriores, esto se debe a que algunos datos se encuentran dispersos respecto de la media.

Tomando como referencia el mes de enero, se puede observar que el pronóstico para el mes de enero del año 2006 es de 9,707 unidades; analizando los datos del mes de enero de los períodos anteriores, se puede llegar a la conclusión que el dato se puede redondear a un valor cercano al promedio horizontal, para tener un pronóstico más efectivo y acorde a la demanda histórica.

En este caso se podría aproximar a 9,900 ó 10,000, depende del criterio del evaluador. De igual manera, se puede proceder con aquellos datos que se desvíen demasiado del promedio.

ANEXO 4: SERIES DE TIEMPO, MÉTODOS DE CURVAS ESTACIONALES

Muchos productos tienen una demanda estacional, que consisten en movimientos ascendentes y descendentes de la demanda. Estos movimientos son cíclicos en un determinado marco de tiempo, a estos ciclos se les llama estaciones. Los patrones estacionales pueden durar días, semanas o meses. Un ejemplo de este tipo de comportamiento son los útiles escolares, los cuales tienen un comportamiento cíclico, a principio de año presentan su mayor demanda, pero esta disminuye conforme avanza el año. El comportamiento se repite año con año, por lo que dice que la demanda a la vez de ser estacional es cíclica; véase la figura 5 para observar este comportamiento.

Se dispone de varios métodos para elaborar un pronóstico con comportamiento de demanda estacional, sin embargo, en este trabajo se tratará únicamente el método conocido como estacional multiplicativo.

Método estacional multiplicativo¹¹. Consiste en determinar factores estacionales, los cuales se multiplican por la demanda promedio, para determinar así el pronóstico estacional. El pronóstico para el período que se requiere se puede calcular utilizando otros métodos de series de tiempo, este pronóstico servirá de base para el cálculo del pronóstico estacional.

¹¹ Krajewski, Lee J. Administración de operaciones, estrategia y análisis. Quinta Edición. Editorial PEARSON Educación, México 2000. pp. 515-518.

El método estacional multiplicativo consta de cuatro pasos, sencillos de aplicar. La siguiente descripción está basada en un patrón estacional que dura un año y estaciones de un mes.

1. Pronosticar la demanda para el año siguiente.
2. Dividir la demanda real dentro del número de períodos considerados en el ciclo.
3. Calcular el índice estacional promedio para cada estación, utilizando los resultados obtenidos en el paso dos.
4. Calcular el pronóstico de cada estación para el año siguiente.

Para ilustrar la forma de realizar el método, se aplicará al siguiente problema ficticio. La empresa necesita un pronóstico estacional trimestral del número esperado de ventas (en unidades) de determinado producto para el año 2006. El reporte de ventas en unidades de cierto producto del año 2002 al año 2005 son los que se muestran en la tabla XXIII.

Tabla XXIII. Reporte ficticio de ventas de demanda estacional

Trimestre	Años			
	2002	2003	2004	2005
1	1,500	1,650	1,700	1,900
2	5,200	5,950	6,400	7,000
3	8,320	8,700	9,200	9,300
4	2,500	3,000	3,200	3,300
Totales	17,520	19,300	20,500	21,500

Fuente: elaboración propia.

Paso 1. Pronosticar la demanda promedio anual para el año 2006 y el promedio trimestral.

Utilizando el método de regresión lineal, se pronostica la demanda para el año 2006. No se realizará en este punto el desarrollo de todo el método, simplemente se dará el resultado, si el lector desea ver la mecánica de cálculo remítase a el anexo 2, donde verá la forma de desarrollar el método.

- **Parámetros a y b**

$$a = 16,420$$

$$b = 1,314$$

- **Modelo matemático generado**

$$Y = a + b X = 16,420 + 1,314 X$$

- **Pronóstico para el año 2006.**

$$Y = 16,420 + 1,314 (5) = 22,990 \text{ unidades}$$

- **Promedio trimestral para el año 2006**

$$\text{Promedio Trimestral} = \frac{\text{Demanda Anual}}{\text{Trimestres por año}}$$

$$\text{Promedio Trimestral} = \frac{22,990}{4} = 5,748 \text{ unidades}$$

Paso 2. Calcular el número promedio de ventas por estación. Se obtiene de dividir la demanda real anual de cada año dentro de cuatro, que es el número de trimestres en un año.

Promedio estacional por trimestre de la demanda real	
Año 1	$17,520 / 4 = 4,380$
Año 2	$19,300 / 4 = 4,825$
Año 3	$20,500 / 4 = 5,125$
Año 4	$21,500 / 4 = 5,375$

Paso 3. Calcular los índices estacionales por trimestre para cada año.

Trimestre	Año 2002		
1	1,500	/	4,380 = 0.3425
2	5,200	/	4,380 = 1.1872
3	8,320	/	4,380 = 1.8995
4	2,500	/	4,380 = 0.5708

Trimestre	Año 2003		
1	1,650	/	4,825 = 0.3420
2	5,950	/	4,825 = 1.2332
3	8,700	/	4,825 = 1.8031
4	3,000	/	4,825 = 0.6218

Trimestre	Año 2004		
1	1,700	/	5,125 = 0.3317
2	6,400	/	5,125 = 1.2488
3	9,200	/	5,125 = 1.7951
4	3,200	/	5,125 = 0.6244

Trimestre		Año 2005		
1	1,900	/	5,375	= 0.3535
2	7,000	/	5,375	= 1.3023
3	9,300	/	5,375	= 1.7302
4	3,300	/	5,375	= 0.6140

Paso 4. Calcular los índices estacionales promedios para cada trimestre.

Año	Trimestre			
	1	2	3	4
2002	0.3425	1.1872	1.8995	0.5708
2003	0.3420	1.2332	1.8031	0.6218
2004	0.3317	1.2488	1.7951	0.6244
2005	0.3535	1.3023	1.7302	0.6140
Promedio	0.3424	1.2429	1.8070	0.6077

Paso 5. Determinar los pronósticos para el año 2006, multiplicando los índices promedios estacionales por la demanda promedio trimestral.

Trimestre	Demanda promedio trimestral	Índice promedio estacional	Pronóstico Trimestral año 2006
1	5,748	* 0.3424	= 1,968
2	5,748	* 1.2429	= 7,143
3	5,748	* 1.8070	= 10,386
4	5,748	* 0.6077	= 3,493
Total Anual			22,990

Los pronósticos finales por trimestre para el año 2006, son los que se tienen en la última columna. Este método es más efectivo que el método por índices estacionales.

ANEXO 5: MÉTODOS DE PRONÓSTICO DE JUICIO

Opinión ejecutiva. Es un método de pronóstico basado en el juicio, que consiste en recopilar información a partir de la opinión, experiencia y conocimientos, de uno o varios gerentes de la empresa, para realizar un pronóstico. Este método es aplicable cuando el personal administrativo cuenta con una amplia experiencia profesional y cuenta con la suficiente preparación académica que le permita analizar la demanda de los productos y poder determinar con ello pronósticos de ventas, de acuerdo al análisis realizado.

También suele utilizarse la opinión ejecutiva para modificar pronósticos que se obtuvieron por medio de series de tiempo.

Investigación de mercado. “Método basado en el juicio, consiste en el diseño, análisis y presentación sistemáticos de datos pertinentes a una situación de marketing específica que una organización enfrenta”¹².

En este caso, el estudio de mercado o investigación de mercado ayuda a estimar el potencial y la participación que determinado producto tendrá en el mercado, resolviendo el problema de no contar con datos históricos de ventas.

¹² Fuente. KOTLER, Philip y ARMSTRONG, Gary. **Fundamentos de marketing**. 6a. edición. PEARSON EDUCACIÓN, México, 2003, p.160.

Los pasos básicos para elaborar una investigación de mercado efectiva son:

a. Identificar problema.

Identificar el problema principal a investigar, ya sea que se trate de determinar cuáles son las causas de que un producto no se vende de acuerdo a las expectativas establecidas, cuando se trata de productos existentes o en el caso de productos nuevos, determinar la factibilidad del mismo.

b. Determinar objetivos.

Determinar los objetivos de la investigación, estableciendo un objetivo general o superior a alcanzar en la investigación y objetivos específicos. El objetivo general es lo principal que se pretende alcanzar en la investigación y es referente a la problemática principal a investigar. Los objetivos específicos consisten en determinar situaciones específicas de la problemática a investigar, se puede tomar como base de análisis para determinar los objetivos específicos, la mezcla de mercadeo: producto, precio, plaza y promoción. Estableciendo un objetivo por cada aspecto del problema a investigar.

c. Nicho Comercial

El mercado objetivo o nicho comercial, a quién está dirigida la venta, a quiénes se les ofrecerá el producto, haciendo énfasis en la calidad del mismo.

d. Diseño de la investigación

Comprende los siguientes aspectos:

I. Identificar variables

Determinar las variables de la investigación. Estas van ligadas a lo que se desea investigar como precios de productos, necesidades de los clientes, poder adquisitivo de los clientes, etc.

1. Variables cualitativas

Son variables que no se pueden cuantificar o medir, determinan aspectos de calidad, como por ejemplo: color, sabor, presentación, empaque, etc.

2. Variables Cuantitativas

Son variables en las cuales se puede cuantificar o medir lo que se está investigando, como tamaño, diámetro, volumen, especificaciones de producción, etc.

e. Fuentes de investigación.

Definir las fuentes de investigación, ya sea primarias, secundarias o ambas.

I. Primarias

Las fuentes primarias de información, son aquellas que se obtienen por medios propios, como en el caso de las encuestas, donde se pretende determinar aspectos específicos del nicho comercial, como son: sus necesidades, deseos y poder de demanda.

II. Secundarias

Las fuentes secundarias de información, son datos que ya existen en el mercado, que fueron elaborados por entes externos como datos de institutos de estadística nacional, bancos, cámaras de comercio, y que sirven para estudiar aspectos que influyen en la demanda, elaborar proyecciones de ventas y factibilidad del mercado.

f. Tamaño de la muestra

Calcular el tamaño de la muestra, para la cual se realizará la investigación de mercado, se realiza por medios estadísticos.

g. Elaboración de cuestionario

Elaborar el cuestionario tomando en cuenta que la encuesta debe buscar aportar información a la investigación de mercado, según los objetivos que se plantearon en la investigación.

h. Depuración y tabulación de datos

Depurar la información obtenida, a fin de evitar sesgos en la información que influya en el estudio y conlleve a realizar conclusiones erróneas. Tabular los datos mediante los métodos estadísticos pertinentes, trabajando con un nivel de confianza aceptable y un rango de error (normalmente se trabaja con el 5% de error admisible y un 95% de confianza).

i. Determinar conclusiones

Determinar las conclusiones de la investigación de mercado, con base en los objetivos planteados y la investigación realizada.

j. Presentación de datos

Presentación de datos por escrito y forma gráfica. Permite tener un resumen de la investigación realizada, resaltando los resultados obtenidos con base en los objetivos que se plantearon en la investigación.

Estimaciones de la fuerza de ventas. Son pronósticos que se elaboran a partir de conjeturas o supuestos, que realiza periódicamente el departamento de ventas, este método tiene la ventaja que la fuerza de ventas es la que está en contacto directo con los clientes y por ende tienen mayores probabilidades de estimar la demanda de los productos. También son muy útiles ésta clase de pronósticos, porque la mayor parte de departamentos de ventas se encuentra sectorizado por distritos, regiones y productos, lo cual permite tener información detallada de estos puntos de ventas.

La desventaja de trabajar con este tipo de pronósticos radica en que es un método subjetivo y por consiguiente es susceptible a cometer errores de apreciación y juicio.

Método Delphi. El método Delphi, es una técnica de pronóstico que se utiliza para elaborar pronósticos a largo plazo, donde las series de tiempo resultan poco efectivas y cuando no se cuenta con el personal capacitado dentro de la organización. Consiste en formar un equipo de expertos para analizar y determinar sus pronósticos con base en su experiencia y preparación académica, la característica principal es que los participantes del equipo permanecen en el anonimato, lo que quiere decir que cada integrante trabaja por su cuenta guiados por un moderador.

Los pasos para aplicar el método Delphi, son sencillos de emplear, los cuales consisten en:

- Nombrar una persona responsable de moderar al equipo de expertos, tiene como función principal moderar al grupo de expertos y elaborar informes del trabajo realizado de cada miembro.
- El moderador documenta la situación a analizar por parte de los expertos para buscar el pronóstico.
- Se envía la documentación a los integrantes de grupo, con una serie de preguntas o casos a tratar. las preguntas son analizadas, respondidas y documentadas por cada uno de los miembros para luego ser devueltas al moderador.

- El moderador se encarga de preparar un informe que contiene un resumen estadístico de las respuestas de cada miembro, también elabora una síntesis de los argumentos que envió cada uno de los expertos.
- El informe es enviado de nuevo a los integrantes del equipo, para una segunda ronda de opiniones y pueden sugerir cambios o cambiar respuestas dadas anteriormente. Las rondas continúan hasta llegar a un dictamen unánime
- Al llegar a la unanimidad de criterios, se elabora un informe final, indicando el pronóstico requerido.

