



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

**OPTIMIZACIÓN DE INVENTARIO DE MATERIA PRIMA EN  
UNA EMPRESA IMPORTADORA Y DISTRIBUIDORA DE ACERO**

**Gabriela Mishell Angel Gil**

Asesorado por la Inga. Nora Leonor Elizabeth García Tobar

Guatemala, junio de 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**OPTIMIZACIÓN DE INVENTARIO DE MATERIA PRIMA EN  
UNA EMPRESA IMPORTADORA Y DISTRIBUIDORA DE ACERO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**GABRIELA MISHHELL ANGEL GIL**

ASESORADO POR LA INGA. NORA LEONOR ELIZABETH GARCÍA TOBAR

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERA INDUSTRIAL**

GUATEMALA, JUNIO DE 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Raúl Eduardo Ticún Córdova
VOCAL V	Br. Henry Fernando Duarte García
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Angel Roberto Sic García
EXAMINADOR	Ing. Sergio Fernando Pérez Rivera
EXAMINADOR	Ing. César Augusto Akú Castillo
EXAMINADOR	Ing. Víctor Hugo García Roque
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

### **OPTIMIZACIÓN DE INVENTARIO DE MATERIA PRIMA EN UNA EMPRESA IMPORTADORA Y DISTRIBUIDORA DE ACERO**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 25 de agosto de 2014.



**Gabriela Mishell Angel Gil**

Guatemala, 27 de octubre de 2015.

Ingeniero  
César Ernesto Urquizú Rodas  
Director de la Escuela  
Ingeniería Mecánica Industrial  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos de Guatemala

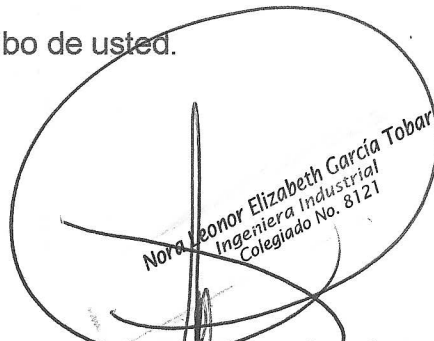
Estimado Señor Director:

Por medio de la presente informo a usted, que he asesorado y revisado el trabajo de tesis titulado **OPTIMIZACIÓN DE INVENTARIO DE MATERIA PRIMA EN UNA EMPRESA IMPORTADORA Y DISTRIBUIDORA DE ACERO**, elaborado por la estudiante **Gabriela Mishell Angel Gil**, con carné **201021036**, previo obtener el título de Ingeniera Industrial.

Habiendo determinado que dicho trabajo cumple con los requisitos establecidos de la Facultad de Ingeniería, y reconociendo la importancia del tema. Por todo lo anterior tanto el autor como el asesor somos responsables del contenido y conclusiones del presente trabajo de tesis y en consecuencia, por medio de la presente me permito **APROBARLO**, agregado que lo encuentro completamente satisfactorio.

Sin otro particular, me suscribo de usted.

Atentamente,



Nora Leonor Elizabeth García Tobar  
Ingeniera Industrial  
Colegiado No. 8121

Inga. Nora Leonor Elizabeth García Tobar  
Colegiado No. 8121  
ASESOR



REF.REV.EMI.055.016

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **OPTIMIZACIÓN DE INVENTARIO DE MATERIA PRIMA EN UNA EMPRESA IMPORTADORA Y DISTRIBUIDORA DE ACERO**, presentado por la estudiante universitaria **Gabriela Mishell Angel Gil**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

*Ing. Danilo González Trejo*  
INGENIERO INDUSTRIAL  
COLEGIADO ACTIVO 6182

  
Ing. Erwin Danilo González Trejo  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, abril de 2016.

/mgp

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA**



**FACULTAD DE INGENIERIA**

REF.DIR.EMI.105.016

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 **OPTIMIZACIÓN DE INVENTARIO DE MATERIA PRIMA EN UNA EMPRESA IMPORTADORA Y DISTRIBUIDORA DE ACERO**, presentado por la estudiante universitaria **Gabriela Mishell Angel Gil**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

**Ing. Juan José Peralta Dardón  
DIRECTOR**

**Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial**



Guatemala, junio de 2016.

/mgp

Universidad de San Carlos  
De Guatemala



Facultad de Ingeniería  
Decanato

Ref. DTG.295-2016

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: **OPTIMIZACIÓN DE INVENTARIO DE MATERIA PRIMA EN UNA EMPRESA IMPORTADORA Y DISTRIBUIDORA DE ACERO**, presentado por la estudiante universitaria: **Gabriela Mishell Angel Gil**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco  
Decano

Guatemala, junio de 2016



/cc



## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Dios</b>	Por ser mi guía y darme fortaleza para seguir adelante.
<b>Mi madre</b>	Ingrid Lyliana Gil Amézquita, por ser mi inspiración para querer ser mejor cada día, por su amor, entrega y ejemplo.
<b>Mi abuela</b>	Dora Agustina Amézquita Hernández, por su cariño y cuidados a lo largo de mi vida.
<b>Mi bisabuela</b>	Piedad Hernández (q. e. p. d.), por sus consejos, amor y ser el ángel que guía mi día a día.
<b>Mi familia</b>	Tíos, tías, primos y primas, por su cariño incondicional.
<b>Mis amigos</b>	En especial a Yoseline Colón, por su apoyo a lo largo de toda mi carrera.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por brindarme la oportunidad de culminar mi carrera en esta casa de estudios.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por brindarme los conocimientos necesarios para desempeñarme como profesional.
<b>Ingeniera Nora García</b>	Por su apoyo y colaboración en la realización de este trabajo de graduación.
<b>Mis amigos de la Facultad</b>	Por su apoyo, consejos y ánimos en todo el tiempo que compartimos.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS.....	IX
GLOSARIO.....	XI
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN.....	XIX
1. GENERALIDADES.....	1
1.1. Descripción de la empresa.....	1
1.1.1. Antecedentes históricos.....	1
1.1.2. Ubicación.....	1
1.1.3. Misión.....	2
1.1.4. Visión.....	2
1.1.5. Descripción de los productos.....	3
1.2. Gestión de inventarios.....	6
1.2.1. Definición de inventarios.....	6
1.2.2. Funciones de los inventarios.....	7
1.2.3. Tipos de inventarios.....	7
1.2.3.1. Según su función.....	8
1.2.3.1.1. De fluctuación.....	8
1.2.3.1.2. De anticipación.....	8
1.2.3.1.3. De tamaño de lote.....	9
1.2.3.1.4. De protección o de seguridad.....	9

1.2.3.2.	Según la etapa de procesamiento del bien material .....	10
1.2.3.2.1.	Materia prima .....	10
1.2.3.2.2.	Productos en proceso ...	10
1.2.3.2.3.	Productos terminados ...	11
1.2.3.3.	Según el tipo de demanda al que se ven afectados .....	11
1.2.3.3.1.	De demanda independiente.....	11
1.2.3.3.2.	De demanda independiente.....	12
1.2.4.	Métodos para control de inventarios .....	12
1.2.4.1.	Método de control de inventario ABC ...	13
1.2.4.2.	Pronóstico de ventas .....	14
1.2.4.3.	Presupuesto de venta .....	15
1.2.4.3.1.	Presupuesto de producción.....	16
1.2.4.3.2.	Presupuesto de compras .....	16
1.2.4.4.	Planeación de requerimiento de materiales (MRP) .....	17
1.2.4.4.1.	Determinación del tamaño óptimo .....	17
1.2.4.4.2.	Explosión de materiales.....	18
1.2.5.	Costos de inventario.....	18
1.2.5.1.	Costo por manejo de inventario.....	18
1.2.5.2.	Costo por falta de existencia .....	19
1.2.5.3.	Costo de almacenaje.....	19

2.	SITUACIÓN ACTUAL DE LOS INVENTARIOS DE LA EMPRESA.....	21
2.1.	Diagnóstico general.....	22
2.1.1.	Descripción.....	23
2.1.2.	Delimitación del área .....	24
2.1.2.1.	Observaciones del área de bodega ....	25
2.1.2.1.1.	Aspectos positivos.....	26
2.1.2.1.2.	Aspectos negativos .....	26
2.1.2.2.	Relación de área de bodega con otros departamentos.....	27
2.1.3.	Volumen y horarios de producción .....	27
2.2.	Control de inventarios de materia prima.....	28
2.2.1.	Presupuesto de ventas .....	29
2.2.2.	Estimación del porcentaje de desperdicio .....	30
2.2.2.1.	Materia prima.....	30
2.2.2.2.	Producto en proceso.....	32
2.2.2.3.	Producto terminado .....	32
2.2.3.	Costo de almacenaje .....	34
2.2.4.	Falta de existencias .....	34
2.3.	Método actual para solicitar materiales .....	34
2.3.1.	Política.....	36
2.3.2.	Entradas y salidas de materia prima.....	37
2.3.3.	Traslado de materiales .....	38
2.3.4.	Reporte de existencias .....	39
2.4.	Análisis de riesgos.....	40
3.	PROPUESTA DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE INVENTARIOS .....	43
3.1.	Métodos del control de inventarios .....	43
3.1.1.	Método de control de inventario ABC .....	44
3.2.	Pronóstico de ventas .....	46

3.2.1.	Análisis primario .....	48
3.2.2.	Análisis secundario .....	49
3.2.3.	Pronóstico de riesgo.....	50
3.3.	Presupuestos .....	51
3.3.1.	Presupuesto de producción.....	52
3.3.2.	Presupuesto de ventas.....	53
3.4.	Costo de almacenamiento.....	54
3.5.	Planeación de requerimiento de materiales (MRP) .....	55
3.5.1.	Modelo de lote óptimo de compra .....	56
3.5.2.	Nivel de reorden .....	58
3.5.3.	Inventario de seguridad.....	60
3.6.	Metas y objetivos del sistema .....	62
3.6.1.	Almacenamiento físico y disponibilidad de entrega .....	66
4.	IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE INVENTARIOS.....	69
4.1.	Implementación del método ABC .....	69
4.1.1.	Pronóstico de ventas.....	70
4.1.2.	Presupuestos .....	70
4.1.3.	Lote óptimo de compra.....	71
4.1.4.	Inventario de seguridad para materia prima .....	71
4.2.	Existencias de inventario físico y teórico de materia prima .....	71
4.3.	Optimizar la rotación para los diferentes tipos de materiales ...	75
4.4.	Recursos .....	75
4.5.	Señalización del área de bodega .....	76
4.6.	Análisis de costos.....	76
4.6.1.	Valor presente neto (VPN) .....	78
4.6.2.	Tasa interna de retorno .....	79

4.6.3.	Análisis beneficio costo (B/C) .....	80
5.	MEJORA CONTINUA.....	83
5.1.	Auditorías internas.....	83
5.1.1.	Programa de auditoría .....	84
5.1.1.1.	Monitoreo del programa de auditoría ...	85
5.1.2.	Plan de auditoría.....	85
5.1.3.	Seguimiento a la auditoría .....	87
5.1.3.1.	Acciones correctivas, preventivas y de mejora.....	87
5.2.	Control de inventario físico y teórico.....	88
5.2.1.	Verificación de existencias físicas .....	89
5.2.2.	Verificación de existencias en el sistema .....	89
5.2.3.	Comparación de inventario físico con relación al inventario teórico. ....	90
5.3.	Desarrollo del plan de mejora.....	90
5.3.1.	Círculo de Deming .....	91
5.3.1.1.	Principios del círculo de Deming.....	93
5.3.1.2.	Puntos focales del círculo de Deming..	95
5.3.1.3.	Característica del círculo de Deming ...	96
5.3.1.4.	Estrategia de planificación .....	96
5.3.1.5.	Implementación de las estrategias propuestas .....	97
	CONCLUSIONES .....	99
	RECOMENDACIONES.....	101
	BIBLIOGRAFÍA.....	103





## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Mapa de ubicación de la empresa .....	2
2.	Gráfico del método de control de inventario ABC .....	14
3.	Diagrama de bloques del proceso actual de control de inventarios .....	23
4.	Distribución del área de bodega de materia prima.....	25
5.	Diagrama de bloques del proceso de producto terminado .....	33
6.	Diagrama de flujo del proceso de solicitud de abastecimiento.....	36
7.	Diagrama de bloques del proceso de entradas y salidas de materia prima.....	38
8.	Diagrama de bloques del proceso de traslado de materiales.....	39
9.	Gráfico de clasificación ABC.....	46
10.	Gráfico de ventas contra tiempo .....	48
11.	Estructura de la planeación de requerimiento de materiales.....	56
12.	Gráfico de modelo de inventario .....	58
13.	Gráfico inventario ABC.....	63
14.	Gráfico del modelo de inventario del bronce TP-660 .....	64
15.	Gráfico del modelo de inventario del acero XW-441 .....	65
16.	Gráfico del modelo de inventario del acero D2 .....	65
17.	Gráfico del modelo de inventario del acero DF-2 .....	66
18.	Formato de control de existencias físicas .....	72
19.	Formato de control de existencias teóricas .....	73
20.	Formato de comparación de inventario físico y teórico .....	74
21.	Esquema del ciclo de la mejora continua.....	92

## TABLAS

I.	Descripción de los productos .....	3
II.	Inventario actual de materia prima.....	29
III.	Análisis de riesgos .....	41
IV.	Clasificación ABC de materia prima.....	45
V.	Ventas históricas de los últimos tres años .....	47
VI.	Resumen de resultados para el cálculo de pronósticos de riesgos .....	50
VII.	Resultado de pronóstico .....	51
VIII.	Presupuesto de producción .....	53
IX.	Presupuesto de ventas .....	54
X.	Resumen nivel de reorden para materiales clasificación A.....	60
XI.	Resumen <i>stock</i> de seguridad para materiales clasificación A .....	61
XII.	Beneficios .....	77
XIII.	Flujo de efectivo.....	78
XIV.	Interpolación TIR.....	80

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>m</b>	Metros
<b>%</b>	Porcentaje
<b>pulg</b>	Pulgadas
<b>Q</b>	Quetzal, moneda guatemalteca
<b>3D</b>	Tres dimensiones



## GLOSARIO

<b>Biela</b>	Barra metálica que une dos piezas móviles por medio de articulaciones fijadas en los extremos y que transmite un movimiento.
<b>Buje</b>	Pieza de unión mecánica entre dos partes, en donde se apoya y gira un eje.
<b>CAD</b>	Diseño asistido por computadora.
<b>Cigüeñal</b>	Pieza de motor de carro y otras máquinas que consiste en un eje con varios codos, en cada uno de los cuales se ajusta una biela.
<b>Dureza Rockwell</b>	Método para determinar la dureza, es decir, la resistencia de un material a ser deformado.
<b>Faro Gage</b>	Máquina de medición por coordenadas portátil, que permite mediciones precisas en una amplia variedad de aplicaciones industriales.
<b>Feature Cam</b>	Software que mecaniza, automatiza y minimiza los tiempos de programación de piezas. Permite hacer el de una pieza 3D por medio de una simulación.
<b>HRA</b>	Escala de dureza Rockwell para carburos.

<b>HRB</b>	Escala de dureza Rockwell para aleaciones.
<b>HRC</b>	Escala de dureza Rockwell para aceros.
<b>Índice estacional</b>	Factor de corrección necesario para series de datos temporales, el cual indica el grado de ajuste de las demandas a nivel horizontal.
<b>Maquinabilidad</b>	Propiedad de los materiales y facilidad con la que pueden ser cortados.
<b>Metalmecánica</b>	Industria que comprende las maquinarias industriales y las herramientas proveedoras de partes a las demás industrias metálicas, siendo su insumo básico el metal y las aleaciones de hierro.
<b>N.R.</b>	Nivel de reorden de inventario que determina el momento en el cual se debe colocar una orden.
<b>RPM</b>	Revoluciones por minuto. Cantidad de vueltas que un cuerpo giratorio completa alrededor de su eje cada 60 segundos.
<b>Software</b>	Conjunto de programas y rutinas que permite a la computadora realizar determinadas tareas.
<b>Soldabilidad</b>	Aptitud que tiene un metal o aleación para formar uniones soldadas.

<b>Solid Edge ST2</b>	Programa de representación de imágenes de piezas en 3D basado en un software de sistema de diseño asistido por computadora.
<b>S.S.</b>	<i>Stock</i> de seguridad.
<b>Stock</b>	Cantidad de material que se mantiene almacenado en espera de su venta o comercialización.
<b>Trazabilidad</b>	Serie de procedimientos que permiten seguir el proceso de evolución de un producto en cada una de sus etapas.
<b>X<sub>hor</sub></b>	Promedio de ventas de los meses relacionados a nivel horizontal.
<b>X<sub>ver</sub></b>	Promedio de la totalidad de ventas reales de los períodos completos a evaluar.





## RESUMEN

La empresa Promotora de Ventas, S. A. se dedica a la importación y distribución de acero, logrando un crecimiento constante, por lo que creó un centro de maquinado en donde transforma materiales en estado de suministro a piezas terminadas.

Al realizar un análisis en la bodega de materia prima, se determinó que no contaba con un sistema de control de inventarios adecuado, lo que incurría en costos debido al mal manejo de los mismos.

En el capítulo 1 se describen cada uno de los productos que maneja la empresa y se definen los conceptos, tanto de gestión de inventarios, como del método de clasificación de inventarios ABC.

Debido a las deficiencias encontradas, en el capítulo 2 se define la situación actual de la empresa y, con base en esto, en el capítulo 3 se propone la implementación de un sistema de control de inventarios según el método de clasificación ABC. Se realizó un pronóstico de ventas basado en datos históricos y se determinó el nivel de reorden y el *stock* de seguridad para los materiales con clasificación A lo cual permitirá mejorar el control y la planificación de los inventarios.

Se realizó una propuesta de implementación del sistema, tomando en cuenta los recursos y los costos en los que se incurren. Para esto se realizó un análisis del valor presente neto, tasa interna de retorno y beneficio costo, obteniendo un resultado positivo, explicados en el capítulo 4.

Por último, se diseñó una propuesta de mejora continua basada en el círculo de Deming, con una secuencia de actividades que ayudarán a facilitar la solución de los problemas o la realización de mejoras en una forma organizada.

# OBJETIVOS

## General

Optimizar el manejo de inventario de materia prima en una empresa importadora y distribuidora de acero, para la asignación correcta de costos en el proceso productivo.

## Específicos

1. Establecer el inventario actual de materia prima para clasificarlo por medio del método de control de inventario ABC.
2. Identificar, por medio de una clasificación ABC, los artículos de mayor impacto en el costo total de inventarios.
3. Determinar la demanda de productos, con base en datos históricos por medio de un pronóstico de ventas.
4. Aplicar el círculo de Deming para lograr una mejora constante, conociendo los avances y obstáculos que se presenten.



## INTRODUCCIÓN

Un punto importante en el manejo estratégico de una empresa que se dedica a la prestación de servicios o a la producción de bienes, es la gestión de inventarios. Este es un proceso que planifica, administra y controla los recursos que se tienen disponibles en la empresa. Por medio de la gestión de inventarios se determinan las cantidades a ordenar o producir, según sea el caso. El inventario representa una inversión considerable por parte de las empresas, es por ello que se hace indispensable prestarle atención especial a su manejo.

El manejo de inventarios, según el principio de Pareto, establece que el 80 % del valor de consumo total se basa en el 20 % de los artículos totales, es decir, que la demanda no está distribuida uniformemente entre los artículos. El análisis ABC es un método de categorización de inventario que consiste en la división de los artículos en tres categorías, A, B y C.

Este método pretende que el costo y manejo del inventario disminuya, identifica los artículos de mayor impacto en el costo total de inventarios y permite prestarle atención a los artículos de mayor importancia.

Otro punto importante para predecir cuánta cantidad de producto consumirá el mercado en determinado período, con base en un análisis histórico, es el pronóstico de ventas, que será una parte importante en el plan estratégico de la empresa.



# **1. GENERALIDADES**

## **1.1. Descripción de la empresa**

Proventsa es una empresa que nació con el fin de transformar el servicio al cliente en el mercado de la industria metalmecánica. Ha logrado su cometido y ha creado una nueva generación de ventas para el consumidor.

### **1.1.1. Antecedentes históricos**

Proventsa es una empresa que nació en el 2000, con su evolución y participación en constante crecimiento, se fueron dando una serie de necesidades alternas que son exigidas en este negocio.

Se ha convertido, con el paso del tiempo, en una empresa pujante, en constante crecimiento y a la vanguardia en la preservación de las necesidades elementales de la empresa productora en Guatemala. El maquinado y transformación de materiales en estado de suministro a piezas totalmente terminadas fue una de las necesidades que remarcaron las empresas a las cuales Proventsa da servicio, por lo que surgió la necesidad de crear su propio Centro de Maquinado.

### **1.1.2. Ubicación**

Proventsa se encuentra localizada en la avenida Petapa, 37 calle 19-37 zona 12, ciudad de Guatemala, Guatemala.

Figura 1. **Mapa de ubicación de la empresa**



Fuente: Waze. Consulta: 13 de marzo de 2014.

### **1.1.3. Misión**

“Ser una empresa transformadora y comercializadora de materiales metálicos, ferrosos y no ferrosos, que satisfaga las necesidades del sector industrial, con altos niveles de calidad y excelente servicio, apoyados en nuestro recurso humano y tecnológico para generar una retribución adecuada y justa, que nos permita un liderazgo permanente”<sup>1</sup>.

### **1.1.4. Visión**

“Ser un proveedor muy eficiente de productos ferrosos y no ferrosos para el sector industrial y comercial, identificando y satisfaciendo permanentemente

---

<sup>1</sup> Misión proporcionada por Promotora de Ventas, S. A.



las necesidades del mercado, con tecnología de punta y personal altamente calificado”<sup>2</sup>.

### 1.1.5. Descripción de los productos

A continuación, en la tabla I, se presenta con la descripción de cada uno de los productos con los que cuenta la empresa, sus aplicaciones y una ilustración, para tener un mejor entendimiento de la materia prima con la que cuenta la empresa.

Tabla I. Descripción de los productos

Producto	Descripción	Aplicaciones	Ilustración
Acero 1018	Acero bajo de contenido de carbono. Fácil mecanizado y buena soldabilidad.	Ejes, eslabones, cadenas, pasadores, bujes sementados, tornillería corriente, grapas, herramientas para la agricultura.	
Acero 1040	Alto contenido de carbono para la mayor resistencia con respecto a las aleaciones de bajo carbono.	Máquinas, tornillos de arado y de carros, alambre de amarre, pernos U, barras de esfuerzo de hormigón y piezas forjadas.	
Acero 1045	Acero no aleado y de medio contenido de carbono. Puede ser tratado térmicamente para endurecer su superficie mediante tratamientos térmicos convencionales.	Manivelas, pernos, engranes de baja velocidad, acoplamientos, bielas, pasadores, cigüeñales. También se utiliza en la fabricación de herramientas agrícolas, mecánicas y de mano forjadas.	
Acero 1030	Acero al carbono de media resistencia, utilizado principalmente para cementación.	Ejes, árboles y todas aquellas piezas que no estén sometidas a fuertes esfuerzos mecánicos.	

<sup>2</sup> Visión proporcionada por Promotora de Ventas, S. A.

Continuación de la tabla I.

Acero 705	Es un acero de molibdeno. El molibdeno tiene una solubilidad limitada y es un buen formador de carburos. Ejerce un fuerte efecto sobre la templabilidad y de manera semejante al cromo	Ejes, tornillería de alta resistencia, barras de torsión, construcciones de equipo pesado para camiones, aviones, equipo militar, etc.	
Acero 4340	Acero de medio carbono aleado con cromo, níquel y molibdeno, que ofrece excelentes características de resistencia cuando se trata térmicamente.	Piezas para aviones comerciales y militares, y sistemas de apoyo en tierra, sistemas para coches, herramientas hidráulicas y otras aplicaciones para mecánicas.	
Acero 9840T	Acero templado y revenido, tiene mayor tenacidad que el acero 4340, aunque alcanza al templarse, durezas elevadas con una alta penetración, así como una magnífica resistencia a la fatiga.	Industria automotriz, brocas de perforación, barrenas y cuerpos fresadores.	
Acero DF-2	Acero a alto carbono y alto cromo, adaptable, buena maquinabilidad, estabilidad dimensional en el temple y buena combinación de dureza y tenacidad.	Punzones y troqueles, herramientas de desbarbado, cizallado, corte, rodillos de conformado, calibres, bujes y piezas de construcción para trabajos pesados.	
Acero O1	Dureza típica de uso de 57 – 62 HRC, medio susceptible a la descarburación, con buena maquinabilidad, con resistencia baja al desgaste y de baja tenacidad.	Punzones, herramientas de doblado, embutido y conformado, dados para moldes de plástico, tijeras y otras aplicaciones de corte a baja temperatura.	
Acero D2	Acero para corte de alto rendimiento y estable dimensionalmente, se caracteriza por su excelente resistencia al desgaste.	Piezas para cortar, embutir, troquelar, rodillos formadores, moldes para porcelana y refractorios.	

Continuación de la tabla I.

Acero TP-304	Tubo de acero inoxidable sin costura. No requiere recocido posterior a la soldadura.	Equipos de la industria aeronáutica, ferroviaria, naval, petroquímica, de papel, textil, frigorífica de hospitales, lácteos, farmacéutica, cosmética, tubos, tanques, utensilios domésticos, estampados general y profundo.	
Bronce fosforado	Excelente material de rozamiento para cargas medias. Permite trabajos a buenas velocidades y presiones.	Componente de metal de algunos puentes dentales. Se puede también utilizar en los circuitos eléctricos debido a su resistencia baja y alta conductividad.	
Bronce TP-660	Bronce lubricado al plomo. Recomendado para velocidades que oscilan entre 500 y 1,500 rpm con ejes blandos o lubricación deficiente.	Bujes en motores eléctricos, motocicletas, maquinaria agrícola, camiones, rodillos de cinta transportadora y bujes de la industria automotriz en general.	
Bronce grafitado	Bronce especial autolubricado, apto para resistir altamente la fricción y el trabajo a altas revoluciones. Tiene una composición que le permite ser altamente resistente al desgaste.	Es aplicado extensivamente en todo tipo de industria y en cualquier tipo de máquina; principalmente en aquellas donde la lubricación de mantenimiento es difícil.	
Aluminio 6061	Posee excelente resistencia a la corrosión y acabado, además de facilidad de soldadura y una resistencia parecida a la del acero.	Componentes de chapa, piezas mecánicas, industria de plástico, camiones, muebles, cañerías y otras aplicaciones estructurales en donde se requiera soldabilidad y resistencia a la corrosión y mecánica.	
Hierro fundido G-2	Es un hierro gris de tipo perlítico. Las barras fabricadas con este tipo de hierro tienen una resistencia óptima a la tracción, al desgaste.	Rodillos para transportadores de la industria siderúrgica, coladas continuas. En maquinaria se usa para engranes, válvulas, pistones, moldes para aluminio, etc.	

Fuente: *Productos y servicios*. <http://www.proventsa.net/web/guest/productos>. Consulta: 30 de junio de 2014.

## **1.2. Gestión de inventarios**

Implica la administración adecuada del registro de compra y salida de inventario dentro de la empresa. Para continuar con la producción y que no se produzca ningún atraso en la productividad, la empresa debe disponer con la materia prima necesaria.

El inventario representa el costo, por esta razón es fundamental controlar y evaluar el proceso de administración de inventarios. Es importante determinar un nivel apropiado de inventarios para obtener los beneficios esperados sin incurrir en faltantes.

Para realizar una correcta gestión de inventarios existen diversos sistemas que pueden ser empleados en función de múltiples factores, entre ellos: la periodicidad de la toma de decisiones, la naturaleza de la demanda, los costos de inventario, el tiempo de suministro, entre otros. La empresa, para su gestión de inventarios, toma en cuenta únicamente la demanda de sus productos, planificando su tiempo de suministro con base en la existencia actual de materia prima.

### **1.2.1. Definición de inventarios**

Los inventarios son el almacenamiento de bienes tangibles que la empresa posee para su producción y posterior venta, ya sea como un bien o como un servicio. Los inventarios comprenden la materia prima, producto en proceso y producto terminado.

Uno de los activos más grandes que posee una empresa es el inventario. En general, un inventario es con lo que cuenta la empresa para llevar a cabo su actividad productiva.

La función de los inventarios comprende el grupo de operaciones que tiene como objetivo ocuparse de los materiales que la empresa posee y manipula dentro del flujo normal del proceso para la obtención de sus fines productivos y comerciales.

El inventario de la empresa está dividido en materia prima, producto en proceso y producto terminado. Entre el inventario de materia prima se encuentran los aceros, bronce, aluminios y hierros descritos anteriormente, los cuales son enviados al Centro de Maquinado para convertirse en producto terminado.

### **1.2.2. Funciones de los inventarios**

Al tener producción se tienen inventarios, estos se pueden optimizar mediante el manejo adecuado y una organización eficiente de la producción. Los inventarios permiten realizar las funciones de comprar, producir y vender planificando el nivel óptimo de inversión en cada uno de ellos.

### **1.2.3. Tipos de inventarios**

La clasificación del inventario facilita su incorporación a los procesos de organización y control. Varían ampliamente entre los distintos grupos de industrias.

Según el desempeño que cumplen, los inventarios pueden clasificarse de diferentes formas, existen tres categorías principales:

- Según su función
- Según la etapa de procesamiento del bien material
- Según el tipo de demanda al que se ven afectados

### **1.2.3.1. Según su función**

Se refiere a la actividad en particular en la que son utilizados los inventarios, estos pueden ser de fluctuación, de anticipación, de tamaño de lote y de protección o seguridad.

#### **1.2.3.1.1. De fluctuación**

Se dan cuando la demanda del artículo inventariado no se puede conocer con certeza, no es constante. Los inventarios de fluctuación, llamados *stock* de estabilización, pueden incluirse en el plan de producción, de manera que los niveles de producción no tengan que cambiar para enfrentar las variaciones aleatorias de la demanda.

#### **1.2.3.1.2. De anticipación**

Son los inventarios hechos con anticipación, conociendo de antemano la demanda del producto. Básicamente, los inventarios de anticipación almacenan horas-hombre y horas-máquina para futuras necesidades y limitan los cambios en las tasas de producción.

#### **1.2.3.1.3. De tamaño de lote**

Son aquellos que se fabrican en un plan maestro de producción, generalmente es mayor a la demanda, pero se calcula según un estimado de ventas.

Con frecuencia es imposible o impráctico fabricar o comprar artículos en las mismas cuotas en que se venderán. Por lo tanto, los productos se consiguen en mayores cantidades a las que se necesitan en el momento. El tiempo de arreglo es menos importante en la determinación de dicho inventario.

#### **1.2.3.1.4. De protección o de seguridad**

Es la cantidad de inventario que se debe tener en existencia para absorber la demanda cuando la mercadería se caracteriza por fluctuar en sus precios y las empresas pueden obtener ahorros significativos comprando grandes cantidades cuando los precios están bajos.

La determinación del tamaño más apropiado para el inventario de seguridad incluye un equilibrio entre el costo de quedar probablemente sin existencias y el costo de mantener un inventario de seguridad suficiente, para evitar esta probabilidad.

El inventario de seguridad permite que las empresas satisfagan la demanda aunque se tenga un atraso por parte del proveedor o exista un crecimiento no previsto en la demanda del producto.

### **1.2.3.2. Según la etapa de procesamiento del bien material**

Se refiere al periodo o fase de transformación en la que se encuentra el bien material, este puede ser como materia prima, producto en proceso o producto terminado.

#### **1.2.3.2.1. Materia prima**

Son los materiales que intervienen en la producción, se encuentran almacenados en bodega y mediante estos materiales se obtiene el producto terminado.

Estos inventarios dan flexibilidad a la firma en sus adquisiciones. Lo más conveniente es comprar materias primas estrictamente de acuerdo con el programa de producción.

#### **1.2.3.2.2. Productos en proceso**

Estos ya no forman parte de la materia prima, consiste en todos los artículos o elementos que se utilizan en el actual proceso de producción. Es decir, son productos parcialmente terminados que se encuentran en un grado intermedio de producción y a los cuales se les aplicó la labor directa y gastos indirectos inherentes al proceso de producción en un tiempo determinado.

Su cuantificación se hace por la cantidad de materiales, mano de obra y gastos de fabricación aplicables a la fecha de cierre.



Va aumentando su valor a medida que se es transformado desde materia prima hasta llegar a producto terminado como consecuencia del proceso de producción.

#### **1.2.3.2.3. Productos terminados**

El producto se encuentra finalizado totalmente y es trasladado hacia el almacén de producto terminado para su posterior venta, luego de haber sido aprobado por control de calidad, además, al momento de la toma física de inventarios se encuentra aún en los almacenes. Puede formar parte de este inventario el producto comprado por la empresa para luego ser comercializado.

El nivel de inventarios de productos terminados va a depender directamente de las ventas, es decir, su nivel se encuentra dado por la demanda.

#### **1.2.3.3. Según el tipo de demanda al que se ven afectados**

Este depende directamente del mercado y puede ser de demanda independiente o dependiente.

##### **1.2.3.3.1. De demanda independiente**

No está relacionado directamente con la demanda de otros productos y es variable a las condiciones del mercado. Su demanda surge de fuentes externas a la compañía, como es el caso de artículos requeridos por un cliente intermedio o final.

La razón de inventario no está sujeta prácticamente a la decisión de la empresa. Entre los inventarios independientes, están por lo general los inventarios de productos finales, es decir, aquellos artículos ya terminados y que se encuentran listos para ser adquiridos por el cliente.

#### **1.2.3.3.2. De demanda independiente**

Está sujeto a otros artículos almacenados. Depende de otra necesidad para ser requerido. Este es el caso de empresas manufactureras, en cuanto a materias primas, partes y ensambles del producto, que dependen de la demanda específica del producto como tal.

La demanda de estos inventarios está subordinada directamente por las decisiones internas de la compañía y, por lo general, afecta la decisión sobre qué producto fabricar, en qué cantidad y en qué momento. Es decir, el número de unidades a fabricar del producto final, depende de la cantidad que se requieren en la planificación de producción.

#### **1.2.4. Métodos para control de inventarios**

Existen muchos métodos para el control de inventario, desde el más básico hasta el más complejo.

Todos apuntan hacia un objetivo, el cual es ayudar a determinar el nivel de inventario en materia prima, producto en proceso y producto terminado más conveniente.

Algunos métodos encuentran un equilibrio en el costo y los componentes de servicio, mientras que otros favorecen un componente por encima de otro.

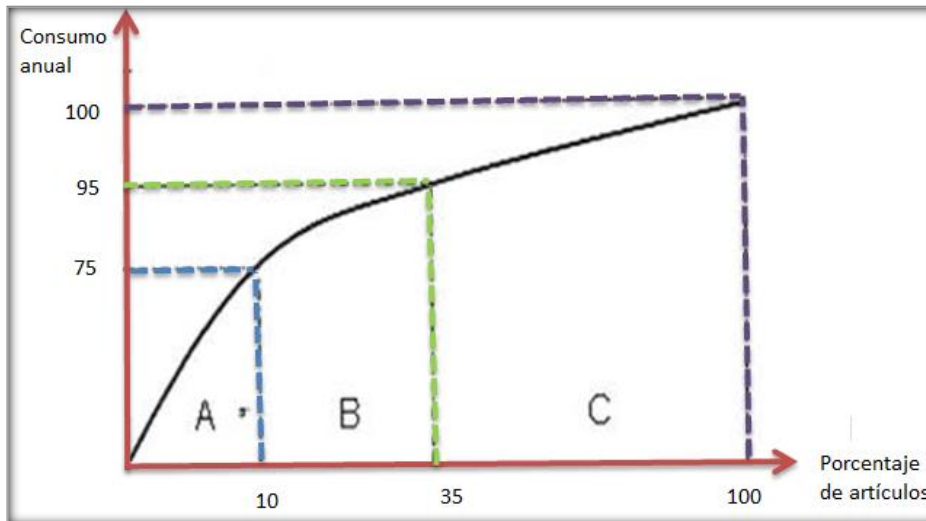
#### **1.2.4.1. Método de control de inventario ABC**

Es un método de categorización de inventario que consiste en la división de los artículos en tres categorías: A, B y C.

Los artículos pertenecientes a la categoría A son los más valiosos, mientras que los que pertenecen a la categoría C son los menos valiosos. Este método tiene como objetivo ponerle mayor énfasis a los pocos artículos de importancia crucial (artículos A), en lugar de en los muchos artículos elementales (artículos C).

- El grupo A son aquellos que requieren un mayor control por su costo de adquisición, su volumen es continuo y elevado. El 75 % del valor de consumo anual representa solamente el 10 % de los artículos de inventario totales.
- El grupo B requiere un menor control, pueden existir costos por faltante. El 20 % del valor del consumo anual representa el 25 % de los artículos de inventario totales.
- El grupo C requiere un control mínimo. El 5 % del valor de consumo anual representa el 65 % de los artículos de inventario totales.

Figura 2. **Gráfico del método de control de inventario ABC**



Fuente: elaboración propia.

#### 1.2.4.2. **Pronóstico de ventas**

Es la parte más importante de un plan de mercadeo y del plan estratégico de la empresa. El pronóstico predice cuánta cantidad de producto consumirá el mercado en determinado período, basándose en un análisis histórico.

Los pronósticos son vitales para la empresa, ya que son la base de la planeación corporativa, siendo esta a corto, mediano o largo plazo. Proporcionan el fundamento para la planeación de presupuestos y control de costos.

Los pronósticos del tipo método cuantitativo se clasifican de la siguiente manera:

- Familias estables o modelos de series de tiempo: se basan en la observación de lo ocurrido en un periodo determinado y utilizan una serie de datos pasados para la realización de la proyección futura de la demanda.
- Modelos de correlación (familias ascendentes-descendientes): se consideran diferentes tipos de variables que están correlacionadas de alguna manera con la cantidad que se va a predecir.
- Modelos cíclicos (factor de estacionalidad): el conjunto de datos sigue un comportamiento repetitivo periódicamente. Los ciclos pueden ser por periodos de meses, trimestres, semestres o años.
- Método combinado: la demanda de los productos o servicio sigue un comportamiento repetitivo y a la vez ascendente o descendente.

#### **1.2.4.3. Presupuesto de venta**

El presupuesto representa la expresión monetaria de las decisiones gerenciales, es un indicador para controlar los ingresos y egresos de efectivo.

El presupuesto de ventas es una estimación de las cantidades y valores a vender en un período determinado. Proporciona datos para elaborar el presupuesto de producción y presupuesto de compras.

#### **1.2.4.3.1. Presupuesto de producción**

Una vez que ha sido elaborado el presupuesto de ingresos, se procede a trabajar el presupuesto de producción o el de compras, según sea una empresa industrial o comercial.

Dicho presupuesto es sumamente importante, ya que de este se derivarán una serie de parámetros para todos los demás presupuestos que se elaboran posteriormente.

El presupuesto de producción estima la cantidad de productos terminados que se van a vender o a dejar en inventario. Es la elaboración de un programa de producción, estimando el tiempo que se requiere para desarrollarlo.

#### **1.2.4.3.2. Presupuesto de compras**

Permite a los propietarios de negocios determinar la cantidad de dinero y los bienes que son necesarios para alcanzar los objetivos deseados. Este presupuesto especial se utiliza en las compañías que tienen productos en *stock* o inventario.

El presupuesto de compras incluye las cantidades de materias primas, mercancías e insumos a comprar, para obtener el producto terminado. De este presupuesto depende el presupuesto de producción y de ventas.

#### **1.2.4.4. Planeación de requerimiento de materiales (MRP)**

El sistema MRP, por sus siglas en inglés, *material requirements planning*; es una técnica de demanda dependiente, utilizada en medios productivos que emplea listas de materiales, inventarios, recepciones esperadas y un programa marco de producción para determinar las necesidades de materiales.

##### **1.2.4.4.1. Determinación del tamaño óptimo**

Los tamaños de los lotes es el pedido que optimiza en costo y almacenaje, las cantidades de producto que deben solicitarse al proveedor. Las técnicas de determinación de tamaño de lotes son:

- Lote por lote: establece pedidos planeados que corresponden exactamente con las necesidades, produce lo necesario y minimiza el costo de los bienes activos.
- Modelo de cantidad de pedido económico: se conoce el plazo de entrega y no existe descuento por volumen de pedido.
- Modelo de cantidad de pedido de producción: determina la cantidad de pedido aplicada a los pedidos de producción y cuando el inventario se recibe a lo largo de un periodo de tiempo.
- Costo total mínimo: calcula la cantidad de pedidos al comparar el costo de bienes inactivos y los costos de preparación de varios tamaños de lotes, luego selecciona el lote en donde son casi iguales.

- Costo unitario mínimo: incluye el costo de transferencia de pedidos e inventario de cada tamaño de lote de prueba, se divide entre el número de unidades de cada lote y se selecciona el tamaño de lote con el costo unitario más bajo.

#### **1.2.4.4.2. Explosión de materiales**

Es la parte estructural de la planeación de requerimiento de materiales, expresa las cantidades de materiales que se utilizarán en un período determinado.

#### **1.2.5. Costos de inventario**

Son los costos relacionados con el almacenamiento, manejo y mantenimiento del inventario durante un determinado periodo.

Los costos de inventario se describen como un porcentaje del valor de inventario en base anualizada. Estos costos varían significativamente según el sector comercial.

##### **1.2.5.1. Costo por manejo de inventario**

Es el costo por manejar y mantener los materiales almacenados. Es calculado con base en el costo por unidad por un periodo. Incluye los siguientes costos:

- Costo de oportunidad: este no produce ningún beneficio económico para la empresa, ya que el dinero se encuentra invertido en inventario.



- Costo de operación: los costos en que incurre la empresa por mantener la bodega funcionando.
- Costo de pedido: costo por solicitud de abastecimiento.

#### **1.2.5.2. Costo por falta de existencia**

Son los costos por no contar con el material cuando se requiere o cuando la existencia de un producto se agota y no se logra abastecer la demanda del mercado en un momento determinado.

Existen dos tipos de costos por falta de existencia:

- Costo por pérdida de ventas: ocurre cuando el cliente, ante una situación de falta de existencias, decide cancelar su requisición del producto.
- Costo por pedido pendiente: ocurre cuando un cliente espera a que su pedido sea surtido, por lo que la venta no está perdida, solamente atrasada.

#### **1.2.5.3. Costo de almacenaje**

Es el costo por tener material o producto terminado en bodega. Depende de la cantidad en existencias y el tiempo de permanencia; cuanto mayor sean, mayor será el costo de almacenaje. Incluyen todos los costos directamente relacionados con la titularidad de los inventarios.



## **2. SITUACIÓN ACTUAL DE LOS INVENTARIOS DE LA EMPRESA**

Una adecuada y certera administración de los inventarios de materia prima de la empresa es fundamental para reducir los costos, debido a que la cantidad provisionada debe estar de acuerdo al plan de producción, para que en la bodega no exista saturación de materiales que representen demasiado capital invertido que no esté generando utilidad.

Se debe tener un *stock* adecuado para que no exista falta de materia prima y que la producción se detenga debido a falta de recursos para producir o para evitar demoras en la entrega del producto terminado por la demora en entrega de algún proveedor.

Es importante establecer la situación actual de los inventarios de la empresa para aplicar correctamente el método de inventario ABC, el cual se utilizará para dar prioridad en cuanto a la cantidad de producto a solicitar.

De esta forma, se buscará disminuir costos por faltante, al priorizar los artículos que se encuentren en la clasificación, debido a que estos representan el mayor ingreso monetario para la empresa.

Por lo tanto, en este capítulo se presenta la situación actual de los inventarios de la empresa para trabajar de forma correcta el capítulo de propuesta e implementación.

## 2.1. Diagnóstico general

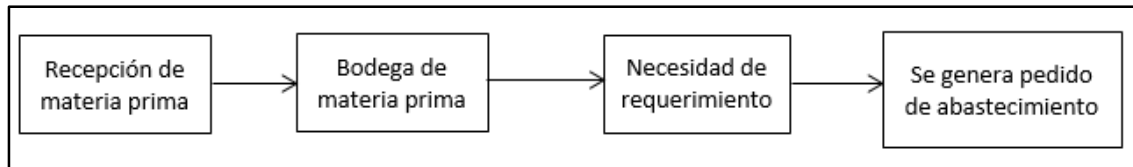
La empresa ha ido creciendo considerablemente en los últimos años debido a sus innovaciones, sin embargo no cuenta con un método establecido para el control de inventarios.

Para entender de una mejor manera el proceso que se lleva a cabo, se dará una breve descripción del procedimiento y luego se representará mediante un diagrama.

- Los contenedores llegan a la empresa, al área de bodega, con la materia prima y se procede a realizar la recepción por parte de un trabajador del área de bodega.
- Se realiza el conteo con base en lo solicitado y se ingresa la materia prima al área de bodega.
- Cuando se solicita algún material y no se tiene existencia o es muy limitada, se procede a solicitar el requerimiento de materia prima.
- Se genera el pedido de abastecimiento de materia prima con base en lo solicitado por el área de bodega.

En la figura 3 se muestra el diagrama del proceso actual de control de inventarios de materia prima.

Figura 3. **Diagrama de bloques del proceso actual de control de inventarios**



Fuente: elaboración propia, con datos proporcionados por Proventsa.

La bodega de materia prima es propia de la empresa, por lo que no genera un costo por alquiler. Se incurre en costos por faltantes debido a la mala rotación de la materia prima, ya que no existe una clasificación por valor monetario, sino que únicamente por tipo de material.

La necesidad de materia prima se va dando conforme la demanda de producción. El método de control de inventarios establecido es promedio, debido a que la materia prima no tiene fecha de caducidad.

### **2.1.1. Descripción**

La empresa maneja diferentes tipos de materia prima. Posee su propia área de bodega con infraestructura adecuada y construida bajo los estándares requeridos de espacio y seguridad.

En el área de bodega, la materia prima se encuentra colocada de acuerdo a su clasificación:

- Acero
- Bronce
- Aluminio
- Hierro

No posee un sistema definido para controlar sus inventarios de materia prima, la falta de control de los inventarios puede llegar a provocar problemas que en determinado momento pueden volverse críticos.

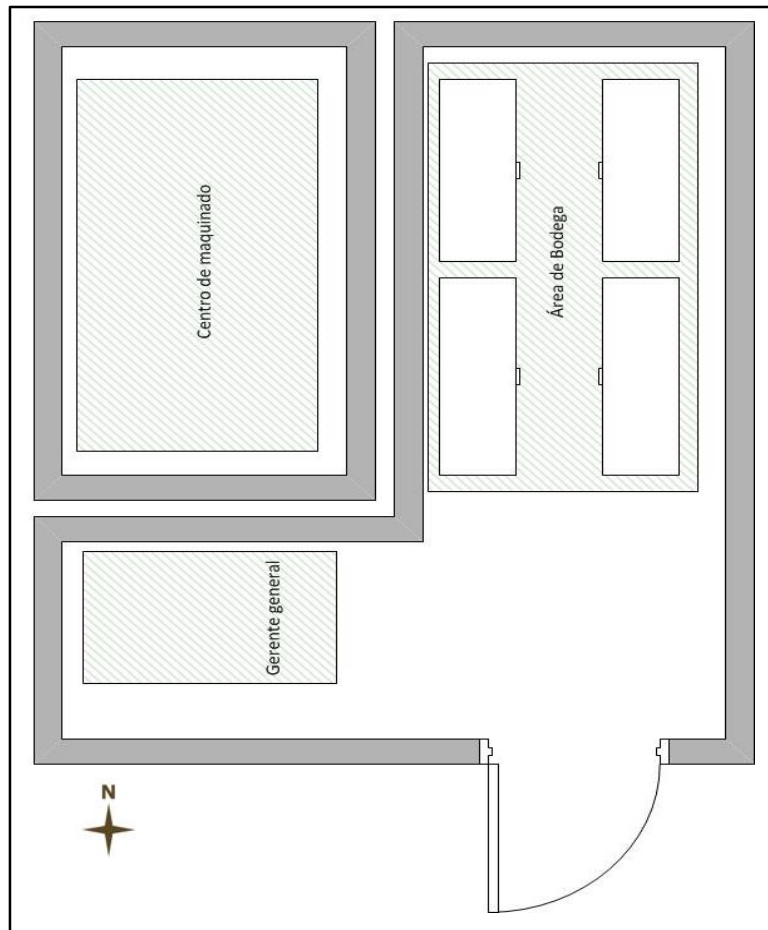
### **2.1.2. Delimitación del área**

Para la realización de este trabajo de graduación, se estará trabajando en el área de bodega de materia prima que se encuentra ubicada dentro de la empresa.

El personal de bodega se encarga de la recepción física y tabulación en el sistema de la materia prima, la cual es abastecida por los proveedores. También se encarga del almacenamiento y entrega al centro de maquinado para la transformación de los materiales en piezas totalmente terminadas para su posterior comercialización.

A continuación se presenta el área de bodega de materia prima para tener una idea general de su distribución.

Figura 4. **Distribución del área de bodega de materia prima**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio. Escala 1:200.

#### **2.1.2.1. Observaciones del área de bodega**

El área de bodega de materia prima es de vital importancia, ya que en ella está almacenado el material principal para que la empresa pueda producir y entregar al cliente productos de la mejor calidad.

#### **2.1.2.1.1. Aspectos positivos**

- La bodega de materia prima cuenta con un espacio amplio, por lo que no ha sido necesario alquilar otro espacio para almacenamiento. Cuenta con estanterías y divisiones donde se colocan los diferentes materiales.
- Se encuentra cerca del área de Centro de Maquinado, por lo que su traslado no se dificulta ni demora demasiado tiempo para comenzar con el proceso de producción.
- La iluminación y ventilación son dos temas de mucha importancia, ya que por medio de estos se logra dar un mejor ambiente de trabajo. La iluminación y ventilación en la bodega es adecuada, por lo que no afecta a las personas que se encuentran dentro de ella, y es menos probable tener un accidente laboral.

#### **2.1.2.1.2. Aspectos negativos**

- La materia prima no está organizada para facilitar su ubicación cuando se requiere trasladar al centro de maquinado.
- No se cuenta con control de inventarios correcto, por lo que se puede dar duplicidad o que la materia prima se encuentre en varias estanterías sin ser identificadas.
- Se debe mejorar en el tema de limpieza, debido a que no hay un plan creado, lo que provoca acumulación de polvo. No se cuenta con un programa de seguridad e higiene, no se tienen normas definidas de



seguridad industrial y el área de bodega de materia prima no se encuentra debidamente señalizada.

#### **2.1.2.2. Relación de área de bodega con otros departamentos**

A continuación se mencionarán los departamentos con los que el área de bodega de materia prima tiene estrecha relación para lograr cumplir con los tiempos de entrega a los clientes de la empresa.

- Departamento de Producción: es el departamento con el que tiene mayor relación, ya que es el encargado de convertir la materia prima en producto terminado. El Departamento de Producción es el encargado de programar las actividades de abastecimiento que se realizan en la bodega de materia prima.
- Departamento de Control de Calidad: es el encargado de garantizar que la materia prima cumpla con las normas y estándares establecidos.
- Departamento de Compras: es el encargado de realizar las cotizaciones para las nuevas adquisiciones y abastecimientos de la empresa.

#### **2.1.3. Volumen y horarios de producción**

La empresa produce bajo pedido, por lo tanto no se tiene un volumen exacto de producción diaria. Al momento de que ingresa un pedido grande, la empresa posee el tiempo para realizarlo y entregarlo sin ninguna dificultad.

## **2.2. Control de inventarios de materia prima**

La cantidad de materia prima que la empresa maneja es elevada, ya que posee diferentes tipos de productos, por lo tanto, se necesita un elevado nivel de inventario para garantizar la disponibilidad en los procesos de producción que se realizan en el Centro de Maquinado y de esta forma evitar costos por faltante.

El control de materia prima que la empresa lleva a cabo depende de las necesidades de abastecimiento que surgen en un momento determinado, es decir, no se toma en cuenta si el material a solicitar tiene un precio más alto o si se solicita un material que ocupe demasiado espacio en la bodega.

La organización y la forma en que se ordenan los pedidos de materia prima no son las más adecuadas, ya que no se toman en cuenta los costos en los que incurre o si algunos materiales son más importantes que otros en términos de ganancia para la empresa.

Para la distribución de la materia prima dentro de la bodega únicamente se toma en cuenta el tipo de material y con base en esto se clasifica en las estanterías.

Tabla II. **Inventario actual de materia prima**

Material	Inventario materia prima (metros)
Bronce TP-660	549,97
Acero XW-41	192,24
Acero D2	189,91
Acero DF-2	833,27
Acero TP-304	106,76
Acero O1	488,67
Bronce fosforado	92,04
Hierro fundido G-2	708,14
Aluminio 6061	822,81
Acero 4340	717,41
Acero 705	559,73
Acero 9840T	405,03
Acero 1030	577,25
Acero 1018	426,14
Acero 1040	371,28
Bronce grafitado	212,47
Acero 1045	466,55
Acero plata W1	663,42

Fuente: elaboración propia, con base en datos proporcionados por Proventsa.

Los datos del inventario actual de materia prima fueron proporcionados para el mes de agosto de 2015.

### **2.2.1. Presupuesto de ventas**

La empresa genera la orden de compra de materia prima con base en el presupuesto de venta y a la demanda del producto que provee.

Se genera la orden de producción dependiendo del producto que se requiere, ya que la empresa cuenta con diferentes productos y servicios, explicados en el capítulo 1.

Con base en el presupuesto de venta, se procede a generar la orden de compra de los materiales, y también la orden de producción para los diferentes productos que elabora la empresa.

### **2.2.2. Estimación del porcentaje de desperdicio**

Aunque se esté produciendo en forma eficiente, siempre existe un desperdicio que se obtiene cuando se fabrica un producto.

La base para diferenciar un desperdicio normal de un desperdicio extraordinario depende de la experiencia obtenida en el tipo de industria y de la clase de material que se utilice.

Se generan diferentes clases de desperdicio, dependiendo de la etapa en la que se encuentre el producto. Es necesario tomarlo en cuenta, ya que la mayoría de veces es inevitable y puede incurrir en pérdidas para la empresa.

#### **2.2.2.1. Materia prima**

Existe un desperdicio de materia prima que es llamado retazo, se toma como desperdicio debajo de un pie del material.

Este retazo es vendido por libra y ya está incluido en el costo, por lo que no se considera como una pérdida para la empresa.

Para obtener el porcentaje de desperdicio se debe obtener el tamaño de la muestra:

$$n = \frac{Z^2 * p * q}{E^2}$$

Donde

n = tamaño requerido de la muestra

Z = nivel de confianza

p = probabilidad de éxito

q = probabilidad de fracaso

E = error máximo admisible

Se tomará un nivel de confianza de 90 % teniendo entonces una Z de 1,645 y con un margen de error de 5 %, entonces:

$$n = \frac{1,645^2 * 0,5 * 0,5}{0,05^2}$$

$$n = 271$$

Con una muestra de 271 tubos se obtiene una media de 19,98 pies de largo con una desviación estándar de 0,77 pies. Teniendo una especificación del largo del tubo de 19 pies para ser aceptado por la empresa.

Se procede a calcular el porcentaje de desperdicio dado por la siguiente ecuación:

$$Z = \frac{LEI - \mu}{\sigma}$$

Donde

Z = valor de la tabla de la normal

LES = límite de especificación superior

$\mu$  = media de la muestra

$\sigma$  = desviación estándar de la muestra

$$Z = \frac{19 - 19,98}{0,77}$$

$$Z = -1,27$$

Porcentaje de desperdicio = 10,21 %

#### **2.2.2.2. Producto en proceso**

Cuando se encuentra el producto en proceso, ya no es tomado como materia prima debido a que se encuentra en transformación para ser producto terminado. El 89,79 % de la materia prima pasa a ser producto en proceso, se obtiene un desperdicio que es considerado como chatarra y depende de la pieza que se esté realizando.

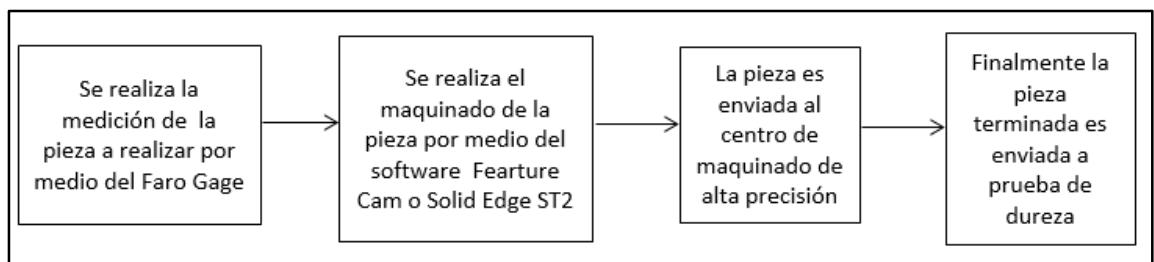
#### **2.2.2.3. Producto terminado**

El control de calidad de un elemento es fundamental para la empresa, ya que brinda servicios de tratamientos térmicos y elaboración de piezas de gran complejidad.

Por este motivo no se obtienen desperdicios de producto terminado por defectos, ya que los productos se realizan con maquinaria que ofrece una alta precisión. A continuación, se presentará una descripción del proceso de producto terminado, seguido de un diagrama de bloques.

- Con base en una solicitud por parte del cliente, se procede a realizar la medición de la pieza que se quiere copiar, en la máquina de medición Faro Gage.
- Luego de tener las mediciones por coordenadas, se procede a realizar el maquinado de la pieza mediante el software Fearture Cam o Solid Edge ST2, según las necesidades de la pieza.
- Al tener el maquinado de la pieza, esta es enviada al Centro de Maquinado, donde cuentan con una alta precisión y calidad para los acabados de la pieza solicitada.
- La pieza terminada es enviada para realizar las pruebas de dureza correspondientes.

Figura 5. **Diagrama de bloques del proceso de producto terminado**



Fuente: elaboración propia, con datos proporcionados por Proventsa.

### **2.2.3. Costo de almacenaje**

Este costo no es analizado por parte de la empresa, solamente se lleva un control físico de los inventarios, por lo tanto no se cuenta con un dato válido para el costo de almacenaje.

### **2.2.4. Falta de existencias**

Esta se deriva de que no se tiene un correcto control del inventario teórico y físico, ya que no se lleva una bitácora de los materiales que ingresan a la bodega y no se cuenta con un registro en el sistema de la empresa, creando un retraso tanto en la producción como en la solicitud de nuevos materiales a proveedores.

Otro punto que influye en la falta de existencias es que el proveedor se demora en el abastecimiento de las materias primas y al no tener un *stock* de materiales, se presentan tiempos de ocio, dejando en un caso crítico, a la bodega sin material para producción.

## **2.3. Método actual para solicitar materiales**

Para lograr un método correcto de solicitud de materiales, se debe tomar en cuenta el nivel de inventario y el tiempo de reorden. Para ello es necesario tener un buen control sobre la cantidad de existencias y realizar un buen seguimiento de la producción, comparando tanto lo planeado como lo real.

La gerencia debe tomar decisiones sobre cuándo reordenar existencias y en qué cantidad deben solicitarse cada uno de los materiales con los que cuenta la empresa. Para esto, los empleados de bodega deben informarle

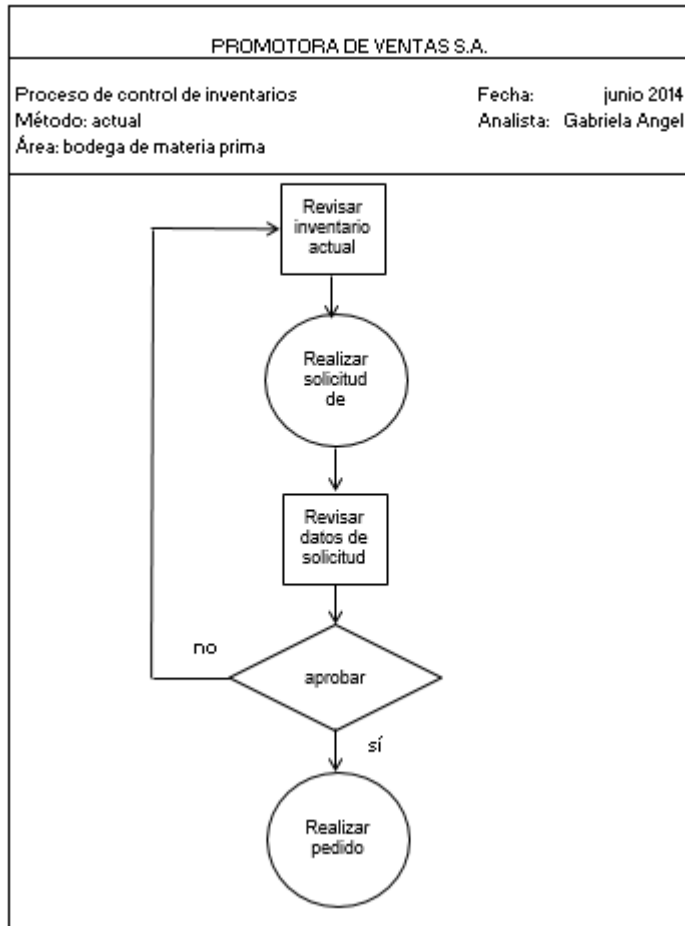


cuando los materiales se encuentren con bajo *stock*, sin embargo no se tiene un método eficiente para realizar estas solicitudes.

Se presentará a continuación la forma como la empresa realiza sus solicitudes de materia prima, con base en el inventario actual, para abastecer nuevamente su inventario y luego se representará por medio de un diagrama de flujo.

- Por parte del área de bodega, se procede a realizar la comparación del reporte de existencias de materia prima para identificar qué materiales deben ser abastecidos nuevamente. Esto se hace con base en la demanda por parte de los clientes o por solicitudes del área de Centro de Maquinado.
- Se realiza una solicitud de compra con base en el inventario actual de materia prima existente en el área de bodega.
- La solicitud de compra es enviada al área de gerencia, donde es revisada para la realizar las cotizaciones correspondientes para la materia prima solicitada.
- Posterior a la revisión, si esta es aceptada por parte del gerente, se realiza el pedido de materia prima para el abastecimiento correspondiente.

Figura 6. **Diagrama de flujo del proceso de solicitud de abastecimiento**



Fuente: elaboración propia, con datos proporcionados por Proventsa, empleando Microsoft Visio.

### 2.3.1. Política

La empresa actualmente no cuenta con un sistema determinado para controlar las existencias de materia prima en la bodega, se basa únicamente en

revisar el inventario actual del material y con base en la cantidad que se necesita para abastecer nuevamente, se realiza el pedido de materia prima.

Por lo tanto, se considera que los inventarios actuales de la empresa se encuentran fuera de control, no se tiene una organización adecuada con base en la rotación de inventarios. Se trabaja con un método pero este no garantiza un control de inventarios.

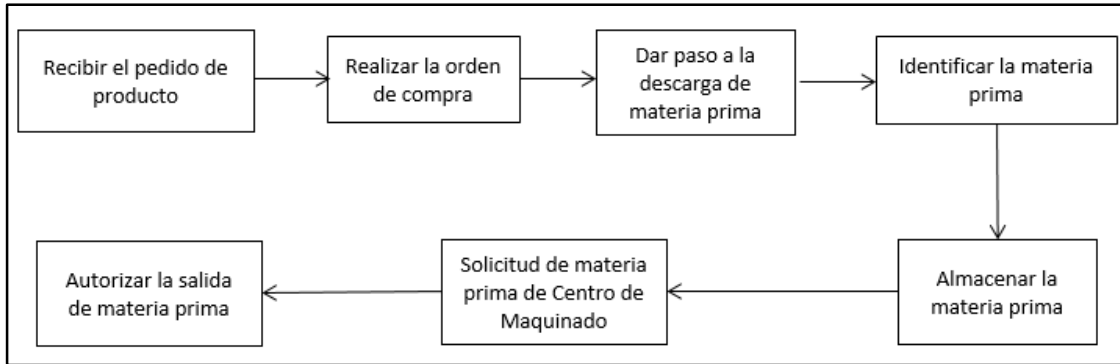
### **2.3.2. Entradas y salidas de materia prima**

La materia prima no posee fecha de vencimiento, por lo tanto no se tiene definido un método de rotación de inventario de materia prima por parte de la empresa.

Se describe a continuación el proceso de entradas y salidas de materia prima, el cual posteriormente es descrito en un diagrama de bloques.

- Luego de realizar el pedido de abastecimiento, el cual fue descrito en la figura 6, se da paso a la descarga de materia prima en el área de bodega.
- Se identifica la materia prima solicitada y se almacena en las estanterías ubicadas en el área de bodega.
- Se obtiene una solicitud de materia prima por parte del Centro de Maquinado para la elaboración de piezas.
- Se autoriza la salida de materia prima por parte del supervisor del área de bodega y esta es entregada al Centro de Maquinado para su transformación.

Figura 7. **Diagrama de bloques del proceso de entradas y salidas de materia prima**



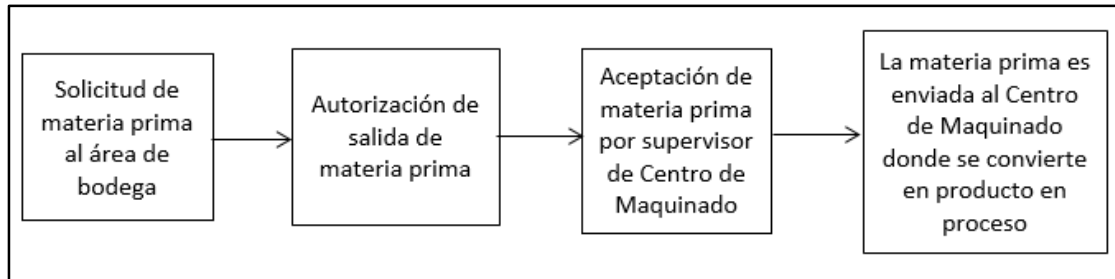
Fuente: elaboración propia, con datos proporcionados por Proventsa.

### **2.3.3. Traslado de materiales**

La materia prima es almacenada en la bodega, donde se coloca en estanterías y se clasifica por el tipo de producto.

En el momento de necesitar materia prima para el proceso de producción, esta es trasladada directamente del área de bodega al área de Centro de Maquinado con la autorización del gerente.

Figura 8. **Diagrama de bloques del proceso de traslado de materiales**



Fuente: elaboración propia, con datos proporcionados por Proventsa.

#### **2.3.4. Reporte de existencias**

Como se mencionó anteriormente, se realiza un inventario del material actual y se reporta qué tipo de producto necesita abastecimiento, con base en esto se realiza el pedido.

El reporte de existencias es un formato creado por parte de la empresa en donde se indica el material y cantidad actual de inventario, este reporte es entregado al gerente para su revisión.

Es importante indicar que por parte de bodega no siempre se utiliza el formato ya existente o este no se encuentra a la mano, por lo que se dificulta realizar de una forma eficiente este proceso.

No existe un formato para comparar la materia prima física que se encuentra en el área de bodega contra la materia prima teórica que fue solicitada cuando se requirió un abastecimiento de materia prima, por lo que es imposible comparar si en realidad se está solicitando la materia prima que se

necesita o si se está incurriendo en un costo extra al no tener el control de los inventarios.

La materia prima se encuentra ubicada en estanterías donde es clasificada por el tipo, es decir, acero, hierro, bronce o aluminio. Sin embargo, no se tiene una identificación adecuada, por lo que la materia prima se encuentra, algunas veces, en diferentes estanterías, afectando considerablemente la veracidad del reporte de existencias que se genera.

#### **2.4. Análisis de riesgos**

Esta es una serie de supuestos que pueden afectar el abastecimiento de materia prima o aquellos que puedan afectar su integridad física, dentro de la empresa.

La materia prima puede ser afectada por las condiciones de almacenaje inadecuadas, como la mala colocación de los materiales, esto provoca sobrecarga, lo cual puede maltratar el material si se mantiene en esta situación por un tiempo prolongado.

Las condiciones de las instalaciones de la bodega deben ser controladas para que esto no afecte directamente a la materia prima y ocasione pérdidas para la empresa.

A continuación, en la tabla III, se describen los riesgos que fueron detectados en el área de bodega de materia prima.

Tabla III. **Análisis de riesgos**

Riesgo	Descripción
Sobrecarga	Mala colocación del material en la bodega causando daño en el material.
Corrosión	Deterioro de un material a consecuencia de la oxidación.
Daños por terceros	Maltrato del material al momento del traslado entre bodega y centro de maquinado.

Fuente: elaboración propia.





### **3. PROPUESTA DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE INVENTARIOS**

Luego del estudio de la situación actual de la empresa, para obtener un manejo de inventario más riguroso y preciso, se realiza una propuesta por medio de la priorización de la materia prima según el método de control de inventarios ABC. También se realiza un pronóstico de ventas basado en datos históricos, utilizando el método de estacionalidad, se incluye el presupuesto de producción y de ventas para tener un manejo adecuado de los inventarios y de los gastos en que se incurren en ellos.

Se propone un control de requerimiento de materiales, el cual implica un nivel de reorden y un inventario de seguridad. Por último, se incluyen las metas y los objetivos del sistema propuesto.

#### **3.1. Métodos del control de inventarios**

Conforme transcurre el tiempo, la exigencia de los clientes se vuelve mayor en cuanto a la demanda de mejor calidad y tiempos de entrega menores. Los inventarios juegan un papel relevante en la economía de toda organización; el propósito fundamental de la gestión de inventarios es la reducción de costos, mejorar la eficiencia de los procesos de producción y mejorar el servicio al cliente.

Efectuar un inventario al colocar pedidos para abastecimientos, así como la recepción de los mismos, requiere tanto de personal como de tiempo y esto representa costos para la empresa, principalmente cuando no se tienen los

controles adecuados, por lo que surge la necesidad de centrarse en los materiales que tienen un impacto mayor o son más importantes en el inventario.

Es necesario formular un sistema de asignación en la prioridad que se le da a las existencias de materia prima que maneja la empresa, basado en el método de control de inventarios ABC, la aplicación de un pronóstico de ventas que ayude a predecir la cantidad demanda del producto y la planeación de requerimiento de materiales, determinando el lote óptimo de compra, el nivel de reorden y el inventario de seguridad.

### **3.1.1. Método de control de inventario ABC**

El manejo del inventario de materia prima es de vital importancia, ya que en él se determina una gran parte de los costos del proceso de producción.

Este método se basa en disminuir costos, es un sistema utilizado para catalogar la materia prima, lo que permite identificar cual debe de ser revisada con mayor frecuencia, en cuanto a cantidades a solicitar para mantener un buen inventario. Además, muestra cómo manejar el inventario con base en la clasificación de prioridades.

Este método subdivide el inventario en grupos (A, B, y C), según el costo total de existencia o según el orden de requerimientos. Con base en lo mencionado, la materia prima fue clasificada de la siguiente manera:

Tabla IV. **Clasificación ABC de materia prima**

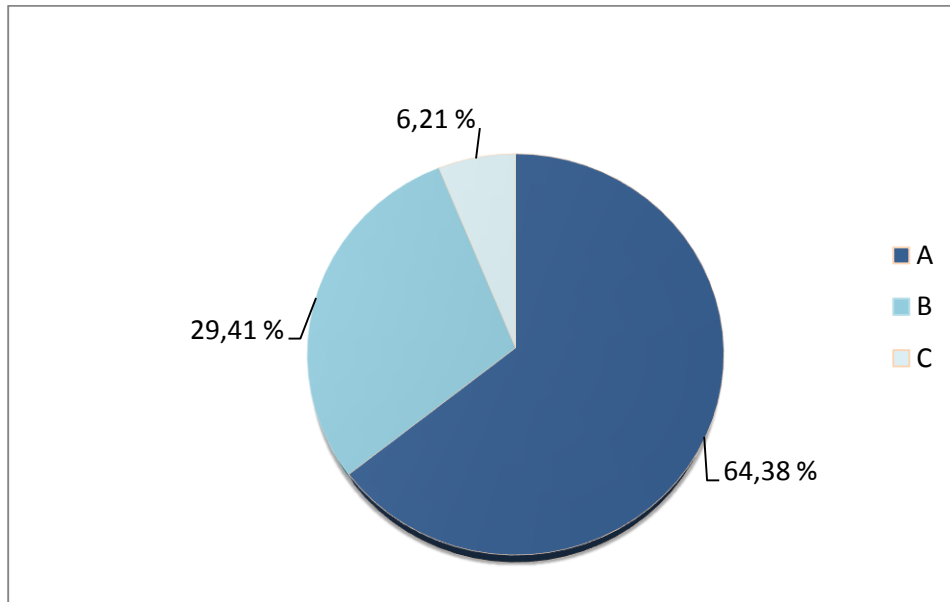
Material	Diámetro (pulgadas)	Consumo anual 2014 (quetzales)	Costo por metro (quetzales)	Consumo Valorización (quetzales)	Porcentaje de consumo	Porcentaje de consumo acumulado	Clasificación ABC
Bronce TP-660	1/2	1 946 890,00	295	574 332 550,00	20,83 %	20,83 %	A
Acero XW-41	1/2	968 890,50	420	406 934 010,00	14,76 %	35,58 %	A
Acero D2	1/2	957 123,00	420	401 991 660,00	14,58 %	50,16 %	A
Acero DF-2	5/8	1 979 852,00	198	392 010 696,00	14,22 %	64,38 %	A
Acero TP-304	5/8	1 987 890,00	155	308 122 950,00	11,17 %	75,55 %	B
Acero O1	5/8	979 298,00	167	163 542 766,00	5,93 %	81,48 %	B
Bronce fosforado	1/2	347 907,00	315	109 590 705,00	3,97 %	85,46 %	B
Hierro fundido G-2	1/2	790 281,00	93	73 496 133,00	2,67 %	88,12 %	B
Aluminio 6061	1/2	789 893,00	80	63 191 440,00	2,29 %	90,41 %	B
Acero 4340	1/2	989 231,00	48	47 483 088,00	1,72 %	92,14 %	B
Acero 705	1/2	554 128,00	82,5	45 715 560,00	1,66 %	93,79 %	B
Acero 9840T	1/2	809 298,00	48	38 846 304,00	1,41 %	95,20 %	C
Acero 1030	1/2	832 789,00	44	36 642 716,00	1,33 %	96,53 %	C
Acero 1018	1/2	1 221 300,00	22	26 868 600,00	0,97 %	97,50 %	C
Acero 1040	1/2	921 384,00	25	23 034 600,00	0,84 %	98,34 %	C
Bronce grafitado	1/2	523 789,00	36	18 856 404,00	0,68 %	99,02 %	C
Acero 1045	1/4	2 156 789,00	8	17 254 312,00	0,63 %	99,65 %	C
Acero plata W1	5/8	439 143,50	22	9 661 157,00	0,35 %	100,00 %	C
<b>Total</b>		<b>19 195 876,00</b>		<b>2 757 575 651,00</b>	<b>100,00 %</b>		

Fuente: elaboración propia.

En la tabla anterior se obtiene la clasificación ABC para la materia prima, basada en el consumo anual obtenido en el 2014, indicando que los materiales que representan mayor importancia según su porcentaje de consumo acumulado son:

- Bronce TP-660
- Acero XW-41
- Acero D2
- Acero DF-2

Figura 9. **Gráfico de clasificación ABC**



Fuente: elaboración propia.

### 3.2. **Pronóstico de ventas**

Para tener una mejor perspectiva en la variante del mercado, se propone, para pronosticar con base en el historial de ventas que lleva la empresa, utilizar tres años de ventas como mínimo, para determinar el tipo de tendencia de las ventas.

Según este historial de ventas, se determinará el tipo de tendencia que tomará la curva al graficar los datos y conforme a esta se trabajará el método de pronóstico que más se adecúe.

Para proceder a realizar el pronóstico de ventas, se necesita el historial de los últimos tres períodos, correspondientes a 2012, 2013 y 2014.

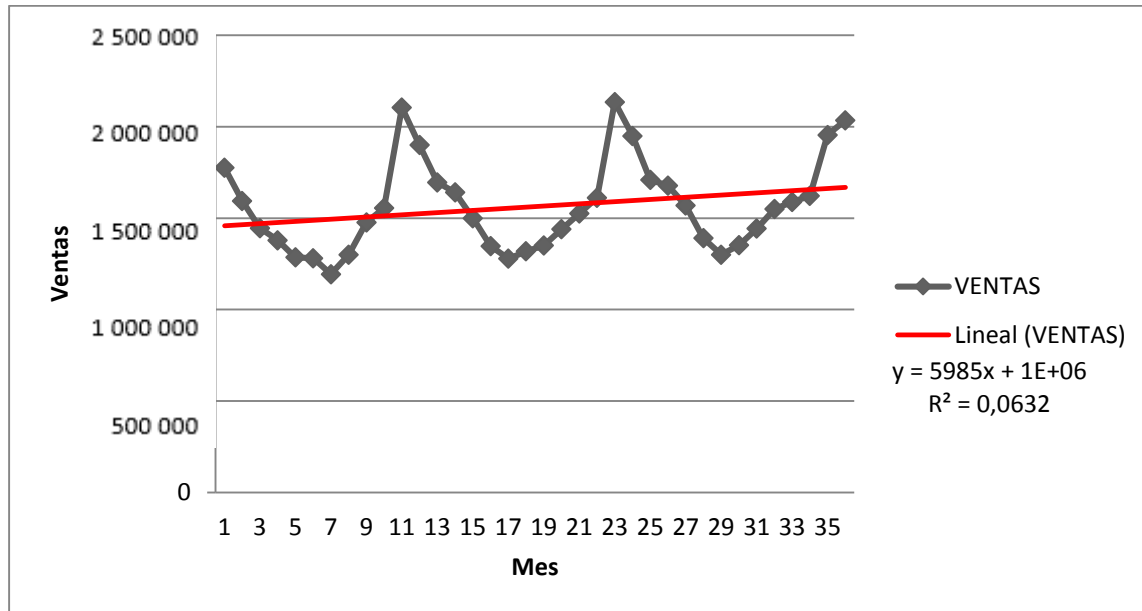
En la tabla V se muestran las ventas históricas de 2012, 2013 y 2014 en quetzales y, posteriormente, en la figura 6, el gráfico de ventas contra tiempo.

Tabla V. **Ventas históricas de los últimos tres años**

Mes	Periodos		
	2012 (quetzales)	2013 (quetzales)	2014 (quetzales)
Enero	1 775 900,00	1 695 890,00	1 709 318,00
Febrero	1 594 700,00	1 640 900,00	1 678 287,00
Marzo	1 445 796,00	1 500 369,00	1 569 105,00
Abril	1 379 646,00	1 347 890,00	1 390 578,00
Mayo	1 285 979,00	1 278 800,00	1 300 291,00
Junio	1 281 150,00	1 319 340,00	1 352 429,00
Julio	1 193 400,00	1 350 272,00	1 443 245,00
Agosto	1 300 765,00	1 439 900,00	1 550 325,00
Septiembre	1 476 980,00	1 525 780,00	1 589 700,00
Octubre	1 555 370,00	1 612 250,00	1 622 134,00
Noviembre	2 105 700,00	2 135 522,00	1 954 826,00
Diciembre	1 900 320,00	1 950 123,00	2 035 638,00

Fuente: elaboración propia.

Figura 10. **Gráfico de ventas contra tiempo**



Fuente: elaboración propia.

### 3.2.1. Análisis primario

Luego de graficar el historial de ventas, se concluye que pertenece al grupo de familias cíclicas, debido a que tiene asociado un comportamiento con picos y valles a lo largo de su trayectoria, manteniendo similar demanda de ventas para meses en común de distinto año.

El coeficiente de correlación obtenido se encuentra entre 0 y +1, lo que indica que el conjunto de datos tiene una tendencia ascendente a través del tiempo.

Este conjunto de datos históricos de ventas es clasificado como una serie de estacionalidad (cíclica), por lo que se tomará este método para el pronóstico de ventas.

### **3.2.2. Análisis secundario**

Luego de clasificar la curva de la demanda, se procede a obtener los valores de promedio de ventas horizontal, promedio de ventas vertical e índice estacional y se colocan en una tabla junto a los valores de ventas reales. La fórmula a utilizar es la siguiente:

$$i = X_{\text{hor}} / X_{\text{ver}}$$

Donde

$i$  = índice estacional

$X_{\text{hor}}$  = promedio de ventas horizontal

$X_{\text{ver}}$  = promedio de ventas vertical

Tabla VI. **Resumen de resultados para el cálculo de pronósticos de riesgos**

Mes	Ventas 1 (quetzales)	Ventas 2 (quetzales)	Ventas 3 (quetzales)	Xhor (24)	Xhor(36)	i(24)	i(36)
Enero	1 775 900	1 695 890	1 709 318	1 735 895	1 727 036	1,12	1,10
Febrero	1 594 700	1 640 900	1 678 287	1 617 800	1 637 962	1,05	1,05
Marzo	1 445 796	1 500 369	1 569 105	1 473 083	1 505 090	0,95	0,96
Abril	1 379 646	1 347 890	1 390 578	1 363 768	1 372 705	0,88	0,88
Mayo	1 285 979	1 278 800	1 300 291	1 282 390	1 288 357	0,83	0,82
Junio	1 281 150	1 319 340	1 352 429	1 300 245	1 317 640	0,84	0,84
Julio	1 193 400	1 350 272	1 443 245	1 271 836	1 328 972	0,82	0,85
Agosto	1 300 765	1 439 900	1 550 325	1 370 333	1 430 330	0,89	0,91
Septiembre	1 476 980	1 525 780	1 589 700	1 501 380	1 530 820	0,97	0,98
Octubre	1 555 370	1 612 250	1 622 134	1 583 810	1 596 585	1,02	1,02
Noviembre	2 105 700	2 135 522	1 954 826	2 120 611	2 065 349	1,37	1,32
Diciembre	1 900 320	1 950 123	2 035 638	1 925 222	1 962 027	1,25	1,25
			Xver=	1 545 531	1 563 573		

Fuente: elaboración propia.

El tener un valor arriba de 1 en el índice estacional, indica que se tiene un efecto positivo, es decir que el dato es mayor al indicado por la tendencia. El tener un índice estacional menor que 1 indica que el dato es menor que el indicado por la tendencia.

### 3.2.3. Pronóstico de riesgo

Para estimar la previsión futura se obtiene el producto de las ventas reales del último período conocido de ventas y se multiplica por su índice estacional asociado a nivel horizontal. Los índices estacionales utilizados son los calculados para 36 datos.



Tabla VII. **Resultado de pronóstico**

Mes	Pronóstico (quetzales)
37	1 888 018
38	1 758 134
39	1 510 415
40	1 220 828
41	1 071 417
42	1 139 707
43	1 226 699
44	1 418 211
45	1 556 400
46	1 656 382
47	2 582 162
48	2 554 391

Fuente: elaboración propia.

### **3.3. Presupuestos**

Los presupuestos darán una expresión monetaria de los ingresos y gastos de la empresa durante un período. La empresa deberá realizar los presupuestos desde el punto de vista de un sistema total de administración, por lo que se recomienda hacerlo de forma anual para tener un plan de acción que estará dirigido a cumplir con las metas.

Deben fijarse como un plan de negocios, previendo posibles riesgos que afecten tanto la producción como las ventas. Los presupuestos servirán como medio de comunicación de los planes de toda la empresa, proporcionarán bases que permitirán evaluar las actividades que realizan las diferentes áreas de la empresa en un tiempo determinado.

### 3.3.1. Presupuesto de producción

Este presupuesto se haya estrechamente relacionado con el presupuesto de ventas y los niveles de inventario deseado.

En realidad este presupuesto es el de ventas proyectado y ajustado por el cambio en el inventario. Primero hay que determinar si la empresa puede producir las cantidades proyectadas por el presupuesto de venta, con el fin de evitar un costo exagerado en la mano de obra ocupada.

El presupuesto de producción se debe calcular según la siguiente ecuación:

$$\text{Presupuesto} = \text{Inv}_{fin} + \text{Ventas} - \text{Inv}_{ini}$$

Donde

$\text{Inv}_{fin}$  = inventario final de materia prima

Ventas = ventas realizadas en un período dado

$\text{Inv}_{ini}$  = inventario inicial de materia prima

Los datos utilizados para la elaboración de presupuesto de producción fueron proporcionados para el mes de agosto del 2015.

Tabla VIII. **Presupuesto de producción**

Material	Inventario final (metros)	Ventas (metros)	Inventario inicial (metros)	Cantidad a fabricar (metros)
Bronce TP-660	423,05	549,97	549,97	423
Acero XW-41	147,88	192,24	192,24	148
Acero D2	146,08	189,91	189,91	146
Acero DF-2	640,98	833,27	833,27	641
Acero TP-304	522,12	668,76	106,76	1 084
Acero O1	375,90	488,67	488,67	376
Bronce fosforado	70,80	292,09	92,04	271
Hierro fundido G-2	544,72	708,14	708,14	545
Aluminio 6061	632,93	822,81	822,81	633
Acero 4340	321,09	417,41	717,41	21
Acero 705	430,56	559,73	559,73	431
Acero 9840T	580,79	405,03	405,03	581
Acero 1030	213,27	577,25	577,25	213
Acero 1018	558,57	626,14	426,14	759
Acero 1040	362,52	571,28	371,28	563
Bronce grafitado	932,67	1 212,47	212,47	1 933
Acero 1045	281,96	666,55	466,55	482
Acero plata W1	279,56	663,42	663,42	280

Fuente: elaboración propia, con datos proporcionados por Proventsa.

### 3.3.2. **Presupuesto de ventas**

La gerencia debe prestar mayor cuidado en su manejo, por los gastos que ocasiona y su influencia en el gasto financiero.

Este presupuesto considera estimados proyectados que se originan durante todo el proceso de comercialización, para asegurar la colocación y adquisición de los productos en los mercados de consumo, es decir, estima las cantidades y valores a vender en un período dado.

Tabla IX. **Presupuesto de ventas**

Material	Ventas (metros)	Precio de venta por metro (quetzales)	Total (quetzales)
Bronce TP-660	549,97	306,80	168 730,47
Acero XW-41	192,24	436,80	83 970,51
Acero D2	189,91	436,80	82 950,66
Acero DF-2	833,27	205,92	171 587,17
Acero TP-304	668,76	161,20	107 803,80
Acero O1	488,67	173,68	84 872,49
Bronce fosforado	292,04	327,60	95 671,94
Hierro fundido G-2	708,14	96,72	68 491,02
Aluminio 6061	822,81	83,20	68 457,39
Acero 4340	417,41	49,92	20 837,35
Acero 705	559,73	85,80	48 024,43
Acero 9840T	405,03	49,92	20 219,16
Acero 1030	577,25	45,76	26 415,05
Acero 1018	626,14	22,88	14 326,00
Acero 1040	571,28	26,00	14 853,28
Bronce grafitado	1 212,47	37,44	45 395,05
Acero 1045	666,55	8,32	5 545,71
Acero plata W1	663,42	22,88	15 179,10

Fuente: elaboración propia, con datos proporcionados por Proventsa.

### 3.4. Costo de almacenamiento

Este es determinado como un costo de oportunidad, si existiera el caso de tener una determinada cantidad de materia prima en existencia, sin rotación o por no contar con espacio suficiente, perdiendo la oportunidad de obtener y aprovechar más ofertas del mercado.

El costo de almacenamiento para la empresa será calculado en base al costo por pie cuadrado, la bodega de materia prima tiene un área de 710 pies cuadrados y el costo por pie cuadrado para la ubicación de la empresa es de 14 dólares por pie cuadrado, se obtiene un costo de almacenaje de 9 940 dólares.

### **3.5. Planeación de requerimiento de materiales (MRP)**

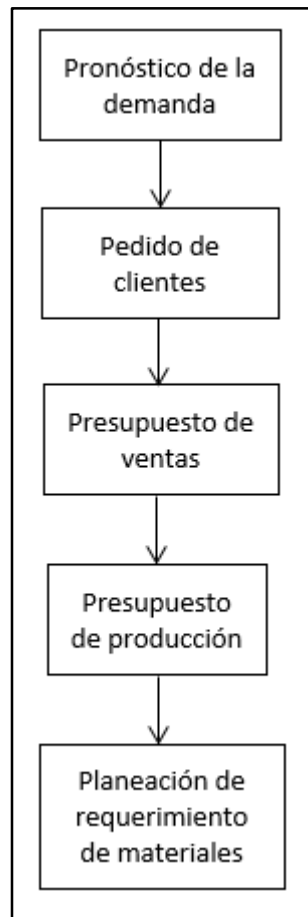
El propósito de esta técnica de demanda dependiente es determinar las necesidades de requerimiento de los materiales, controlando así los niveles de inventarios.

Busca llevar la materia prima indicada al lugar correcto y en el momento oportuno, esta es una de las mejores técnicas de administración en cuanto al control de cantidades a solicitar.

Se propone un control de requerimiento de materia prima que detalle el momento preciso de la requisición y la cantidad exacta a comprar, esto por medio del seguimiento de un plan detallado que utilice el presupuesto de ventas y el presupuesto de producción. Entre los principales beneficios que aporta este método se encuentran:

- Mejor respuesta a los pedidos de los clientes como resultado de un mejor seguimiento del plan MRP.
- Respuesta más rápida a los cambios del mercado.
- Mejor utilización de las instalaciones y del personal.
- Reducción de los niveles de inventario.

Figura 11. **Estructura de la planeación de requerimiento de materiales**



Fuente: elaboración propia.

### 3.5.1. **Modelo de lote óptimo de compra**

Existen varios modelos para determinar el lote óptimo de compra que ayuda a determinar el punto o tiempo de pedido y el tamaño de la compra.

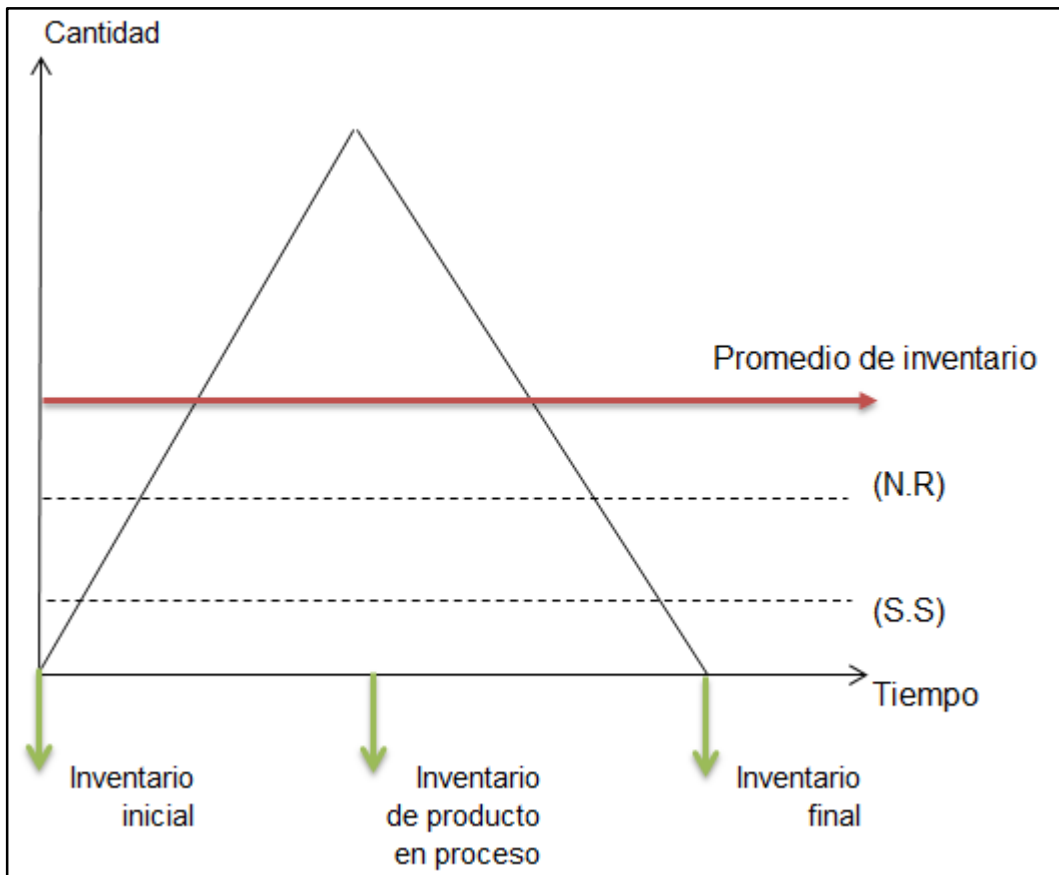
Los tamaños de los lotes son las cantidades de material en la entrada de pedidos planeado y las secciones de expedición de pedidos planeados en un

programa de MRP. Los tamaños de los lotes, por lo común, cumplen con los requisitos de materiales para uno o más períodos.

Se propone una de las técnicas de control de inventario más antigua y conocida, la cual es el modelo de cantidad de pedido económico y parte de los siguientes supuestos:

- Demanda conocida, constante e independiente.
- Plazo de entrega conocido.
- Recepción de inventario instantáneo y completo.
- Se puede evitar el punto de agotamiento si se cursan los pedidos en el momento oportuno.

Figura 12. **Gráfico de modelo de inventario**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

### 3.5.2. Nivel de reorden

Es el que indica la cantidad de materia prima para la cual es necesario colocar un pedido o requisición de materia prima. Este nivel debe ser aquel que permita seguir produciendo mientras llega el otro pedido, evitando así tener costos por faltantes.



Para determinar el nivel de reorden se utiliza la siguiente fórmula:

$$N.R. = \frac{\textit{planificado}}{\textit{ciclo}} * R_{NR}$$

Donde

Planificado = cantidad de materia prima requerida acorde al plan de producción.

Ciclo = intervalo de tiempo (en meses) en que se va a expresar el programa de manejo de materiales.

$R_{NR}$  = período que resulta del promedio de las últimas entregas de materia prima.

Tomando en cuenta que la empresa se tarda un promedio de 8 días en entregar la materia prima, se obtienen los siguientes resultados para el bronce TP-660:

$$N.R. = \frac{7\,788,46m}{4} * 0,26$$

$$N.R. = 506,25m$$

A continuación se presenta la tabla de resumen de las cantidades de nivel de reorden para la materia prima con clasificación A:

Tabla X. **Resumen nivel de reorden para materiales clasificación A**

Material	Cantidad
Bronce TP-660	506,25 m
Acero XW-41	472,5 m
Acero D2	474,5 m
Acero DF-2	468 m

Fuente: elaboración propia.

### 3.5.3. **Inventario de seguridad**

También conocido como *stock* de seguridad, es la cantidad mínima de materia prima que se debe tener almacenada, de manera que forme una especie de colchón de seguridad para evitar llegar al punto de agotamiento.

Cuando los tiempos de entrega sufren retrasos inevitables por parte del proveedor, se hace necesario implementar una política de *stock* de seguridad de existencia en la bodega de materia prima.

Para determinar el nivel de reorden de utiliza la siguiente fórmula:

$$S.S. = \frac{\text{planificado}}{\text{ciclo}} * R_{SS}$$

Donde

Planificado = cantidad de materia prima requerida acorde al plan de producción.  
Ciclo = intervalo de tiempo (en meses) en que se va a expresar el programa de manejo de materiales.

R<sub>ss</sub> = período definido por la empresa, por la diferencia entre el tiempo de entrega más tardío y el promedio calculado para N.R.

Se obtienen los siguientes resultados para el bronce TP-660:

$$N.R. = \frac{7\,788,46m}{4} * 0,14$$

$$N.R. = 272,6m$$

Se muestra, a continuación, el resumen de las cantidades de *stock* de seguridad para las materias primas con clasificación A:

Tabla XI. **Resumen *stock* de seguridad para materiales clasificación A**

Material	Cantidad
Bronce TP-660	272,6 m
Acero XW-41	254,42 m
Acero D2	255,5 m
Acero DF-2	252 m

Fuente: elaboración propia.

Es importante que la empresa cuente con un *stock* de seguridad o inventario de seguridad, en caso de que se presente alguna emergencia y de esta forma no retrasar la producción y entregar los pedidos a tiempo.

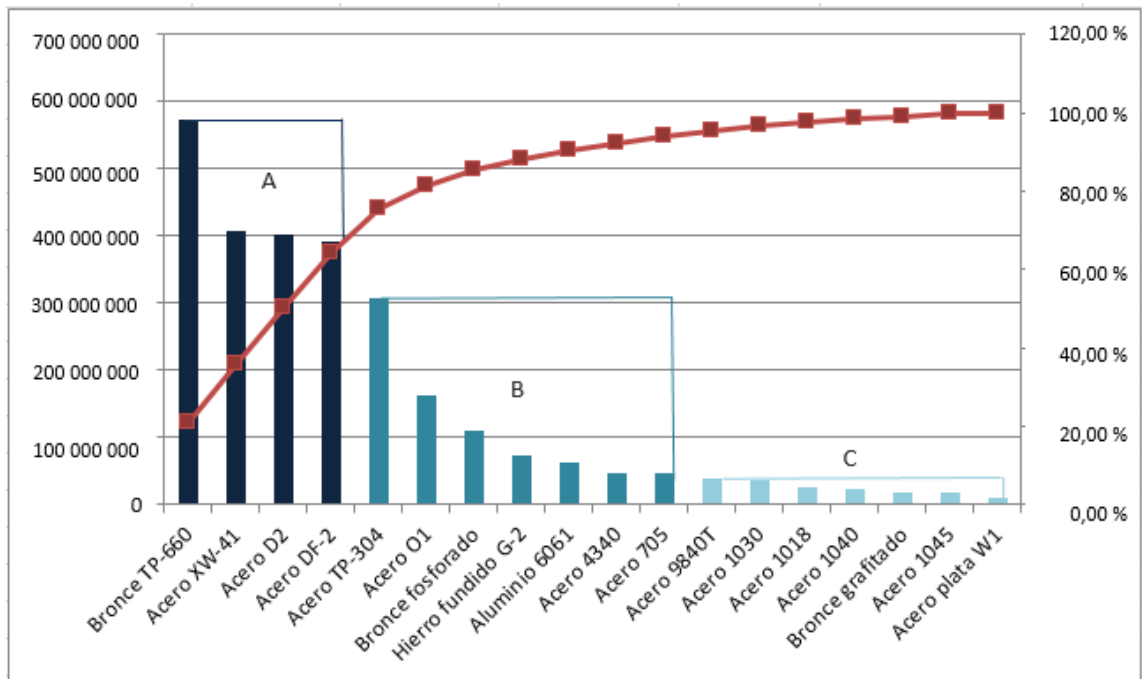
### 3.6. Metas y objetivos del sistema

Es importante fijar las metas y los objetivos del sistema para promover la continuidad de la optimización del control de la materia prima, para evitar así la escasez o pérdidas por deterioro y que esto incurra en demoras de la entrega de los productos. Esta es la meta del sistema, tener el control de la trazabilidad de la materia prima. Entre los objetivos del sistema de control de inventarios se tienen:

- Lanzar oportunamente una orden de compra tomando en cuenta el nivel de reorden, el *stock* de inventario y el lote óptimo de compra.
- Verificar la funcionalidad del método de pronóstico propuesto, comparando las ventas reales con las ventas proyectadas.

Como se observa a continuación, el gráfico la agrupación representa una interpretación bastante directa del principio de Pareto. Con base en este análisis; la empresa debe tener un estricto control de los materiales con clasificación A, contar con un área de almacenamiento adecuada y tener un correcto pronóstico de ventas. Los artículos de clasificación B se deben monitorear, ya que puede existir un potencial de evolución hacia clasificación A. Para los artículos con clasificación C deben de realizar reorden únicamente cuando se ha verificado la venta real.

Figura 13. Gráfico inventario ABC



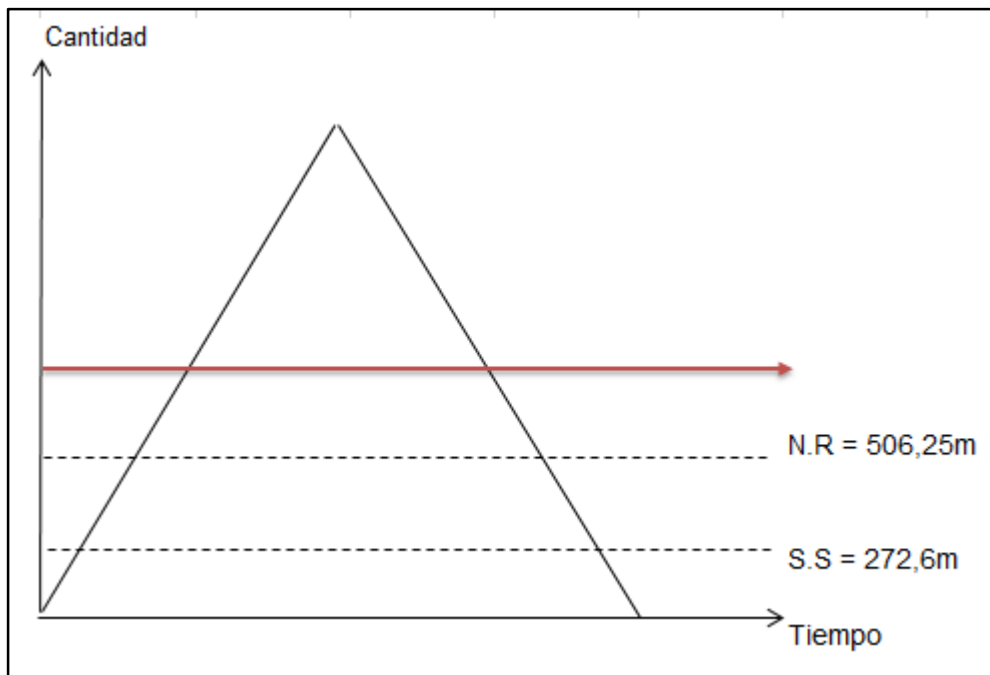
Fuente: elaboración propia.

Al tener clara la meta, se procede a definir los objetivos del control de inventarios, entre ellos están:

- Realizar de forma correcta una orden de compra, teniendo como base la clasificación ABC de la materia prima y tomando en cuenta el nivel de reorden.
- Verificar la funcionalidad del método propuesto de pronóstico de ventas, teniendo siempre la comparación de las ventas reales contra las ventas proyectadas.

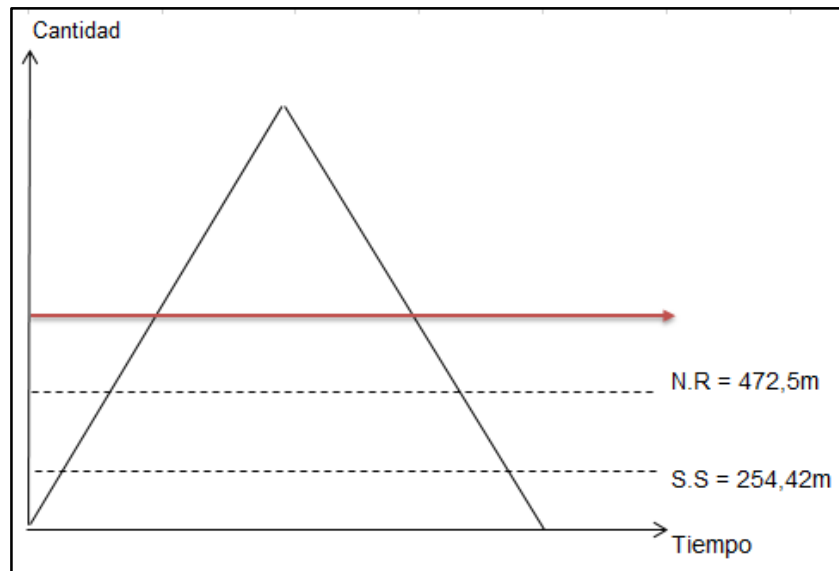
A continuación se presentan los gráficos de modelo de inventario para los artículos de clasificación A:

Figura 14. **Gráfico del modelo de inventario del bronce TP-660**



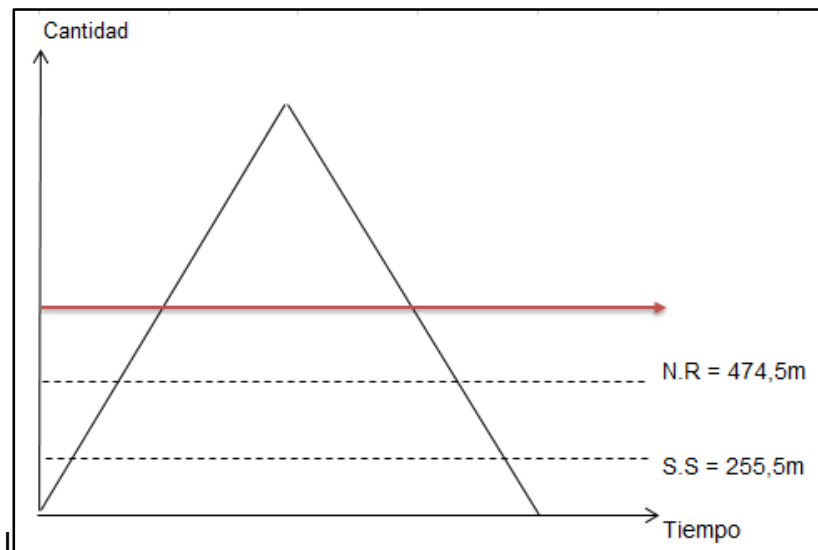
Fuente: elaboración propia.

Figura 15. **Gráfico del modelo de inventario del acero XW-441**



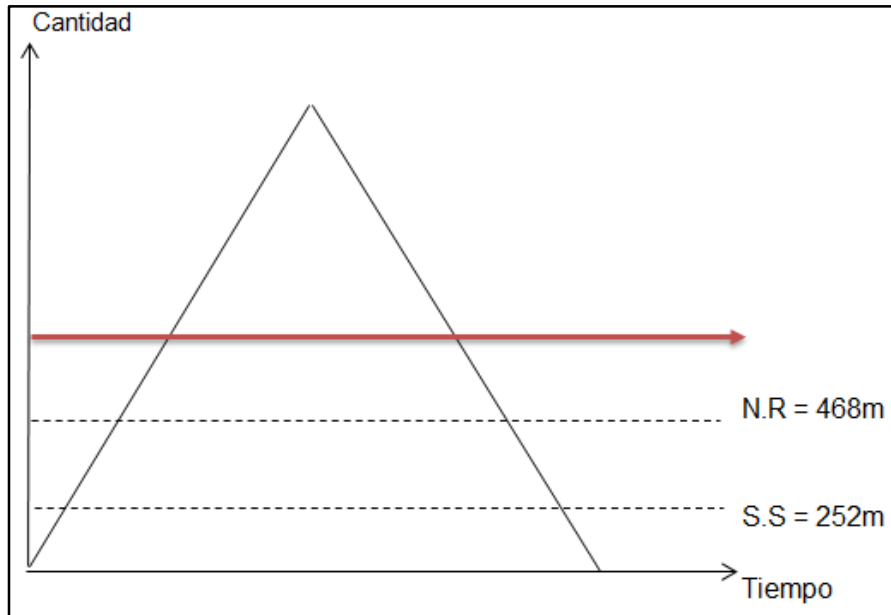
Fuente: elaboración propia.

Figura 16. **Gráfico del modelo de inventario del acero D2**



Fuente: elaboración propia.

Figura 17. **Gráfico del modelo de inventario del acero DF-2**



Fuente: elaboración propia.

### 3.6.1. Almacenamiento físico y disponibilidad de entrega

Una de las principales actividades en la gestión de un almacén de materia prima es la asignación de un espacio físico a una gran cantidad de materiales, ya que es indispensable minimizar las distancias a recorrer entre la entrada y salida de producto. De esta forma se reducen movimientos y maniobras, gracias a una estratégica localización de la materia prima, tomando en cuenta la clasificación ABC y dándole importancia a los materiales de clasificación A.

Un sistema de gestión de almacenaje otorga una localización estratégica a la materia prima que se encuentra en proceso de ingreso al área del Centro de Maquinado, se toman en cuenta características como la rotación que tendrá



dentro de la bodega, colocándola en un área previamente configurada y que ha sido delimitada en zonas de estanterías con materia prima similar.



## **4. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE INVENTARIOS**

Para lograr una correcta implementación, es necesario tener claro el problema a solucionar, en este caso, el control adecuado de los inventarios de la empresa.

Se deberá hacer énfasis en la importancia del seguimiento de la implementación, la cual puede hacerse en paralelo, realizando las modificaciones y los ajustes necesarios mientras que se sigue utilizando el mismo sistema que la empresa ha llevado hasta este momento, el cual se suspenderá cuando la implementación del nuevo sistema esté completa y funcionando correcta y efectivamente.

### **4.1. Implementación del método ABC**

Al implementar un método de control de inventarios, siendo este el método ABC, se fortalecerá a la empresa en cuanto al control que debe tener con las cantidades a ordenar de materia prima, priorizando la clasificación de tipo A; que es la que tiene mayor beneficio para la empresa.

Con la implementación de este nuevo método, se disminuirá la cantidad de material en inventario, ya que se tendrá un control de qué materiales deben de ser indispensables para el funcionamiento de la empresa y con cuáles materiales es posible tener faltante sin provocar una disminución significativa en los ingresos de la empresa.

#### **4.1.1. Pronóstico de ventas**

Este proporcionará el fundamento para la planeación de presupuestos y control de costos, el tipo de pronóstico que deberá utilizarse es de series estacionales.

Los pasos que deben seguirse para efectuar un pronóstico confiable deben iniciar con la tabulación de la información de ventas históricas; basándose en esta se realiza el gráfico y se efectúan los análisis primarios y secundarios para luego determinar las proyecciones de demandas futuras.

Una planificación eficiente, tanto a corto, mediano o largo plazo, está en función de una efectiva previsión de la demanda de los materiales que provee la empresa.

#### **4.1.2. Presupuestos**

La gerencia debe tomar en cuenta tanto el presupuesto de ventas como el de producción, con el fin de planear los recursos de la empresa, ya que llevando un control presupuestal se verán reflejados los deberes y responsabilidades de cada uno de los miembros de la empresa.

Al momento de realizar los presupuestos, se debe sostener un sistema de investigación adecuado que permita indicar, de forma congruente, lo que deberá ocurrir respecto a la demanda y tomar en cuenta que debe tener flexibilidad en el presupuesto.

#### **4.1.3. Lote óptimo de compra**

Para la implementación de un lote óptimo de compra, se deben tomar en cuenta dos factores fundamentales, uno de ellos es el costo y el segundo es el volumen de la cantidad demandada o almacenada.

#### **4.1.4. Inventario de seguridad para materia prima**

Es necesario crear una política de *stock* de seguridad, cuando los tiempos de entrega de materia prima sufren retrasos que son inevitables debidos a que surgen por parte del proveedor, con el fin de garantizar la existencia de materia prima en bodega.

Se debe llevar un control adecuado del tiempo de entrega de materia prima, ya que si este sufre alguna variación, debe recalcularse el *stock* de seguridad y adecuarlo a las nuevas situaciones que presenta la empresa, para no provocar faltantes por utilizar un sistema inadecuado.

#### **4.2. Existencias de inventario físico y teórico de materia prima**

Es importante que la empresa lleve un control, tanto del inventario físico como teórico de la materia prima que se encuentra en bodega, por lo que a continuación se presentan los formatos que deben utilizarse para tener un mejor manejo de los mismos.

Figura 18. Formato de control de existencias físicas



**Encargado:**  
**Área:** bodega de materia prima  
**Fecha de revisión:** **Firma:**

**CONTROL DE EXISTENCIAS FÍSICAS DE MATERIA PRIMA**

Núm.	Nombre de la materia prima	Cantidad física

Fuente: elaboración propia.

En el formato anterior se debe colocar la cantidad de materia prima existente en el área de bodega.

Figura 19. Formato de control de existencias teóricas



<b>Encargado:</b>	
<b>Área:</b> bodega de materia prima	
<b>Fecha de revisión:</b>	<b>Firma:</b>


**CONTROL DE EXISTENCIAS TEÓRICAS DE MATERIA PRIMA**

Núm.	Nombre de la materia prima	Cantidad sistema

Fuente: elaboración propia.

Este formato es el que se manejará para tener el control de la materia prima en el sistema, empleando el equipo de cómputo.

Figura 20. Formato de comparación de inventario físico y teórico



<b>Encargado:</b> <b>Área:</b> bodega de materia prima <b>Fecha de revisión:</b>	<b>Firma:</b>			
<b>COMPARACIÓN DE INVENTARIO FÍSICO Y TEÓRICO DE MATERIA PRIMA</b>				
Núm.	Nombre de la materia prima	Cantidad física	Cantidad sistema	Diferencia

Fuente: elaboración propia.

Con este formato se busca realizar una comparación entre el inventario físico y el inventario teórico, teniendo como expectativa una diferencia igual a cero que indicaría que el inventario se encuentra cuadrado correctamente.



### **4.3. Optimizar la rotación para los diferentes tipos de materiales**

La rotación de materiales es de gran importancia y tiene relación con la entrada y salida de los mismos de bodega. Debido a que estos materiales no tienen fecha de vencimiento no existe una preocupación por rotarlos respecto a este esquema.

Sin embargo, como ya se tiene una clasificación ABC de los materiales, es fundamental tomar en cuenta una rotación, tomando como prioridad a los de clasificación ABC: bronce TP-660, acero XW-4, acero D2 y acero DF-2.

Esto se realiza con el fin de tener más cercanos los materiales que incurren en un beneficio alto para la empresa y colocarlos con base en su prioridad y clasificación, como fue indicado en la tabla IV.

### **4.4. Recursos**

Como medidas complementarias a la propuesta del sistema de manejo de inventarios que faciliten y garanticen el alcance de los objetivos que se presenten con la implementación, se hace necesario incluir en la propuesta una serie de recursos.

Entre los recursos necesarios se encuentran los del tipo físico, entre estos se puede mencionar la adquisición de un equipo de cómputo que facilite el ingreso de datos para tener un mejor control de los inventarios existentes.

El otro tipo de recursos es del tipo humano, que incluyen las capacitaciones al personal, tanto de bodega como administrativo, para lograr una mejor dirección dentro de la empresa.

#### **4.5. Señalización del área de bodega**

Se presentan algunos procesos de señalización que deben llevarse a cabo dentro del área de bodega con el fin de proteger tanto al personal como a la materia prima que se encuentra almacenada.

- Señales informativas: su función es guiar al personal y proporcionar ciertas recomendaciones que se deben seguir. Deben ser de color verde o azul.
- Señales preventivas: su función es advertir al usuario sobre la existencia y naturaleza de un riesgo, deben ser de color amarillo.
- Señales prohibidas o de restricción: su función es indicar acciones que no se deben ejecutar, deben ser de color rojo.
- Señales de obligación: su función es imponer la ejecución de una acción determinada, deben ser de color azul.

#### **4.6. Análisis de costos**

La administración de las empresas tiene, como uno de los principales objetivos, alcanzar su misión de la forma más eficiente, aprovechando al máximo los recursos con los que cuenta sin incurrir a grandes gastos que no tengan ningún retorno o beneficio, por lo tanto, es necesario analizar si el costo de la solución al problema no excede el costo original.

Emprender un proyecto de mejora para la empresa conlleva un análisis que compare los costos en los que se incurrirá por el desarrollo,

implementación y operación del mismo, contra los beneficios esperados tras el desarrollo, esperando que los beneficios sean los más rentables respecto a la inversión.

La decisión final de implementación es basada en gran parte en el resultado obtenido en el análisis beneficios–costo. A continuación se presentan los gastos en los que se incurre tras la implementación del proyecto así como los beneficios esperados.

Para la implementación de este proyecto se debe adquirir un equipo de cómputo con un valor de Q 7 500 para facilitar el control de inventario teórico en el sistema y tener un acceso más rápido a los datos de la empresa. También se tiene una inversión por el tiempo de implementación, en la cual se debe dar rotación a la materia prima y utilizar mano de obra adicional que ocasiona un costo por un valor de Q 25 000. Se presentará a continuación los beneficios obtenidos con la implementación y con el sistema actual que maneja la empresa.

Tabla XII. **Beneficios**

	Con proyecto (quetzales)	Actual (quetzales)
<b>Beneficios directos</b>		
Mano de obra directa	5 000	4 000
Rotación de materia prima	45 000	30 500
<b>Beneficios intangibles</b>		
Control y acceso de datos	4 000	
<b>Beneficios directos</b>		
Mano de obra indirecta	1 000	
<b>Total</b>	<b>55 000</b>	<b>34 500</b>

Fuente: elaboración propia, con datos proporcionados por Proventsa.

A continuación se muestra, de forma detallada, el flujo de efectivo con una vida útil de 5 años.

Tabla XIII. **Flujo de efectivo**

	Año 0 (quetzales)	Año 1 (quetzales)	Año 2 (quetzales)	Año 3 (quetzales)	Año 4 (quetzales)	Año 5 (quetzales)
<b>Inversión inicial</b>						
Implementación	25 000					
Equipo de computo	7 500					
<b>Costos de operación</b>						
Energía Eléctrica		5 000	5 000	5 000	5 000	5 000
<b>Costos totales</b>		5 000	5 000	5 000	5 000	5 000
<b>Ingresos</b>						
Beneficios proyecto		55 000	55 000	55 000	55 000	55 000
Beneficios actuales		33 500	33 500	33 500	33 500	33 500
<b>Total beneficios</b>		21 500	21 500	21 500	21 500	21 500
<b>Depreciaciones</b>						
Equipo de computo		2 499,75	2 499,75	2 499,75	2 499,75	2 499,75
<b>Flujo de efectivo</b>	32 500	14 000,25	14 000,25	14 000,25	14 000,25	14 000,25

Fuente: elaboración propia.

#### 4.6.1. Valor presente neto (VPN)

Este método permite evaluar proyectos a largo plazo. Mediante este método es posible conocer el valor monetario actual a una tasa de interés específica, de los beneficios y los costos de un proyecto, para determinar luego con un análisis beneficio – costo si el proyecto representa ganancias para la empresa.

Si el valor presente neto estimado es positivo, quiere decir que se tendrá una rentabilidad, si es igual a cero se recuperará la inversión inicial y si se obtiene un valor negativo no se tendrá rentabilidad y el proyecto debe rechazarse. Se trabajará con una tasa de interés del 19 % anual.

$$\begin{aligned}
 VPN = & -Q 32 500 + \frac{Q 14 000,25}{(1,19)^1} + \frac{Q 14 000,25}{(1,19)^2} + \frac{Q 14 000,25}{(1,19)^3} + \frac{Q 14 000,25}{(1,19)^4} \\
 & + \frac{Q 14 000,25}{(1,19)^5} = Q 10 307,65
 \end{aligned}$$

Como se observa, el resultado del valor presenta neto es positivo, no solamente es recuperable la inversión, sino que también se obtiene una ganancia.

#### 4.6.2. Tasa interna de retorno

La TIR de la inversión es la tasa de interés a la que el valor actual neto de los costos de la inversión es igual al valor presente neto de los beneficios de la inversión.

$$TIR = VPN = 0$$

$$\begin{aligned}
 0 = & \frac{Q 14 000,25}{(1,19)^1} + \frac{Q 14 000,25}{(1,19)^2} + \frac{Q 14 000,25}{(1,19)^3} + \frac{Q 14 000,25}{(1,19)^4} + \frac{Q 14 000,25}{(1,19)^5} \\
 & - Q 32 500
 \end{aligned}$$

Para la tasa interna de retorno se trabajará el método de ensayo y error, el que permite llevar al equilibrio el proyecto.

Tabla XIV. **Interpolación TIR**

VPN	Interés
-1 419,99	35 %
0	TIR
10 307,65	19 %

Fuente: elaboración propia.

Luego de interpolar se obtiene un valor para la TIR de 33,06 %, el cual expresa la tasa que iguala el valor actualizado de los flujos de efectivo de los fondos netos de la implementación de este proyecto con la inversión realizada. Obteniendo este valor de TIR se concluye que el proyecto debe aceptarse.

#### **4.6.3. Análisis beneficio costo (B/C)**

Se considera que un proyecto es atractivo cuando los beneficios derivados de su implementación, y reducidos por los beneficios negativos esperados, exceden sus costos asociados.

Cuando el análisis B/C es mayor a uno los ingresos son mayores a los egresos, si es igual a uno los ingresos son iguales a los egresos y si el resultado es menor que 1, quiere decir que los egresos son mayores que los ingresos.

El cálculo del índice beneficio/costo para el presente proyecto se determina de la siguiente manera:

$$\frac{B}{C} = \frac{\text{Valor presente de los beneficios}}{\text{Valor presente de los costos}}$$

$$\frac{B}{C} = \frac{Q\ 42\ 807,65}{Q\ 32\ 500,00} = 1,32$$

Se puede observar que el valor obtenido del análisis beneficio/costo es mayor a 1, lo que indica que la implementación del proyecto se justifica y asegura que los beneficios económicos son mayores en relación a los costos que conlleva el mismo.





## **5. MEJORA CONTINUA**

Es importante que la empresa adopte una filosofía de mejora continua con el fin de obtener mejoras en la eficiencia de los procesos productivos, mejoras administrativas y todos los aspectos que representen un crecimiento a nivel organizacional que se refleje tanto en los productos como en el servicio que presta la empresa a sus clientes.

La implementación de la mejora continua asegura la perfección en los procesos tomando en cuenta acciones preventivas y correctivas para tener resultados óptimos.

### **5.1. Auditorías internas**

Se realizan por la propia empresa para confirmar la efectividad del sistema de gestión de inventarios y para obtener información para la mejora del sistema de gestión.

Se deben realizar las acciones correspondientes para garantizar que la materia prima tenga la calidad adecuada. Es necesario establecer especificaciones de compra y realizar una adecuada selección de proveedores.

La inspección del almacenamiento de la materia prima complementa el proceso de mejora continua para garantizar la calidad del producto.

### **5.1.1. Programa de auditoría**

Debe contribuir a la determinación de la efectividad del sistema de gestión auditado. El gerente debe estar identificado con las exigencias en el control de calidad, con el fin de diseñar, evaluar, desarrollar estrategias y tomar decisiones de acuerdo con el plan, para mejorar la productividad con el fin de beneficiar tanto a la empresa como a su propio crecimiento.

Debe programarse, por lo menos cada tres meses, una auditoría sobre la gestión de inventario de materia prima para verificar la organización efectiva y que se esté cumpliendo con el sistema de manejo de inventarios.

El programa de auditoría debe incluir la información y recursos necesarios para organizar y conducir las auditorías de manera eficiente y debe incluir lo siguiente:

- Objetivos para el programa de auditoría
- Duración, ubicación y cronograma de las auditorías
- Procedimientos del programa de auditorías
- Criterios de auditoría
- Métodos de auditoría
- Selección de los equipos de auditoría
- Recursos necesarios

- Procesos para el manejo confidencial de la información

La implementación del programa de auditoría debe ser supervisada para comprobar que se han alcanzado los proyectados.

#### **5.1.1.1. Monitoreo del programa de auditoría**

La persona que gestione el programa de auditoría deberá verificar su implementación, teniendo en cuenta los siguientes puntos:

- Evaluar la conformidad con los programas de auditoría, cronogramas y objetivos.
- Evaluar el desempeño de los miembros del equipo auditor.
- Evaluar la habilidad de los equipos auditores para implementar el plan de auditoría.
- Evaluar la retroalimentación dada por la alta gerencia, auditados, auditores y otras partes interesadas.

#### **5.1.2. Plan de auditoría**

Deben planificarse reuniones con el equipo encargado del almacén de materia prima y con el gerente, quince días antes de la auditoría; con el fin de planificar las actividades de modo que la auditoría sea desarrollada de una manera más efectiva. La reunión debe durar como máximo 2 días para establecer las actividades y este mismo proceso debe realizarse cada 3 meses para cumplir con el programa.

Se deben identificar los pasos necesarios para asegurar las especificaciones y calidad, tanto de los productos como del servicio que brinda la empresa.

Para realizar un correcto plan de auditoría, la organización debe apoyarse en los principios de auditoría para llevarlo a cabo de forma efectiva y confiable. Los principios son:

- **Integridad:** esta es la base del profesionalismo. La persona que realice la auditoría debe llevar a cabo su trabajo con honestidad, responsabilidad y de manera imparcial.
- **Presentación ecuánime:** se constituye como la obligación de presentar los resultados de forma veracidad y exactitud. Los hallazgos, conclusiones e informes de la auditoría deben ser comunicados de forma clara y objetiva.
- **Cuidado profesional:** aplicación de la debida seriedad y formalidad durante la auditoría.
- **Confidencialidad:** manejo seguro de la información.
- **Independencia:** base de la imparcialidad de la auditoría y la objetividad de las conclusiones de la misma. El responsable de la auditoría debe mantener una actitud objetiva a lo largo del proceso de auditoría para asegurarse de que los hallazgos y conclusiones estarán basados solo en la evidencia de la auditoría.

- Enfoque basado en evidencia: método racional para alcanzar conclusiones de la auditoría confiables y repetibles, a través de un proceso de auditoría sistemático.

### **5.1.3. Seguimiento a la auditoría**

Al obtener los resultados de la auditoría, las conclusiones pueden indicar la necesidad de acciones correctivas, preventivas o de mejora. La persona que realiza la auditoría debe informar al gerente el estatus de estas acciones.

#### **5.1.3.1. Acciones correctivas, preventivas y de mejora**

Luego de realizada la auditoría, se debe diseñar e implementar estrategias de cambio dentro de los contextos organizacionales, creando un plan de acción que permita mejorar la productividad. Se debe incluir una fecha límite de cumplimiento del plan de mejora y que este período no sea excesivo para evitar que las debilidades del sistema se vuelvan demasiado grandes y que el sistema de control de inventarios se pierda.

Se debe tomar en cuenta que no es necesario esperar los resultados de una auditoría para poner en marcha una estrategia de mejora, si alguna debilidad es detectada con anticipación.

Es importante motivar a los empleados para actuar de manera consciente con los objetivos y valores, tanto de la empresa como del proceso que se realiza, para que ellos estén comprometidos a identificar cualquier debilidad que se esté dando en el sistema y de esta forma implementar una acción correctiva.

La revisión y mejora del programa de auditoría debe de considerar lo siguiente:

- Identificar y segregar el producto afectado.
- Identificar si hay un equipo involucrado.
- Documentar las acciones inmediatas.
- Investigar y evaluar el riesgo.
- Identificación de la causa raíz.
- Toma de las acciones correctivas necesarias para disminuir o eliminar el riesgo, para aplicar estas acciones se debe de asegurar que las acciones correctivas que se vayan a tomar no introduzcan un nuevo riesgo.
- Registrar y comunicar.
- Monitorear el proceso de ejecución.
- Verificar la eficacia de la acción tomada.

## **5.2. Control de inventario físico y teórico**

El correcto control de la cantidad de inventario que debe mantenerse almacenada es fundamental para evitar que se interrumpa la producción cuando no se tiene un *stock* mínimo y si se posee una alta cantidad de

existencia, representaría un costo elevado para la empresa. Es indispensable mantener un control de inventario correcto para evitar cualquier discrepancia antes mencionada.

### **5.2.1. Verificación de existencias físicas**

Se refiere al conteo del inventario físico. Se debe realizar una revisión semanal de cada materia prima que se encuentra físicamente en la bodega y de esta forma evitar quedarse sin existencias.

Debe anotarse de forma manual, por medio de una tabla, la cantidad de existencia de cada material, para luego ingresar de una forma más práctica los datos a la computadora.

### **5.2.2. Verificación de existencias en el sistema**

Cuando se dan entradas y salidas de materia prima en la bodega, se debe llevar un control en el sistema por medio de una computadora, basado en los pedidos de abastecimiento.

Este dato servirá posteriormente para complementarlo con los datos obtenidos de la revisión semanal de la existencia física de materia prima dentro de la bodega. Se puede utilizar la misma tabla que se utiliza en la verificación de existencias físicas, únicamente cambiará la columna de los datos de inventario físico y se colocarán los datos de inventario en el sistema.

### **5.2.3. Comparación de inventario físico con relación al inventario teórico.**

Luego de obtener los datos de la revisión semanal, se deben ingresar en la computadora para comparar los datos existentes ya en el sistema con los datos del conteo realizado.

Se tomarán las tablas anteriores y se unirán utilizando las columnas de existencia física y existencia en el sistema y se agregará una columna de diferencia. Esta servirá para realizar la resta entre las dos columnas antes mencionadas, teniendo como propósito observar si no existe desfase en el inventario de materia prima.

Si la resta de esta comparación es cero, quiere decir que el inventario no presenta faltantes y esta totalmente cuadrado. Si existiera algún valor en esta columna, entonces debería verificarse si el conteo de inventario físico se realizó de forma correcta o buscar una justificación para el desfase y proponer una acción inmediata.

### **5.3. Desarrollo del plan de mejora**

Es necesario tener un plan de mejora, a través del cual se desarrolla el proceso de calidad, mentalizando a toda la empresa en el trabajo en equipo y bien realizado, y en la necesidad de mejorar continuamente los procesos y acciones.

Se busca contribuir a desarrollar y perfeccionar los procesos de la empresa entorno a calidad, innovación, productividad y servicio al cliente que al final se verán reflejados en mejores y mayores ingresos para la empresa.



### **5.3.1. Círculo de Deming**

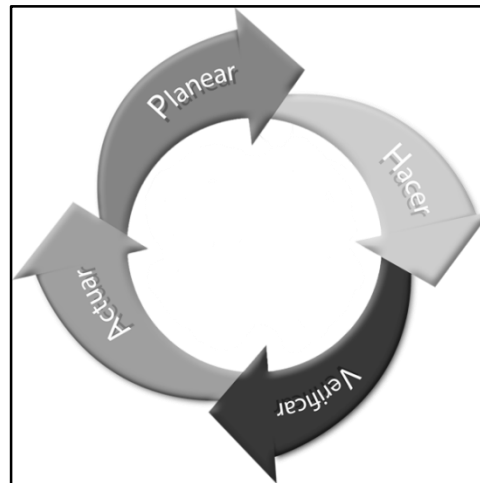
Los círculos de calidad promueven la gestión participativa de todos los miembros de la empresa en el proceso de solución de problemas, son un instrumento esencial para el funcionamiento de un proyecto de mejora continua.

Las personas que se enfrentan a problemas específicos se reúnen para identificar, investigar y encontrar soluciones a los mismos. Identificar el problema no es el fin de los círculos de calidad, el fin consiste en investigar exactamente qué causó el problema, para luego determinar una solución y ponerla en práctica de ser aprobada.

En resumen, el círculo de Deming tiene como misión:

- Contribuir al desarrollo y mejora de la empresa.
- Construir un ambiente agradable de trabajo y respetar las opiniones de los miembros de la empresa.
- Promover el talento de los miembros de la empresa para el mejoramiento continuo.

Figura 21. **Esquema del ciclo de la mejora continua**



Fuente: *Administración de empresas*. <http://educacionsig.blogspot.com>. Consulta: 18 de agosto de 2015.

- Planificar
  - Involucrar a la gente correcta
  - Recopilar los datos disponibles
  - Estudiar los procesos involucrados
  - Desarrollar el plan
  
- Hacer
  - Implementar la mejora/verificar las causas de los problemas
  - Recopilar los datos apropiados

- Verificar
  - Analizar los datos
  - Comprender y documentar los resultados
  - Revisar los problemas y errores
  
- Actuar
  - Incorporar la mejora al proceso
  - Comunicar la mejora a todos miembros de la empresa
  - Identificar nuevos proyectos/problemas

#### **5.3.1.1. Principios del círculo de Deming**

Los círculos de calidad se apoyan principalmente en tres principios generales, los cuales son:

- El trabajo en grupo es connatural a toda sociedad en la que la identidad de la persona está, en gran medida, determinada por el grupo al que pertenece.
  
- Nadie puede conocer mejor el trabajo que aquel que lo realiza cotidianamente.
  
- La mejor idea de uno es siempre inferior a la idea del grupo.

Los círculos de calidad buscan mejorar la calidad del trabajo y la calidad de vida en el trabajo, aumentando el grado de participación de los miembros de la empresa. Los círculos de calidad plantean tres objetivos:

- Contribuir al desarrollo y a la mejora de la empresa.
- Respetar las cualidades humanas, establecer un lugar de trabajo agradable que recobre un sentido positivo.
- Desarrollar la capacidad humana de los trabajadores, optimizando sus cualidades personales.

En la filosofía de los círculos de calidad se encuentran los siguientes principios:

- La participación de las personas a todos los niveles.
- La participación es voluntaria.
- Interés y espíritu de superación constante que hace sensibilizarse de las cosas que no van bien, que podrían ir mejor o que crean problemas.
- Capacidad para analizar los problemas e identificar sus causas.
- Formación para resolver los problemas poniendo los remedios oportunos.
- Mantener los resultados obtenidos. Reconocimiento, a todos los niveles, de que nadie conoce mejor una tarea, un trabajo o un proceso aquel que lo realiza cotidianamente.
- Respeto al individuo, a su inteligencia y a su libertad.

- Potenciación de las capacidades individuales a través del trabajo en grupo.
- Referencia a temas relacionado con el trabajo.

#### **5.3.1.2. Puntos focales del círculo de Deming**

- Calidad: es considerado el gran objetivo de los círculos, debido a que los mercados son cada vez más competitivos y se tiene un mayor nivel de exigencia lo que provoca que la calidad sea una preocupación central para las empresas.
- Productividad: el círculo de la mejora continua pueden colaborar en incrementar la productividad en un sentido más amplio y en todas las áreas de la empresa.
- Mejora de costos: el conocimiento de los costos evita el derrochar y la mala administración de los recursos.
- Motivación: se puede conseguir motivar de una forma constante a los miembros de la empresa con su participación en los objetivos de la empresa.
- Integración: hace que los miembros de la empresa conozcan el trabajo de los demás y comprendan de una mejor manera sus necesidades y problemas.
- Reorganización: realizar cambios en la estructura de la empresa o en los procesos que conlleven a una mejora.

### **5.3.1.3. Característica del círculo de Deming**

- Tamaño: debe tener como mínimo 4 y como máximo 15 miembros de la empresa.
- Periodicidad: los intervalos deben ser fijos, una vez por semana sería lo ideal.
- Integrantes: deben estar bajo el liderazgo de la misma persona que a su vez también participa.
- Participación: el grupo es quien debe tomar las decisiones. Las decisiones no se toman por votación sino por consenso.
- Voluntariedad: los miembros deciden si participan o no, no es obligatorio.

### **5.3.1.4. Estrategia de planificación**

La metodología de los círculos de calidad es una secuencia de actividades que ayuda a facilitar la solución de los problemas o la realización de mejoras en una forma organizada.

- Identificación y selección del problema
  - Realizar un listado de los problemas hallados.
  - Describir el problema indicando ubicación, tiempo y alcance.
  - Visitar el lugar en donde se está dando el problema y fijar una meta para minimizarlo.

- Análisis (causas del problema)
  - Identificar las causas principales que están propiciando el problema, se puede utilizar la técnica de tormenta de ideas y luego se realiza un diagrama de causa y efecto.
  - Determinar las acciones que se deben implementar para eliminar o disminuir las causas del problema.
  
- Generación de soluciones
  - Con la misma técnica de tormenta de ideas se pueden obtener varias alternativas de solución.
  - Seleccionar la mejor solución generada de la tormenta de ideas.
  
- Selección y planificación de la solución
  - Se debe de desarrollar un plan en donde se contesten las siguientes preguntas: qué, cómo, cuándo, quién y dónde.
  - Obtener la aprobación de gerencia y la colaboración necesaria de los miembros de la empresa.

#### **5.3.1.5. Implementación de las estrategias propuestas**

Si la gerencia aprueba el plan presentado, se debe comunicar a los miembros de la empresa que deben realizarlo. Se debe entregar a cada persona involucrada qué debe hacer, cómo y cuándo debe hacerlo.

Las acciones deben implementarse de acuerdo al plan elaborado y se debe tener un registro de los recursos utilizados, tanto materiales como humanos.

Luego de implementado el plan, se debe verificar y comparar la efectividad de las acciones que se han desarrollado y validar si la meta propuesta fue alcanzada.



## CONCLUSIONES

1. Luego de establecer el inventario de materia prima y clasificarlo por medio del método de control de inventarios ABC, se obtuvo que para la clasificación A se tiene 64,38 %, clasificación B 29,41 % y clasificación C 6,21 % de valor de consumo anual.
2. Los materiales de clasificación A que representa mayor volumen monetario para la empresa son: bronce TP-660, acero XW-4, acero D2 y acero DF-2.
3. Con base en los datos históricos de las ventas de los últimos tres años de la empresa, se estableció que el tipo de demanda para los materiales se ajusta a un comportamiento de demanda de serie estacional, la demanda tiene un comportamiento similar para los mismos meses pero en diferente año.
4. Para lograr una mejora continua en el sistema de control de inventarios de la empresa, se debe seguir la estrategia de planificación, teniendo una secuencia de actividades que ayuden a facilitar la solución de los problemas que la empresa detecte y así lograr la realización de mejoras.



## RECOMENDACIONES

1. Se debe tener un correcto control de las entradas y salidas de materia prima para evitar desfases en el inventario y para suministrar de forma correcta los materiales y evitar atrasos de pedidos a clientes o en la producción.
2. Llevar un control de las ventas históricas de la empresa, ya que si surge algún cambio en cuanto a la demanda, se debe identificar nuevamente el tipo de pronóstico a utilizar.
3. Capacitar al personal que se encuentra a cargo del control de inventarios y mantenerlos informados sobre los cambios a realizar dentro de la empresa.
4. El gerente debe promover la participación de todos los miembros de la empresa, ya que ellos son un elemento esencial para el funcionamiento de un proyecto.



## BIBLIOGRAFÍA

1. ALVARADO ORELLANA, Eddy Roberto. *Diseño de un sistema para la optimización del manejo de inventarios en una industria papelera*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2011. 36 p.
2. BRONSON, Richard. *Teoría y problemas de investigación de operaciones*. México: McGraw-Hill, 1990. 323 p.
3. COLLIGNON, Joffrey; VERMOREL, Joannes. *Análisis ABC (inventario)*. [en línea]. <[http://www.lokad.com/es/definicion-analisis-abc-\(inventario\)>](http://www.lokad.com/es/definicion-analisis-abc-(inventario)>). [Consulta: 11 de mayo de 2015].
4. CONTRERAS DÍAZ, Glenda Alejandra. *Mejora en el sistema de manejo y control de inventarios en una bodega de materia prima*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2013. 109 p.
5. GONZALEZ, Ignacio. *Sistema de costos de inventarios*. [en línea]. <<http://www.gestiopolis.com/finanzas-contaduria-2/sistema-costos-inventarios.htm>>. [Consulta: 23 de marzo de 2015].
6. MULLER, Max. *Fundamentos de administración de inventarios*. Bogotá: Norma, 2004. 249 p.

7. PAZ VELÁSQUEZ, Miguel Ángel. *Diseño de un control de inventarios de artículos de alto impacto y mejoras para la optimización de la bodega para la empresa de bebidas gaseosas, EMSA*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2007. 172 p.
  
8. PIERRI GORDILLO, Vera Karina. *Propuesta de un sistema de gestión de inventarios para una empresa de metal mecánica*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2009. 116 p.