



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

**APLICACIÓN DE LA TEORÍA DE INVENTARIOS PARA LA REDUCCIÓN DE COSTOS A  
TRAVÉS DE LOS SUMINISTROS DE PRODUCCIÓN**

**Andrea Carolina Bonilla Medina**

Asesorado por el Ing. Carlos Domingo Mendoza Cifuentes

Guatemala, noviembre de 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**APLICACIÓN DE LA TEORÍA DE INVENTARIOS PARA LA REDUCCIÓN DE  
COSTOS A TRAVÉS DE LOS SUMINISTROS DE PRODUCCIÓN**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**ANDREA CAROLINA BONILLA MEDINA**

ASESORADO POR EL ING. CARLOS DOMINGO MENDOZA CIFUENTES

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERA INDUSTRIAL**

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2017

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	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Jurgen Andoni Ramírez Ramírez
VOCAL V	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADORA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas
EXAMINADORA	Inga. Sindy Massiel Godinez Bautista
EXAMINADORA	Inga. Ericka Nathalie López Torres
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

## **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:

### **APLICACIÓN DE LA TEORÍA DE INVENTARIOS PARA LA REDUCCIÓN DE COSTOS A TRAVÉS DE LOS SUMINISTROS DE PRODUCCIÓN**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 3 de marzo de 2016.

**Andrea Carolina Bonilla Medina**

Guatemala, marzo de 2017

Ingeniero José Francisco Gómez Rivera  
Director Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Por este medio me dirijo a usted, para manifestarle que he revisado el trabajo de graduación de la estudiante universitaria Andrea Carolina Bonilla Medina cursante de la carrera Ingeniería Industrial, en la escuela a su cargo, con carné No. 201314069, documento de identificación 2525525390115, con el título "APLICACIÓN DE LA TEORÍA DE INVENTARIOS PARA LA REDUCCIÓN DE COSTOS A TRAVÉS DE LOS SUMINISTROS DE PRODUCCIÓN"; luego de realizar las revisiones correspondientes recomiendo su aprobación.

Atentamente,



  
Carlos Domingo Mendoza Cifuentes  
Ingeniero Industrial  
Colegiado No. 7661



REF.REV.EMI.145.017

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **APLICACIÓN DE LA TEORÍA DE INVENTARIOS PARA LA REDUCCIÓN DE COSTOS A TRAVÉS DE LOS SUMINISTROS DE PRODUCCIÓN**, presentado por la estudiante universitaria **Andrea Carolina Bonilla Medina**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Sergio Antonio Torres Méndez  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, octubre de 2017.

/mgp



REF.DIR.EMI.197.017

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 **APLICACIÓN DE LA TEORÍA DE INVENTARIOS PARA LA REDUCCIÓN DE COSTOS A TRAVÉS DE LOS SUMINISTROS DE PRODUCCIÓN**, presentado por la estudiante universitaria **Andrea Carolina Bonilla Medina**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. José Francisco Gómez Rivera  
DIRECTOR a.i.  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, noviembre de 2017.

/mgp

Universidad de San Carlos  
De Guatemala

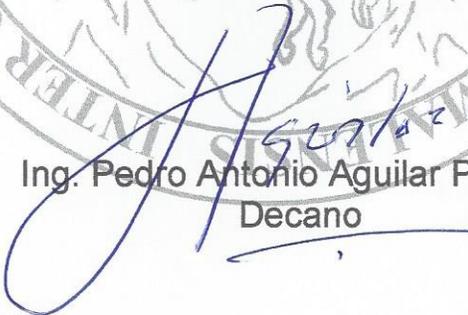


Facultad de Ingeniería  
Decanato

Ref. DTG.575-2017

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: **APLICACIÓN DE LA TEORÍA DE INVENTARIOS PARA LA REDUCCIÓN DE COSTOS A TRAVÉS DE LOS SUMINISTROS DE PRODUCCIÓN**, presentado por la estudiante universitaria: **Andrea Carolina Bonilla Medina**, 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, noviembre de 2017

/cc

## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Dios</b>	Por darme la vida, sabiduría, fortaleza y ser mi guía en todo momento.
<b>Mis padres</b>	Anabella Medina y Víctor Bonilla, por su amor, apoyo, entrega, paciencia y por ser mi inspiración para ser una mejor persona.
<b>Mi abuela</b>	María Eugenia Sarmiento Ruiz, por su cariño, apoyo a lo largo de mi vida y por ser un gran ejemplo a seguir.
<b>Mi hermana</b>	Cindy María Bonilla Medina, por creer en mí y por su apoyo. Que mi logro sirva de inspiración para alcanzar sus metas.
<b>Mi familia</b>	Abuela, hermano, tíos, tías, primos, primas, por su cariño incondicional.
<b>Mis amigos</b>	Por compartir mis alegrías, por su amistad y por ser una importante influencia en mi carrera.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

**Universidad de San  
Carlos de Guatemala**

Mi alma máter, por permitir que me convirtiera en una profesional.

**Facultad de Ingeniería**

Por brindarme los conocimientos necesarios para desempeñarme como profesional.

**Ingeniero Carlos  
Mendoza**

Por su apoyo, enseñanza y colaboración al asesorar este trabajo de graduación.

**Mis amigos de la  
facultad**

Por formar un gran equipo, por ser una influencia importante y por su amistad a lo largo de la carrera.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS .....	XI
GLOSARIO .....	XIII
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN .....	XIX
1. GENERALIDADES.....	1
1.1. Galvanizadora Centroamericana S.A. ....	1
1.1.1. Reseña histórica .....	1
1.1.2. Localización .....	2
1.1.3. Misión .....	2
1.1.4. Visión.....	2
1.1.5. Estructura organizacional .....	2
1.1.6. Organigrama.....	3
1.1.7. Productos.....	4
1.1.7.1. Lámina galvanizada.....	4
1.1.7.1.1. Proceso de galvanización.....	4
1.1.7.1.2. Teoría de la corrosión y la acción del zinc .....	5
1.1.7.2. Lámina galuzinc.....	5
1.1.7.2.1. Aluzinc.....	6
1.2. Inventario.....	6
1.3. Teoría de inventarios.....	7

1.3.1.	Costo de Inventarios .....	7
1.3.1.1.	Costo del manejo de inventarios .....	7
1.3.1.2.	Costo del mantenimiento de inventarios .....	8
1.3.1.3.	Costo por faltante .....	9
1.3.1.4.	Costo por sobrante .....	9
1.3.1.5.	Costo por salvamento .....	9
1.3.2.	Modelo de pedido económico.....	9
1.4.	Método de inventario.....	13
1.4.1.	Último de entrar primero en salir (UEPS) .....	13
1.4.2.	Primero en entrar primero en salir (PEPS) .....	13
1.4.3.	Valor promedio .....	13
2.	SITUACIÓN ACTUAL .....	15
2.1.	Área de producción .....	15
2.1.1.	Descripción de la situación actual .....	15
2.1.2.	Función general.....	16
2.1.3.	Estructura .....	17
2.1.4.	Organigrama .....	17
2.1.5.	Jornadas de trabajo.....	18
2.2.	Producto.....	18
2.2.1.	Demanda.....	19
2.2.2.	Proceso de Producción .....	19
2.2.2.1.	Diagrama de procesos .....	20
2.2.2.2.	Diagrama de flujo .....	22
2.2.2.3.	Diagrama de recorrido.....	24
2.3.	Materia prima .....	25
2.3.1.	Descripción.....	25
2.3.2.	Consumo .....	25

	2.3.2.1.	Promedio de consumo .....	26
2.3.3.	Costos .....		26
	2.3.3.1.	Costo de materia prima .....	27
	2.3.3.2.	Costo de pedido.....	28
	2.3.3.3.	Costo de mantenimiento.....	28
	2.3.3.4.	Costo total.....	28
2.3.4.	Procedimiento de pedido .....		29
3.	PROPUESTA PARA LA APLICACIÓN DE LA TEORÍA DE INVENTARIOS .....		31
3.1.	Análisis de problemas y objetivos.....		31
	3.1.1.	Gráfico de problemas .....	31
	3.1.2.	Gráfico de objetivos .....	32
3.2.	Control y manejo de materiales .....		33
3.3.	Modelo propuesto .....		35
	3.3.1.	Proyecciones de ventas.....	35
	3.3.2.	Consumo estándar de materia prima y suministros.....	40
	3.3.3.	Existencia actual de materia prima .....	41
	3.3.4.	Proveedores .....	42
	3.3.4.1.	Tiempo de entrega.....	42
	3.3.4.2.	Mínimo de compra .....	44
3.4.	Gestión de inventario.....		44
	3.4.1.	Materia prima.....	44
	3.4.1.1.	Stock de seguridad .....	53
	3.4.1.2.	Nivel de reorden .....	53
	3.4.1.3.	Nivel máximo .....	54
	3.4.1.4.	Cantidad óptima de pedido.....	54
	3.4.1.5.	Períodos de reabastecimiento .....	55

3.5.	Existencia.....	58
3.5.1.	Equivalencia a días de consumo.....	59
3.5.2.	Equivalencia de existencia a producto terminado ...	59
3.5.3.	Costo de inventario final.....	60
3.6.	Inventario mínimo.....	61
4.	IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA .....	63
4.1.	Implementación de la teoría de inventarios.....	63
4.1.1.	Proyección de ventas .....	63
4.1.2.	Políticas de pedido .....	64
4.1.3.	Inventario de seguridad para materia prima .....	64
4.2.	Control de requerimiento.....	65
4.2.1.	Cronograma de períodos de reabastecimiento .....	65
4.3.	Informes .....	66
4.3.1.	Materia prima .....	67
4.3.1.1.	Existencias de inventario físico y teórico de materia prima.....	67
4.3.1.2.	Consumo mensual .....	68
4.3.1.3.	Costo mensual .....	69
4.3.2.	Producto terminado .....	70
4.4.	Recursos .....	72
4.5.	Cronograma de implementación .....	72
5.	SEGUIMIENTO.....	75
5.1.	Actualización .....	75
5.1.1.	Mensual.....	75
5.1.1.1.	Consumo estándar de materia prima e insumos.....	75
5.1.1.2.	Costo estándar .....	76

5.1.1.3.	Proyecciones de ventas.....	76
5.1.2.	Semestral.....	76
5.1.2.1.	Mínimo de pedido a los proveedores...	76
5.1.2.2.	Tiempo de entrega de los proveedores.....	76
5.2.	Estadísticas .....	77
5.2.1.	Ingreso de suministros y materia prima .....	77
5.2.2.	Egresos de suministros y materia prima .....	77
5.3.	Auditorías .....	78
5.3.1.	Internas.....	78
5.3.2.	Externas .....	80
5.4.	Beneficio de aplicación de la propuesta .....	81
5.4.1.	Reducción de costo de inventario de materia prima.....	82
5.4.2.	Niveles de materia prima adecuados.....	83
CONCLUSIONES .....		85
RECOMENDACIONES .....		87
BIBLIOGRAFÍA.....		89
ANEXOS.....		91



# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1.	Organigrama Galcasa .....	3
2.	Diagrama de pedido económico.....	10
3.	Representación gráfica de los costos.....	12
4.	Organigrama del área de producción .....	17
5.	Diagrama de procesos .....	21
6.	Diagrama de flujo .....	22
7.	Diagrama de recorrido.....	24
8.	Gráfico de problemas .....	32
9.	Gráfico de objetivos.....	32
10.	Gráfico de ventas contra tiempo .....	37
11.	Modelo de inventario determinístico, ácido clorhídrico .....	46
12.	Modelo de inventario determinístico, antimonio .....	47
13.	Modelo de inventario determinístico, azufre.....	48
14.	Modelo de inventario determinístico, cloruro de amonio .....	49
15.	Modelo de inventario determinístico, estaño .....	50
16.	Modelo de inventario determinístico, zinc .....	51
17.	Modelo de inventario determinístico, plomo .....	52
18.	Formato de cronograma de requisición.....	66
19.	Formato de inventario físico y teórico.....	68
20.	Formato de consumo mensual materia prima .....	69
21.	Formato de costo mensual materia prima .....	70
22.	Formato de producto terminado .....	71
23.	Actividades de implementación .....	73

24.	Cronograma de implementación .....	73
-----	------------------------------------	----

## TABLAS

I.	Jornadas de trabajo .....	18
II.	Demanda mensual.....	19
III.	Demanda mensual promedio.....	19
IV.	Consumo mensual.....	26
V.	Consumo promedio.....	26
VI.	Costos promedio.....	27
VII.	Ventas históricas últimos tres años.....	36
VIII.	Último período.....	37
IX.	Promedio aritmético .....	38
X.	Promedio móvil simple.....	38
XI.	Promedio móvil ponderado .....	39
XII.	Promedio exponencial .....	39
XIII.	Promedio exponencial con tendencia .....	39
XIV.	Proyección de venta .....	40
XV.	Consumo por unidad.....	41
XVI.	Existencia actual .....	42
XVII.	Tiempo de entrega.....	43
XVIII.	Políticas de pedido.....	43
XIX.	Mínimo de compra .....	44
XX.	Explosión de materia prima .....	45
XXI.	Stock de seguridad .....	53
XXII.	Nivel de reorden.....	54
XXIII.	Nivel máximo .....	54
XXIV.	Cantidad óptima de pedido .....	55
XXV.	Períodos de reabastecimiento .....	56

XXVI.	Cronograma, ácido clorhídrico .....	56
XXVII.	Cronograma, antimonio.....	57
XXVIII.	Cronograma, azufre .....	57
XXIX.	Cronograma, cloruro de amonio.....	57
XXX.	Cronograma, estaño.....	57
XXXI.	Cronograma, zinc.....	58
XXXII.	Cronograma, plomo.....	58
XXXIII.	Existencia final 2 .....	59
XXXIV.	Equivalencia de existencias a días de consumo .....	59
XXXV.	Equivalencia de existencias a producto terminado .....	60
XXXVI.	Costo de inventario final.....	60



## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>Abr</b>	Abril
<b>Ago</b>	Agosto
<b>Dic</b>	Diciembre
<b>Do</b>	Domingo
<b>Ene</b>	Enero
<b>IEI</b>	Error absoluto
<b>Feb</b>	Febrero
<b>Ju</b>	Jueves
<b>Jul</b>	Julio
<b>Jun</b>	Junio
<b>Kg</b>	Kilogramos
<b>Lu</b>	Lunes
<b>Ma</b>	Martes
<b>Mar</b>	Marzo
<b>MP</b>	Materia prima
<b>May</b>	Mayo
<b>Mi</b>	Miércoles
<b>mm</b>	Milímetros
<b>Nov</b>	Noviembre
<b>Oct</b>	Octubre
<b>%</b>	Porcentaje
<b>Q</b>	Quetzal
<b>Sa</b>	Sábado

**Sep**

**Σ**

**Vi**

Septiembre

Sumatoria

Viernes

## GLOSARIO

<b>Corrosión</b>	Reacción química entre un metal con el oxígeno.
<b>Demanda</b>	Cantidad de producto solicitada por los clientes.
<b>Galcasa</b>	Galvanizadora Centroamericana S.A.
<b>Inmersión</b>	Introducir completamente un cuerpo en un líquido.
<b>Insoluble</b>	Que no puede ser disuelto ni diluido.
<b>Insumo</b>	Bien de cualquier clase empleado en la producción de otros bienes.
<b>Merma</b>	Es una pérdida de alguna de las características físicas de los productos obtenidos.
<b>Reabastecimiento</b>	Operación que consiste en contar nuevamente con <i>stock</i> completo de algún material.
<b>Requisición</b>	Solicitud de materiales.
<b>Stock</b>	Cantidad de material que se mantiene almacenado en espera de su venta o comercialización.
<b>Suministro</b>	Abastecimiento de bienes o de productos.



## RESUMEN

Galvanizadora Centroamericana S.A., es una empresa de sólido prestigio, dedicada a la fabricación de láminas, posicionada en el mercado nacional y centroamericano.

Al realizar un análisis de la situación actual, se determinó que no contaba con un sistema de control de inventarios adecuado, lo que incurría en costos debido a su mal manejo.

Se presenta la propuesta con el fin de reducir los costos de inventario de suministros para la producción y evitar que los mismos sean innecesariamente grandes en la empresa en estudio. La reducción del costo de inventario de insumos tendrá un impacto fuerte en el flujo de efectivo, mejorará la rotación del inventario y dará un mejor panorama para la administración del espacio físico.

La propuesta funciona con base en datos de proyecciones de venta, consumo de los insumos, costos estándar de los insumos, tiempos de entrega de los proveedores y mínimos de compra de los proveedores.

Se aplica la teoría de inventarios para crear una serie de políticas y controles para monitorear los niveles de inventario y determinar los niveles que se deben mantener; además, determinar el momento exacto cuando las existencias se deben reponer y el tamaño que deben tener los pedidos del material necesario para la fabricación de las láminas.



# OBJETIVOS

## General

Aplicar la teoría de inventarios para la reducción de costos a través de los suministros de producción.

## Específicos

1. Realizar un análisis de problemas y objetivos por medio del gráfico de problema y objetivos.
2. Realizar un pronóstico de ventas utilizando cada uno de los métodos cuantitativos para familias estables.
3. Determinar la cantidad optima de pedido, *stock* de seguridad, nivel de reorden y nivel máximo de cada una de las materias primas.
4. Desarrollar un cronograma de pedidos que especifique cantidades y fechas de colocación y recepción de materia.



## INTRODUCCIÓN

Actualmente, la empresa Galvanizadora Centroamericana S.A. (Galcasa) se dedica a la fabricación por inmersión en caliente, de láminas galvanizadas lisas y acanaladas para techos. También, fabrica láminas para uso industrial y artesanal. Además, comercializan otros productos derivados del acero para atender los distintos mercados: comercial, industrial y de la construcción.

Es muy importante asegurar que la empresa cuente con inventario de material suficiente para que la operación de producción de láminas funcione sin obstáculos para satisfacer la demanda.

Cuando se mantiene un inventario del material requerido para la producción existen una serie de costos asociados al mismo, por lo que es importante evitar inventarios innecesariamente grandes para reducir dichos costos y mejorar la competitividad de la empresa.

El presente trabajo de graduación, aplicación de la teoría de inventarios, se enfoca en encontrar un equilibrio sobre la cantidad que se desea pedir del material necesario para la producción de láminas y el tiempo exacto para realizar el pedido, con el objetivo de que el costo relacionado no sea excesivo para la empresa.



# 1. GENERALIDADES

## 1.1. Galvanizadora Centroamericana S.A.

Galvanizadora Centroamericana S.A., es una industria guatemalteca que cuenta con más de 40 años de experiencia, se dedica a fabricar láminas galvanizadas lisas y acanaladas para techos.

### 1.1.1. Reseña histórica

“Galvanizadora Centroamericana S.A., se fundó en 1964 con capital guatemalteco, japonés y americano. Desde el inicio se ha dedicado a la producción de láminas acanaladas para techo y láminas lisas para uso artesanal; generan trabajo directo e indirecto a más de cien personas.

Cuenta con una capacidad instalada de 24 000 toneladas métricas anuales de producción, 50 % para exportaciones y 50 % para consumo nacional. Actualmente, exporta a México, El Salvador, Nicaragua y Honduras generando ventas de 175 millones de quetzales, por lo que forma una de las corporaciones japonesas más grandes del planeta Mitsubishi Corporation.

La experiencia de más de cuarenta años le ha permitido ser líder en el mercado, ya que la marca es reconocida no solo por los años que lleva en el mercado sino por su calidad respaldada por tecnología japonesa”<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Galvanizadora Centroamericana S.A., Galcasa. *Reseña histórica*. [https://galcasa.com.gt/?page\\_id=12](https://galcasa.com.gt/?page_id=12). Consulta: 26 de marzo de 2016.

### **1.1.2. Localización**

La empresa está localizada a 16 km de la ciudad de Guatemala; su dirección física es 8a calle, 1ra avenida, zona 1, Villa Nueva, Guatemala, C.A.

Cuenta con una sala de ventas en la 15 calle, 5-39, zona 11 colonia Mariscal.

### **1.1.3. Misión**

“Proveer productos para techos y derivados del acero para satisfacer las necesidades de la vivienda y de la industria, de acuerdo a los requerimientos del consumidor, utilizando estándares de calidad y eficiencia para el bienestar humano, que nos permita ser rentables para el beneficio de los accionistas, nuestros colaboradores y de la región centroamericana”<sup>2</sup>.

### **1.1.4. Visión**

“Ser líderes a nivel centroamericano con la calidad y eficiencia en la producción de láminas galvanizadas y de otros productos derivados del acero para uso en la industria y la construcción”<sup>3</sup>.

### **1.1.5. Estructura organizacional**

Galcasa cuenta con una estructura organizacional funcional. Consiste en crear divisiones de trabajo dentro de una empresa con el fin de agrupar las principales actividades. Cada grupo funcional está integrado verticalmente desde la parte inferior hasta la parte superior.

---

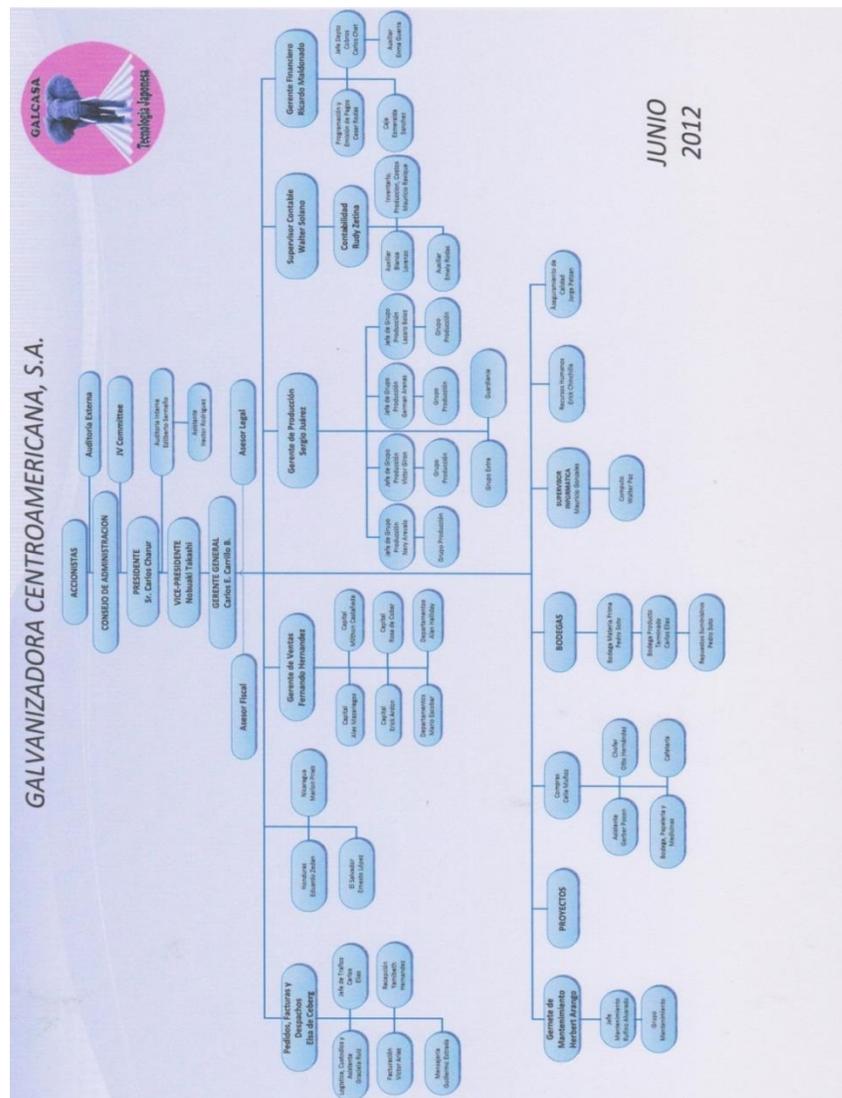
<sup>2</sup> Galvanizadora Centroamericana S.A., Galcasa. *Misión y visión*. [https://galcasa.com.gt/?page\\_id=12](https://galcasa.com.gt/?page_id=12). Consulta: 26 de marzo de 2016.

<sup>3</sup> *Ibíd.*

## 1.1.6. Organigrama

El organigrama de Galcasa representa gráficamente la estructura organizacional.

Figura 1. Organigrama de Galcasa



Fuente: Galcanizadora Centroamericana S.A., Galcasa. *Organigrama de Galcasa.*

[https://galcasa.com.gt/?page\\_id=12](https://galcasa.com.gt/?page_id=12). Consulta: 26 de marzo de 2016.

### **1.1.7. Productos**

Galcasa maneja diversos productos entre los que destacan láminas: galvanizada, acanalada, lisa, galuzinc, caliente, fría, labrada y troquelada. Además, ofrece productos derivados del acero: costaneras, perfiles, varillas, tubería industrial, tubería mecánica y tubería eléctrica.

La lámina galvanizada y la lámina galuzinc son los principales productos de la empresa, por lo que se describirán a continuación.

#### **1.1.7.1. Lámina galvanizada**

La lámina de acero sometida a un proceso de inmersión en caliente que recubre la lámina al 100 % de zinc es conocida como lámina galvanizada. El galvanizado es capaz de resistir mejor las fuerzas destructivas que pueden actuar contra el acero.

La lámina galvanizada tiene diversas aplicaciones: construcción, fabricación de herramientas, automóviles, entre otras.

##### **1.1.7.1.1. Proceso de galvanización**

El proceso de galvanización es utilizado para controlar la corrosión. El zinc aplicado como un recubrimiento galvanizado en caliente protege al acero expuesto que forma una barrera física contra la corrosión. Aunque esta barrera se puede deteriorar con el tiempo, es muy útil para prolongar la vida del acero.

El acero galvanizado en caliente se ha utilizado en distintas industrias para combatir la corrosión; además, resulta considerablemente mejor que el hierro y

el acero. Se prefiere la galvanización para proteger al hierro y al acero por su bajo costo y su facilidad de aplicación.

#### **1.1.7.1.2. Teoría de la corrosión y la acción del zinc**

El proceso de producción de una lámina galvanizada únicamente implica la hoja de inmersión en zinc caliente. Después del proceso de galvanización, el recubrimiento de zinc reacciona con el oxígeno, formando óxido de zinc. La capa de óxido de zinc se expone al aire libre de una atmósfera normal, reaccionando con el agua y se produce el hidróxido de zinc. Durante el secado, el hidróxido de zinc, reacciona con el dióxido de carbono y se convierte en una capa básica de carbonato de zinc.

La capa de carbonato de zinc es una capa delgada y compacta que se adhiere firmemente por lo que proporciona una excelente protección. Debido a que esta capa es relativamente insoluble, es resistente a la intemperie. El grado de protección varía de acuerdo al ambiente; la velocidad de corrosión es relativamente baja.

#### **1.1.7.2. Lámina galuzinc**

La lámina de galuzinc es una lámina recubierta con aluzinc; se caracteriza por la resistencia a la corrosión, reflectividad lumínica, protección a áreas cortadas o perforadas y facilita la adherencia de la pintura.

### **1.1.7.2.1. Aluzinc**

El aluzinc, conocido como galvalume, es una aleación de aluminio, zinc y silicio. La protección que provee el aluzinc es siete veces mejor que la del galvanizado. Además, tiene unas excelentes propiedades de reflexión debido a la superficie brillante.

El aluminio aporta una alta resistencia a la corrosión y le otorga la reflectividad térmica. El zinc protege al acero mediante la acción de sacrificio, oxidándose antes. El silicio le otorga una adherencia especial a la mezcla. La barrera que se forma protege al acero, separando la superficie de la atmósfera. Dicha barrera es particularmente estable, por lo que le otorga una buena resistencia a la corrosión a largo plazo.

## **1.2. Inventario**

Los inventarios de cualquier organización, empresa, compañía o fábrica están integrados por la materia prima necesaria para fabricar productos; también, los productos en proceso, todos los materiales o bienes que se encuentran en proceso de manufactura, los suministros que se utilizan en diversas operaciones, es decir, los bienes o materiales que son utilizados para fabricar un determinado producto los cuales son muy difíciles de cuantificar y los productos terminados que son materiales que se han transformado para ser vendidos.

En general, se determina que los inventarios representan un conjunto de bienes tangibles y en existencia los cuales se encuentran disponibles para satisfacer una demanda futura.

Planificar y establecer la requisición de materias primas necesarias para la fabricación de productos es fundamental para mantener un adecuado inventario para que la producción no deba detenerse por la falta de materia prima; además, una adecuada gestión de inventarios permite reducir los costos en una empresa ya que no debe existir saturación de materiales que representen demasiado capital invertido.

### **1.3. Teoría de inventarios**

La teoría de inventarios es de suma importancia ya que consiste en controlar y planificar la cantidad adecuada de los materiales dentro de una organización. La gestión abarca desde los proveedores hasta la entrega de los productos a los consumidores.

Existen distintos modelos de inventarios que pretenden establecer la cantidad de materia prima que se debe pedir y cuándo se debe realizar el pedido. Los pedidos se deben realizar de manera que el costo total del inventario sea el mínimo posible y que se satisfaga la demanda.

#### **1.3.1. Costo de inventarios**

Los inventarios traen consigo una serie de costos: costo de manejo de inventarios, costo del mantenimiento de inventarios, costo por faltante, costo por sobrante y costo por salvamento.

##### **1.3.1.1. Costo del manejo de inventarios**

Los costos del manejo de inventario son costos variables que se pagan para contar con la materia prima necesaria para cumplir con una determinada

demanda. Entre este tipo de costos figuran intereses, almacenamiento y manejo, impuestos, seguros y mermas. Cuando estos componentes cambian según el nivel de inventario, lo mismo sucede con su costo de manejo. Generalmente, se expresa el costo de manejo de inventario de un artículo, por determinado período de tiempo, como un porcentaje de su respectivo valor, el cual fluctúa normalmente entre el 20 % y el 40 % de su valor.

### **1.3.1.2. Costo del mantenimiento de inventarios**

Los costos del mantenimiento de inventarios incluyen los costos variables unitarios, generados por el almacenamiento de las cantidades de materia prima en un período determinado. Entre los costos más comunes se encuentran:

- Costo de inmovilización de capital: al invertir dinero en los inventarios se convierte en un costo real ya que no puede destinarse a otros fines. El costo de inmovilización de capital incluye todo lo relacionado con la inversión y el costo de oportunidad del dinero invertido en el inventario.
- Costos por seguros: los costos por seguros forman parte del costo del mantenimiento de inventarios debido a que debe estar protegido de cualquier percance.
- Costos por almacenamiento: es el costo por espacio físico, ya que todos los materiales requieren espacio y tienen que ser movilizados para entrar o salir del almacén. Pueden generarse cuando se alquila un espacio y cuando a causa del almacenamiento la empresa no utiliza ese espacio el cual podría haber sido utilizado productivamente.

- Costo por obsolescencia: debe contemplarse un porcentaje del costo de mantenimiento debido al riesgo que existe de que los materiales almacenados se vuelvan obsoletos. También, se presenta la obsolescencia cuando el inventario no puede usarse o venderse en su valor total a causa de cambios de modelo, cambios de ingeniería o descensos inesperados de la demanda.

#### **1.3.1.3. Costo por faltante**

Se le conoce como costo por faltante cuando se deja de percibir una utilidad por unidad demandada, cuando se pierde un cliente por no tener inventario disponible para cumplir con la demanda. Son los costos en los que se incurre cuando tienen lugar situaciones de falta de existencias.

#### **1.3.1.4. Costo por sobrante**

Existe costo por sobrante cuando un material se mantiene en inventario en cantidades excesivas. Es decir, el material no está siendo utilizado.

#### **1.3.1.5. Costo por salvamento**

El costo de salvamento se conoce como el valor de recuperación de inventarios cuyo periodo de vida útil ha pasado.

### **1.3.2. Modelo de pedido económico**

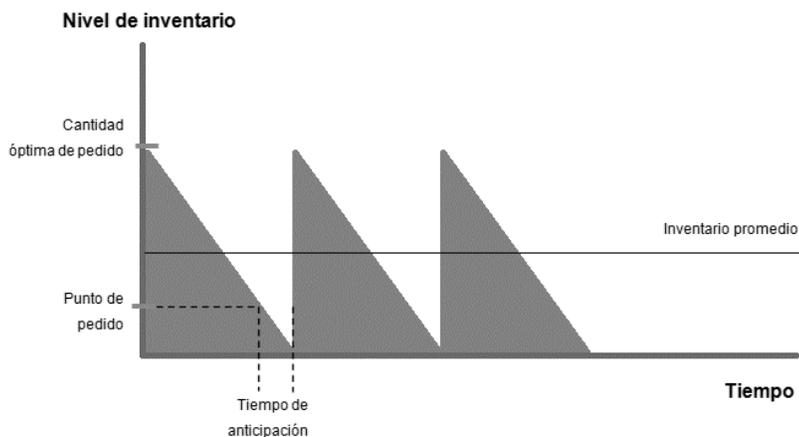
Existen modelos matemáticos que permiten resolver de una manera sistemática la problemática de la gestión de inventarios. Estos modelos se clasifican en dos categorías las cuales dependen del comportamiento de la

demanda: los modelos de demanda constante y los relacionados con una demanda aleatoria.

Existen cuatro modelos básicos de inventario determinístico, es decir, modelos de demanda constante y conocida, y para un solo producto. Dentro de este tipo de modelos se encuentra el modelo de pedido económico, es el modelo matemático más sencillo y se basa en tres supuestos fundamentales: el primero es que se conoce la demanda anual de los materiales que se encuentran en el inventario; segundo la frecuencia de la utilización del inventario es conocida y constante, por último, los pedidos que se reciben en el momento exacto en que los inventarios de agotan.

Este modelo de inventario se representa a través de un gráfico de dos dimensiones: el eje x representa los intervalos de tiempo y el eje y contiene las cantidades de materia prima que se requiere para cumplir con el plan de producción. Su forma general y características se detallan a continuación:

Figura 2. **Diagrama de pedido económico**



Fuente: elaboración propia.

Este sistema de inventarios funciona de la siguiente manera: se recibe un pedido, el cual va directamente a la bodega, por lo que la bodega comienza a vaciarse. Cuando la cantidad disponible de inventario de artículos llega a determinado nivel, se vuelve a ordenar un pedido, el que tardará algún tiempo en recibirse. Mientras tanto, se consume el inventario que queda en la bodega, abajo del punto de reorden.

Tiene en cuenta los diferentes costos financieros y de operación por lo que permite determina la cantidad de pedido que minimice los costos de inventario de la compañía. Además, permite determinar la cantidad de pedidos y el tiempo entre pedidos.

La simbología que se utilizará es una ya existente, lo importante es tener claro los elementos conceptuales:

- C1: costo unitario
- C2: costo de ordenar
- C3: costo de almacenamiento
- CT: costo total
- D: demanda
- Q: cantidad óptima
- NR: nivel de reorden
- N: número de pedidos
- t: tiempo entre pedidos
- l: tiempo en llegar una orden

$$Q = \sqrt{\frac{2 \cdot D \cdot C_2}{C_3}}$$

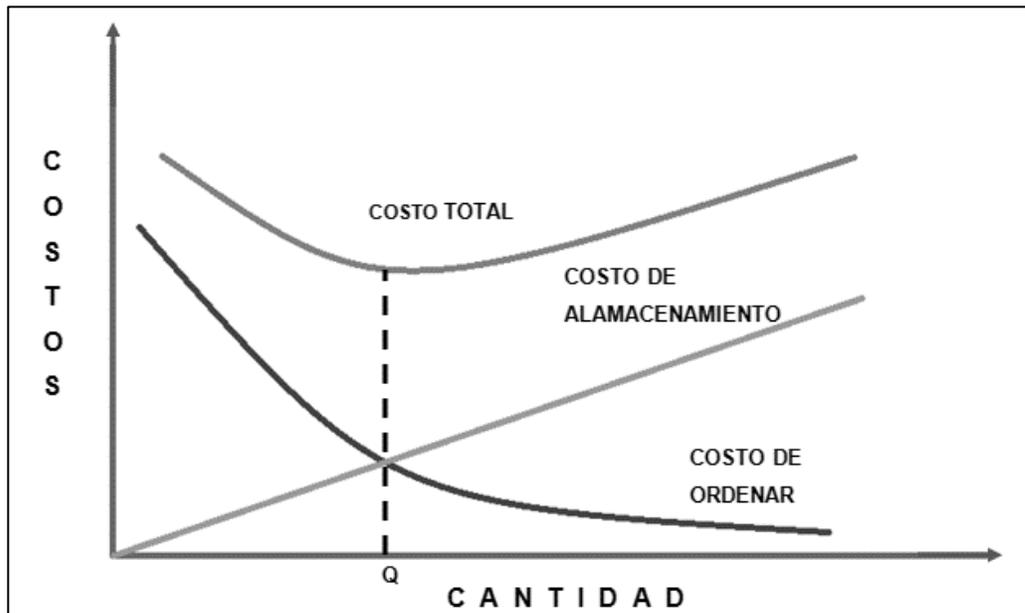
$$NR = \frac{LD}{365}$$

$$N = \frac{D}{Q}$$

$$t = \frac{Q}{D}$$

$$CT = C1 \cdot D + \frac{C2 \cdot D}{Q} + \frac{C3 \cdot Q}{2}$$

Figura 3. Representación gráfica de los costos



Fuente: elaboración propia.

#### **1.4. Método de inventario**

Debido a que el precio de adquisición de los bienes varía, existen distintos métodos para establecer un valor representativo. Los métodos para el manejo y control de los materiales más utilizados son: último en entrar, primero en salir (UEPS); primero en entrar, primero en salir (PEPS) y valor promedio.

##### **1.4.1. Último de entrar, primero en salir (UEPS)**

El método de UEPS establece que los primeros productos en consumirse o venderse son los últimos que ingresan al inventario. Es método es aconsejable utilizarlo en épocas de alza de precios.

##### **1.4.2. Primero en entrar, primero en salir (PEPS)**

Este método se basa en que los productos que ingresan primero al inventario son los primeros en consumirse o venderse. La característica principal es que el inventario está compuesto de los materiales recibidos al final.

##### **1.4.3. Valor promedio**

El método del valor promedio se basa en que los bienes en el almacén se mezclan, por lo que el valor de las unidades usadas o vendidas se determina dividiendo el total de los valores entre el número de unidades. El resultado es el valor unitario de las unidades del inventario final y de las unidades vendidas o consumidas.



## **2. SITUACIÓN ACTUAL**

### **2.1. Área de producción**

El área de producción está conformada por el gerente de producción y por cuatro jefes de producción, quienes tienen a su cargo un grupo de personas, quienes son las encargadas de realizar las tareas asignadas.

Se divide en tres departamentos: corte, galvanización y corrugación.

#### **2.1.1. Descripción de la situación actual**

El fin de este trabajo de graduación es reducir los costos de inventarios de suministros para la producción y evitar que estos sean innecesariamente grandes en la empresa Galvanizadora Centroamericana S.A. Es de suma importancia minimizar la inversión de los inventarios ya que los recursos que no se destinan a ese fin se pueden invertir en otros proyectos.

Actualmente, no se cuenta con un adecuado manejo de inventario de materia prima por lo que se aplicará la teoría de inventarios para crear una serie de políticas y controles para monitorear los niveles de inventario y determinar los niveles que se deben mantener; además, determinar el momento cuando las existencias se deben reponer y el tamaño de los pedidos del material necesario para la producción de láminas.

### **2.1.2. Función general**

Galvanizadora Centroamericana S.A es una industria guatemalteca que, se dedica a fabricar láminas galvanizadas lisas y acanaladas para techos. El área de producción es el corazón de la empresa. Dentro del área de producción, se lleva a cabo la fabricación de toda clase de lámina galvanizada.

La función del área de producción y operaciones en Galcasa, consiste en convertir la materia prima y los insumos en láminas galvanizadas, las cuales se ponen a disposición de los diversos clientes para la venta. Si la actividad de esta área se interrumpe, toda la empresa se vería afectada por lo que dejaría de ser productiva.

Entre las funciones generales del área de producción se encuentran: ingeniería de producción, medición y métodos de trabajo, control de calidad, seguridad industrial, control de la producción y de los inventarios. Además, se determina la secuencia de las operaciones para la producción de la lámina galvanizada. Se establecen los tiempos estándar, herramientas y los pasos necesarios para llevar a cabo la tarea.

El gerente de producción y los jefes de producción deben elaborar las láminas galvanizadas con alta calidad y con el menor costo posible para minimizar la inversión. Además, el gerente de producción se encarga de establecer y programar la producción, según las necesidades de los clientes y la economía de los accionistas.

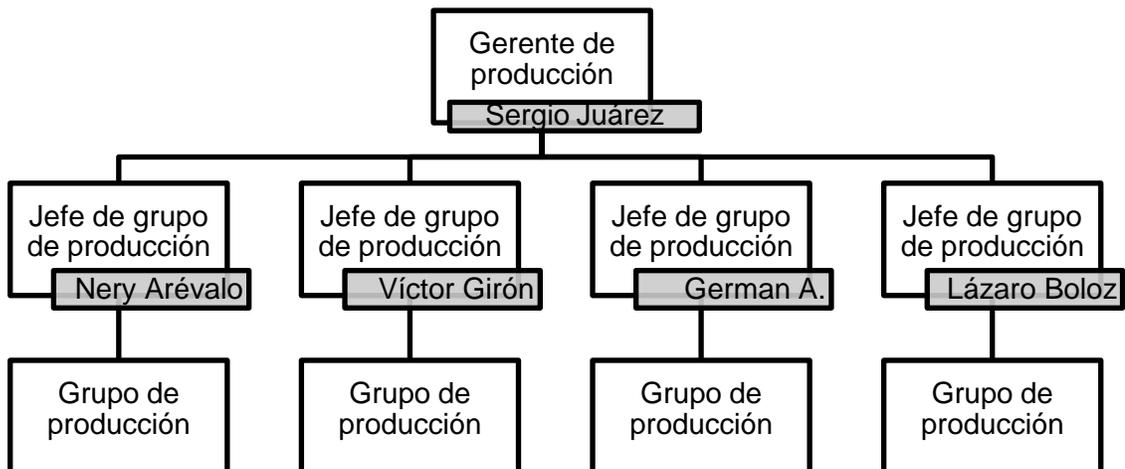
### 2.1.3. Estructura

El área de producción está estructurada funcionalmente. El gerente de producción toma las decisiones y tiene la responsabilidad básica del mando; los jefes de producción están a cargo de un grupo de personas, al que dirige y asigna tareas. Este grupo funcional está integrado verticalmente desde la parte inferior hasta la parte superior.

### 2.1.4. Organigrama

El organigrama del departamento de producción representa gráficamente la estructura organizacional funcional del área.

Figura 4. Organigrama del área de producción



Fuente: elaboración propia.

### 2.1.5. Jornadas de trabajo

Las jornadas de trabajo del área de producción, están formadas por el número de horas que el trabajador está obligado a trabajar efectivamente. Se cuenta con jornadas de trabajo diurnas, nocturnas y mixtas, ya que la fábrica trabaja las 24 horas.

Tabla I. **Jornadas de trabajo**

Puesto de trabajo	Jornada de trabajo
<b>Gerente de producción</b>	Jornada diurna (8:00 am – 5:00 pm, Lu-Vi)
<b>Jefes de producción</b>	Jornada diurna (8:00 am – 5:00 pm, Lu-Vi)
<b>Grupo de producción (departamento de corte)</b>	1er turno jornada diurna (6:00 am–2:00 pm, Lu-Do) 2do turno jornada mixta (2:00 pm–10:00 pm, Lu-Do)
<b>Grupo de producción (departamento de galvanización)</b>	1er turno jornada diurna (6:00 am–2:00 pm, Lu-Do) 2do turno jornada mixta (2:00 pm–10:00 pm, Lu-Do) 3er turno jornada nocturna (10:00 pm–6:00 am, Lu-Do)
<b>Grupo de producción (departamento de galvanización 2)</b>	1er turno jornada diurna (7:00 am – 5:00 pm, Lu-Vi)
<b>Grupo de producción (departamento de galvanización 2)</b>	1er turno jornada diurna (6:00 am–2:00 pm, Lu-Do) 2do turno jornada mixta (2:00 pm–10:00 pm, Lu-Do)

Fuente: elaboración propia.

### 2.2. Producto

Galcasa es líder a nivel nacional, en calidad y eficiencia, en la producción de láminas galvanizadas. La lámina galvanizada es una lámina de acero que mediante un proceso de inmersión en caliente es recubierta al 100 % de zinc. El proceso de galvanización es reconocido por prevenir la corrosión. La lámina de acero galvanizada tiene múltiples aplicaciones: construcción, automóviles, fabricación de herramientas, etc.

Existe una gran variedad de láminas galvanizadas: acanalada, lisa y troquelada. La lámina lisa es un producto altamente conocido en los mercados industriales y de la construcción. La lámina acanalada es una lámina con nervaduras transversales para usar como losa de entrepiso o techo. La lámina troquelada se caracteriza por tener un diseño peculiar.

### 2.2.1. Demanda

La demanda mensual de la lámina galvanizada varía respecto a la temporada; por ello se calculó la demanda promedio.

Tabla II. **Demanda mensual**

Producto	Jul. (Unidad)	Ago. (Unidad)	Sep. (Unidad)	Oct. (Unidad)	Nov. (Unidad)	Dic. (Unidad)
Lámina galvanizada	490 678	486 985	445 678	489 258	506 009	524 546

Fuente: elaboración propia.

Tabla III. **Demanda mensual promedio**

Materia prima	Demanda promedio (Unidad)
Lámina galvanizada	490 526

Fuente: elaboración propia.

### 2.2.2. Proceso de producción

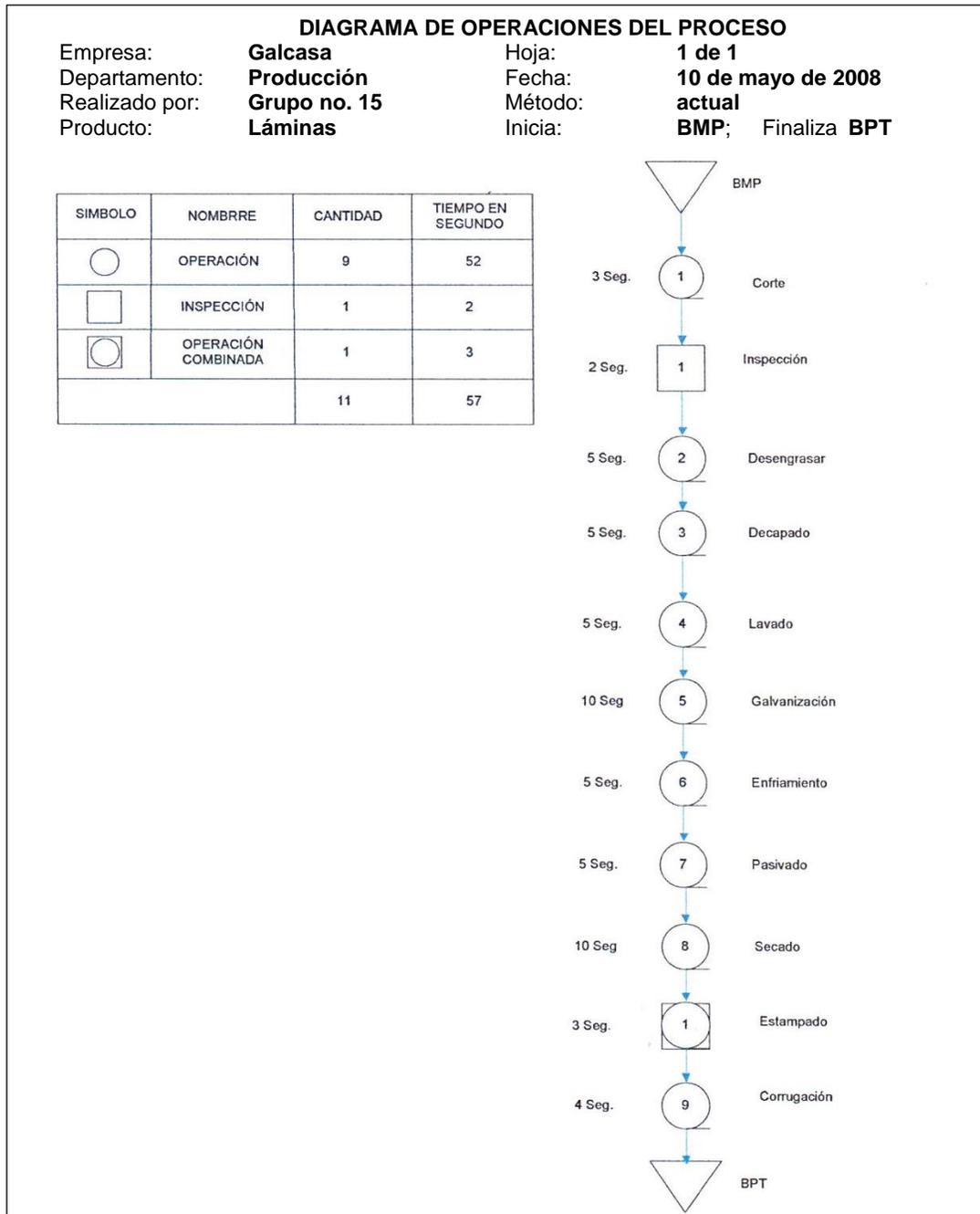
El proceso de producción de la galvanización de lámina de acero es una serie de operaciones que se llevan a cabo de forma planificada. Este proceso

permite alargar el tiempo de vida de la lámina; es conocido como inmersión en caliente. El proceso de producción de la lámina galvanizada tiene tres operaciones elementales: corte, galvanización y corrugación. La lámina que produce y comercializa Galcasa va desde 0,18 mm hasta 0,89 mm de espesor; el proceso es exactamente el mismo para cada espesor; lo que varía es la velocidad a la que es sumergida para su galvanización.

#### **2.2.2.1. Diagrama de procesos**

El diagrama de procesos de la lámina galvanizada representa gráficamente las operaciones, demoras, inspecciones que se tienen en el proceso.

Figura 5. Diagrama de procesos

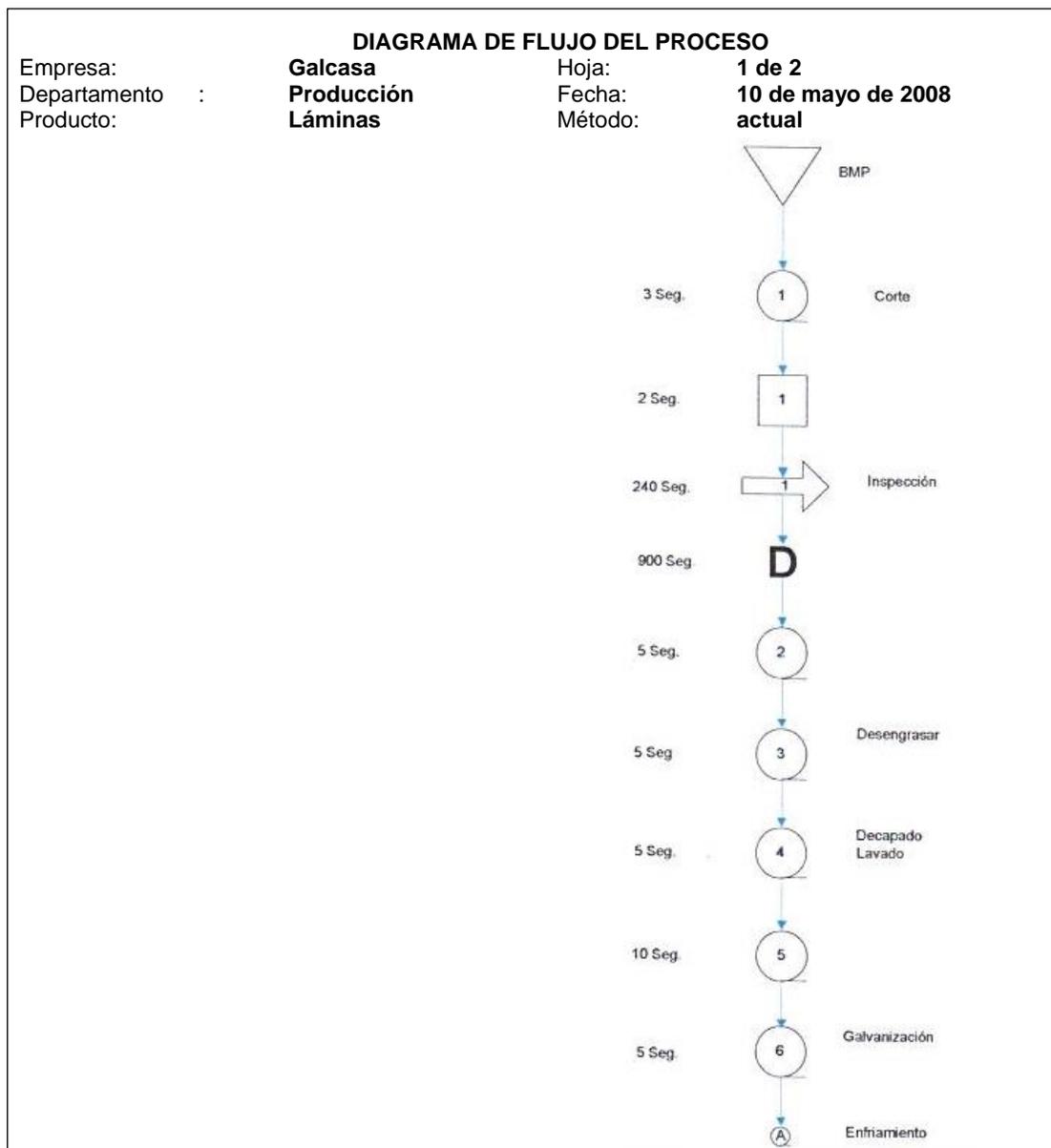


Fuente: Galvanizadora Centroamericana S.A., Galcasa. *Diagrama de procesos.*  
[https://galcasa.com.gt/?page\\_id=12](https://galcasa.com.gt/?page_id=12). Consulta: 26 de marzo de 2016.

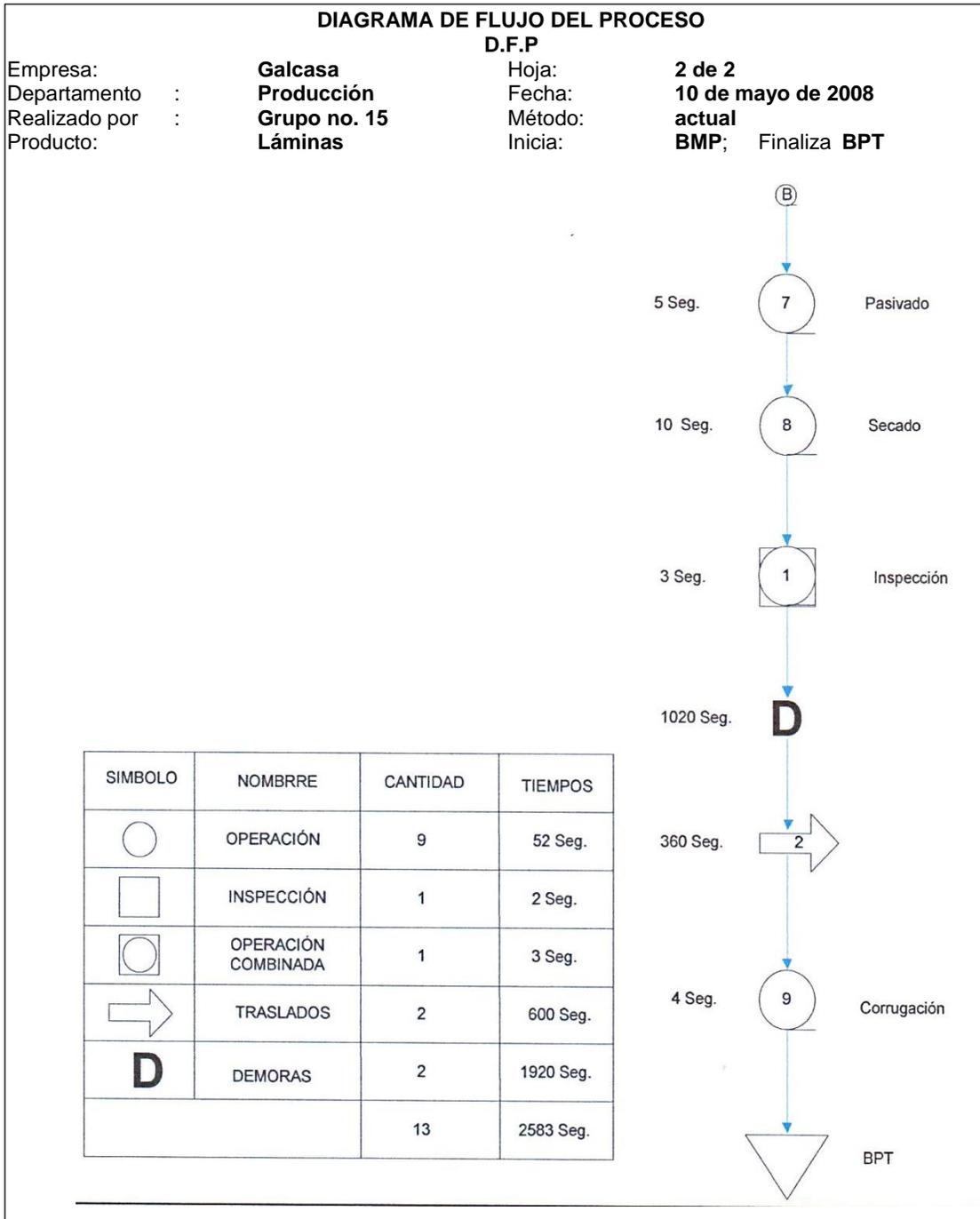
### 2.2.2.2. Diagrama de flujo

El diagrama de flujo de la lámina galvanizada representa gráficamente las operaciones, demoras, inspecciones y transportes que se tienen en el proceso.

Figura 6. Diagrama de flujo



Continuación de la figura 6.



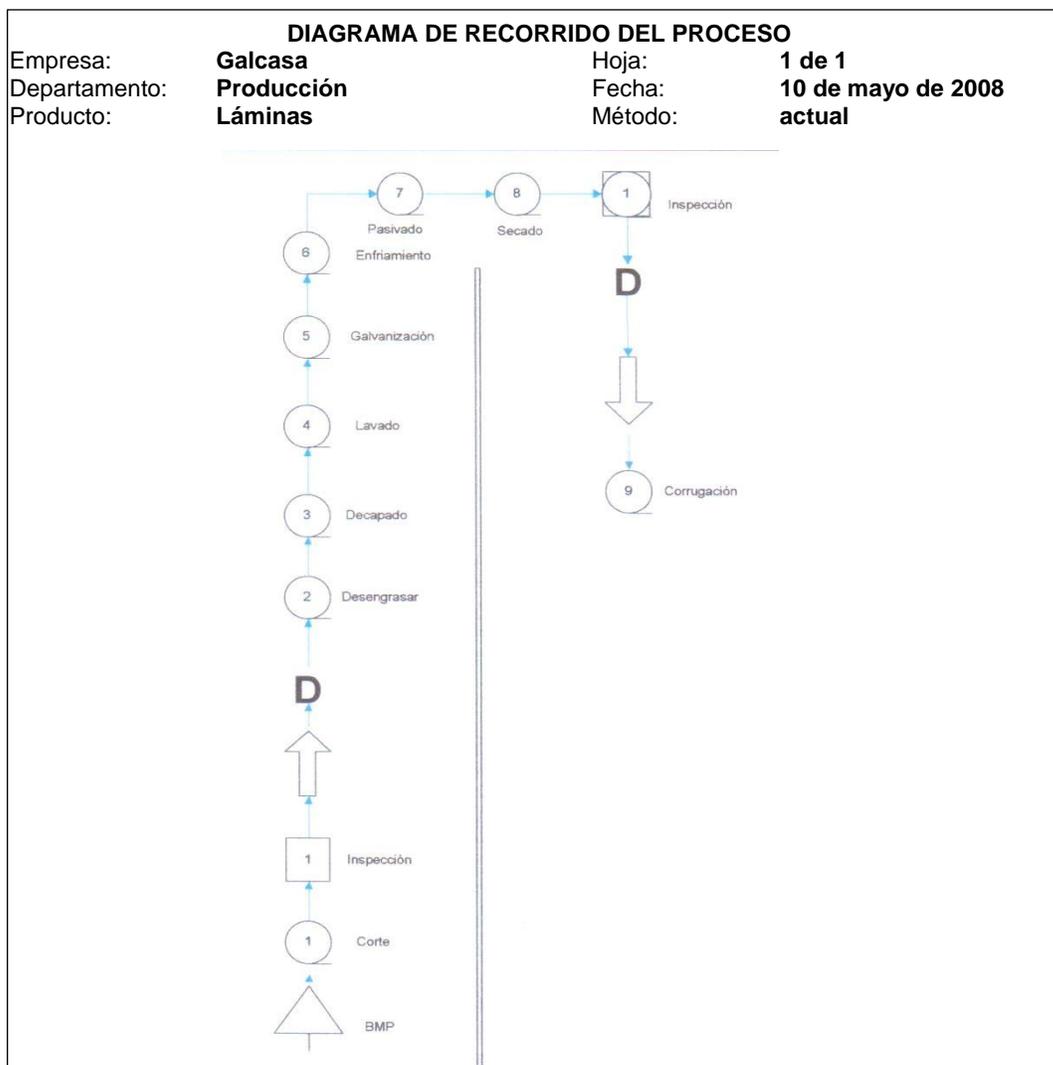
Fuente: Galvanizadora Centroamericana S.A., Galcasa. *Diagrama de procesos.*

[https://galcasa.com.gt/?page\\_id=12](https://galcasa.com.gt/?page_id=12). Consulta: 26 de marzo de 2016.

### 2.2.2.3. Diagrama de recorrido

El diagrama de recorrido, representa las operaciones, demoras, inspecciones que se tienen en el proceso. Además, muestra su ubicación dentro de la planta de producción.

Figura 7. Diagrama de recorrido



Fuente: Galvanizadora Centroamericana S.A., Galcasa. *Diagrama de procesos*.

[https://galcasa.com.gt/?page\\_id=12](https://galcasa.com.gt/?page_id=12). Consulta: 26 de marzo de 2016.

### **2.3. Materia prima**

La materia prima utilizada para la producción de lámina galvanizada es:

- Ácido clorhídrico
- Antimonio
- Azufre
- Cloruro de amonio
- Estaño
- Zinc
- Plomo

#### **2.3.1. Descripción**

El ácido clorhídrico, antimonio, azufre, cloruro de amonio, estaño, zinc y plomo son los principales materiales para el proceso de galvanizado. El zinc a través del proceso de galvanizado ofrece alta resistencia a la corrosión, pero es ligero, con buena estética y se puede reciclar. La principal ventaja del zinc es su bajo punto de fusión y el hecho de que es anódico al acero. Por lo que forma una capa protectora sobre la superficie del aluminio que retardan la corrosión.

#### **2.3.2. Consumo**

El consumo mensual varía dependiendo de la temporada, por lo que se presenta el consumo de materia prima de los meses de julio a diciembre. En la siguiente tabla se encuentra el consumo del ácido clorhídrico, antimonio, azufre, cloruro de amonio, estaño, zinc y plomo.

Tabla IV. **Consumo mensual**

Materia prima	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Ácido clorhídrico (kg)	4 125	3 785	3 895	4 265	4 320	3 680
Antimonio (kg)	290	345	326	278	282	316
Azufre (kg)	1 289	1 333	1 158	1 441	1 230	1 376
Cloruro de amonio (kg)	10 300	8 957	9 785	10 225	9 673	8 736
Estaño (kg)	122	123	117	135	141	126
Zinc (kg)	131 895	120 658	115 789	122 965	124 694	137 895
Plomo (kg)	3 562	2 376	2 285	2 589	3 446	2 986

Fuente: elaboración propia.

### 2.3.2.1. Promedio de consumo

El promedio de consumo mensual de los materiales necesarios para la fabricación de la lámina galvanizada es el siguiente:

Tabla V. **Consumo promedio**

Materia prima	Promedio (kg)
Ácido clorhídrico	4 012
Antimonio	306
Azufre	1 305
Cloruro de amonio	9 613
Estaño	127
Zinc	125 649
Plomo	2 874

Fuente: elaboración propia.

### 2.3.3. Costos

Para determinar el costo final de la lámina galvanizada, la materia prima debe ser perfectamente identificable y medible.

El costo total o final de la lámina galvanizada está incluido en el costo individual de cada una de las materias primas y el valor de los procesos aplicados así como el costo de mantenimiento y de pedido. Por tal razón dentro del manejo de los inventarios de materia prima se deben tener contemplado los aspectos antes mencionados.

Al establecer los costos de materia prima, se tendrá una estimación de la inversión que se tiene en el inventario. El manejo adecuado del inventario de materia prima permite establecer un máximo en inventarios, por lo que se tendrá una producción continua a la vez, esta cantidad será la adecuada desde el punto de vista financiero para evitar invertir más.

### **2.3.3.1. Costo de materia prima**

Los costos promedio de la materia prima de la lámina galvanizada son los siguientes:

Tabla VI. **Costos promedio**

<b>Materia prima</b>	<b>Costo por kg (Q.)</b>
Ácido clorhídrico	3,34
Antimonio	149,12
Azufre	9,25
Cloruro de amonio	4,30
Estaño	323,40
Zinc	22,26
Plomo	24,23

Fuente: elaboración propia.

### **2.3.3.2. Costo de pedido**

Los costos de pedido de la producción de lámina galvanizada incluyen los costos fijos de oficina para hacer y recibir un pedido. Al momento de realizar un pedido se debe preparar una orden de compra, de procesamiento y de verificación contra entrega; todo esto se expresa en término de gastos, es decir, costos por pedido.

### **2.3.3.3. Costo de mantenimiento**

El costo de mantenimiento de la producción de lámina galvanizada se debe tomar en cuenta para el buen manejo del inventario de los materiales. Se considera que el costo de mantenimiento es un costo variable unitario; se produce por mantener un artículo en el inventario en un determinado periodo. Dentro del mantenimiento de la materia prima de la lámina galvanizada se encuentran los costos por su deterioro y obsolescencia, también, como el costo de oportunidad.

### **2.3.3.4. Costo total**

La existencia actual de zinc es de 273 890 kg, por lo que el costo total de producción es:

$$\text{Costo total} = 273\,890 * 22,26$$

$$\text{Costo total} = \text{Q } 6\,096\,791,41$$

Se está invirtiendo en la compra mensual de zinc casi 7 millones de quetzales, solo de esta materia prima. Si se incluye el costo de oportunidad y el costo de mantenimiento, aumenta el costo total. Por lo tanto, existe una

necesidad de realizar un análisis y evaluación para determinar los máximos y mínimos de inventario de materia prima que se deben manejar para evitar invertir más, pero que la producción siga siendo continua.

#### **2.3.4. Procedimiento de pedido**

Con un adecuado procedimiento de pedido, no solo se establecería el máximo y mínimo de materia prima, también, se reducirían los costos. Actualmente, en Galcasa no existe un manual de procedimiento, para el departamento de compras, tampoco, un estudio de máximos y mínimos. Por lo tanto los pedidos se realizan sin tener el conocimiento científico y se realizan conforme se termine la materia prima. Por tal razón, en ocasiones dentro de la bodega se encuentra una gran cantidad de materia prima y en otras se acaba, por lo que el proceso se ve afectado y se detiene.



### **3. PROPUESTA PARA LA APLICACIÓN DE LA TEORÍA DE INVENTARIOS**

#### **3.1. Análisis de problemas y objetivos**

Determinar la raíz y consecuencias del problema principal de Galcasa, permitirá establecer y definir objetivos claros y prácticos y obtener elementos de juicio para tomar decisiones acertadas y encontrar una solución efectiva.

La técnica más utilizada para realizar un análisis de problemas y objetivos es la técnica de los gráficos, conocida también como árbol de problemas y árbol de objetivos. Es una técnica participativa que permitirá definir y desarrollar ideas creativas y organizar la información recolectada.

##### **3.1.1. Gráfico de problemas**

El gráfico de problema permite de manera organizada y eficaz, identificar las causas y consecuencias del problema principal, alto costo en inventario de los suministros de producción.

A continuación, se presenta el gráfico de problema de Galcasa:

Figura 8. **Gráfico de problemas**



Fuente: elaboración propia.

### 3.1.2. **Gráfico de objetivos**

A través del gráfico de objetivos se establece el objetivo que se desea alcanzar, se identifican y establecen los medios para la solución del problema y se definen las acciones para alcanzar el objetivo.

A continuación, se reflejan las soluciones reales y factibles del problema: alto costo de inventario de suministros de producción:

Figura 9. **Gráfico de objetivos**



Fuente: elaboración propia.

### **3.2. Control y manejo de materiales**

El manejo inadecuado de los inventarios de los suministros de producción en Galcasa, al igual que la adquisición de los materiales en el momento y cantidad incorrecta incurren en el aumento de costos y disminución de beneficios. Por lo que los inventarios juegan un papel relevante en la economía de dicha organización; el propósito fundamental del control y manejo 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 y su recepción, requiere de personal y tiempo lo cual representa costos para la empresa, principalmente, cuando no se tienen los controles adecuados; por lo tanto, surge la necesidad de centrarse en los materiales con un impacto mayor o son más importantes en el inventario.

Un adecuado control y manejo de materiales es fundamental para reducir los costos dentro de la empresa Galvanizadora Centroamericana. La cantidad de los suministros de producción debe coincidir de acuerdo al plan de producción de las láminas galvanizadas para que no exista un exceso de materiales, debido a que esto representa una cantidad de dinero invertido que no genera utilidad. Por otro lado, debe existir un inventario adecuado de suministros de producción para que la fabricación de láminas no se detenga por su falta.

El contar con un adecuado control y manejo de inventario de materiales, basado en niveles máximos y mínimos, dentro de la empresa no implica solamente la determinación de la cantidad óptima de inventario que debe mantenerse; además, permite establecer la fecha cuando deben realizarse los

pedidos, las cantidades de suministros a ordenar y los materiales que requieren una atención especial.

Contar con un inventario adecuado de suministros de producción para las láminas galvanizadas permite ganar tiempo, ya que tanto la producción como la entrega del producto final no puede ser instantánea. Por lo tanto, se debe contar con existencia de lámina para que la venta real no tenga que ser retrasada por esperar a que termine el proceso de producción. Lo cual permite que la empresa haga frente a la competencia satisfaciendo la demanda del cliente.

El control y manejo de materiales se encuentra relacionado con los modelos de inventarios. Para desarrollar el trabajo de graduación se utilizará el modelo de pedido económico (cantidad fija), ya que se conocen los datos de producción y de demanda de la lámina galvanizada.

La planificación de las necesidades de materia prima (MRP) es una técnica de demanda dependiente, demanda de un material relacionado con la demanda del otro, la cual permitirá determinar de forma precisa el manejo de un programa de control de materiales tomando en cuenta las restricciones de capacidad. Contar con un programa marco de producción dentro de Galcasa permitirá determinar la cantidad necesaria para satisfacer la demanda y cumplir con el plan de producción; establece qué artículo hay que realizar, cuándo y cuánto se necesita de materia prima para fabricarlo.

### **3.3. Modelo propuesto**

Para lograr una correcta implementación del modelo propuesto, es necesario tener claro el problema a solucionar, en este caso, alto costo en inventario de suministros de producción.

Al implementar la teoría de inventarios, se pretende fortalecer a la empresa en cuanto al control que se debe tener con el inventario de los suministros y las materias primas.

Para aplicar el modelo propuesto se deben tomar en cuenta los siguientes factores:

- Proyecciones de venta
- Consumo estándar de materia prima y suministros
- Existencia actual de materia prima
- Tiempo de entrega y mínimo de compra de los proveedores

#### **3.3.1. Proyecciones de ventas**

Para planificar la requisición de las materias primas, se deben conocer los niveles de producción a cubrir.

Las proyecciones de ventas proporcionan el fundamento para la planeación de presupuestos y control de costos. Los pasos que deben seguirse para efectuar un pronóstico confiable deben iniciar con la tabulación de la información de ventas históricas; según esta, se realiza el gráfico y se efectúan los análisis primarios y secundarios para determinar las proyecciones de demandas futuras.

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

Se pronosticará con base en el historial de ventas de la empresa, se utilizarán tres años para determinar el tipo de tendencia de la venta. Según el historial, se determinará el tipo de tendencia que tomará la curva al graficar los datos y conforme a esta se establecerá el método más adecuado.

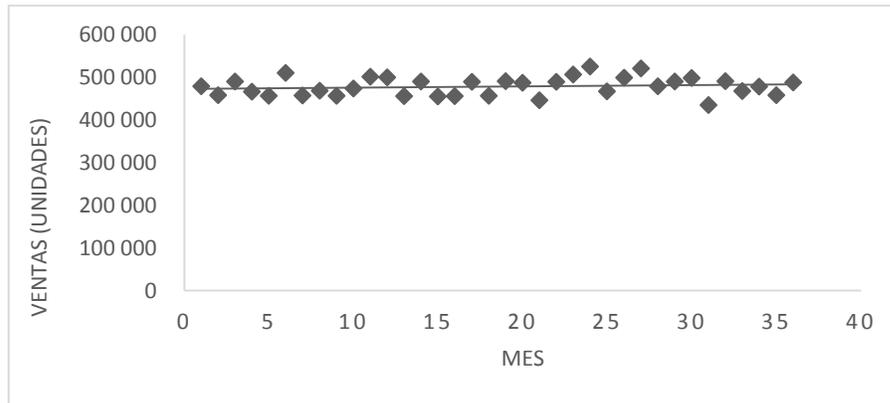
En la tabla VII se muestran las ventas históricas de lámina galvanizada del año 2014, 2015 y 2016; posteriormente, en la figura 12, el gráfico de ventas contra tiempo.

Tabla VII. **Ventas históricas, últimos tres años**

Mes	2014 (Unidades)	2015 (Unidades)	2016 (Unidades)
Enero	478 908	455 676	466 898
Febrero	457 753	489 566	498 765
Marzo	489 765	454 547	520 003
Abril	465 709	455 780	478 570
Mayo	456 488	488 991	489 875
Junio	509 765	456 346	497 652
Julio	456 780	490 678	434 577
Agosto	467 897	486 985	490 678
Septiembre	456 354	445 678	467 744
Octubre	473 607	489 258	477 890
Noviembre	500 678	506 009	457 976
Diciembre	499 345	524 546	487 655

Fuente: elaboración propia.

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



Fuente: elaboración propia.

- Análisis primario: luego de graficar el historial de ventas, se puede observar que el comportamiento de la curva se mantiene constante alrededor de cierto nivel, por lo tanto, se clasifica como una familia estable.
- Análisis secundario: se procede a evaluar cada uno de los métodos:
  - Último período: consiste en que las proyecciones son las ventas del mes anterior.

Tabla VIII. **Último período**

Mes	Ventas	Proyección	Error	E
33	467 744	490 678	-22 934	22 934
34	477 890	467 744	10 146	33 080
35	457 976	477 890	-19 914	52 994
36	487 655	457 976	29 679	<b>82 673</b>

Fuente: elaboración propia.

- Promedio aritmético: consiste en que las proyecciones de ventas son promedio de las ventas reales de todos los meses anteriores.

Tabla IX. **Promedio aritmético**

Mes	Ventas	Proyección	Error	E
33	467 744	479 191	-11 447	11 447
34	477 890	478 845	-955	12 402
35	457 976	478 817	-20 841	33 243
36	487 655	478 478	9 177	<b>42 420</b>

Fuente: elaboración propia.

- Promedio móvil simple: consiste en que las proyecciones de ventas son promedio de las ventas reales de todos los cuatro meses anteriores.

Tabla X. **Promedio móvil simple**

Mes	Ventas	Proyección	Error	E
33	467 744	478 196	-10 452	10 452
34	477 890	472 663	5 227	15 679
35	457 976	467 722	-9 746	25 425
36	487 655	473 572	14 083	<b>39 508</b>

Fuente: elaboración propia.

- Promedio móvil ponderado: se enfatiza en los cuatro últimos meses y los pondera con los escalares (0,5, 0,8, 1,2 y 1,5)

Tabla XI. **Promedio móvil ponderado**

Mes	Ventas	Proyección	Error	E
33	467 744	475 142	-7 398	7 398
34	477 890	471 729	6 161	13 559
35	457 976	471 990	-14 014	27 572
36	487 655	469 992	17 663	<b>45 236</b>

Fuente: elaboración propia.

- Promedio exponencial: es conocido como promedio móvil exponencial. Para efectos de cálculo se utilizó  $\alpha = 0,5$ .

Tabla XII. **Promedio exponencial**

Mes	Ventas	Proyección	Error	E
33	467 744	482 923	-15 179	15 179
34	477 890	475 334	2 556	17 735
35	457 976	476 612	-18 636	36 371
36	487 655	467 294	20 361	<b>56 732</b>

Fuente: elaboración propia.

- Promedio exponencial con tendencia: para este método se aplica el concepto de tendencia para obtener una proyección más confiable.

Tabla XIII. **Promedio exponencial con tendencia**

Mes	Ventas	Proyección	Error	E
33	467 744	531 270	-63 526	63 526
34	477 890	508 336	-30 446	93 972
35	457 976	518 482	-60 506	154 478
36	487 655	498 568	-10 913	<b>165 391</b>

Fuente: elaboración propia.

- Pronóstico de riesgo: se utilizó el método matemático de franja simulada; la proyección futura se basa en el método que menor error acumulado tiene; en este caso, el método de promedio móvil simple.

En la tabla XV se observa el pronóstico de ventas de lámina galvanizada para el mes de enero 2017.

Tabla XIV. **Proyección de venta**

Mes	Proyección de venta (Unidad)
Enero	473 572
Febrero	478 455
Marzo	483 337
Abril	488 220

Fuente: elaboración propia.

### 3.3.2. Consumo estándar de materia prima y suministros

Para el establecimiento de parámetros de inventario es necesario conocer los consumos estándar de los diferentes insumos. Se solicitó a la gerencia de calidad los consumos estándar de cada insumo.

En la tabla IV se encuentra el consumo mensual del ácido clorhídrico, antimonio, azufre, cloruro de amonio, estaño, zinc y plomo. En la tabla V se encuentra el consumo estándar de cada uno de los insumos.

Además, es necesario conocer la cantidad de cada uno de los materiales que se necesita para producir cada unidad de lámina galvanizada. Se realizó el cálculo tomando en cuenta el consumo estándar y la demanda promedio.

Tabla XV. **Consumo por unidad**

Materia prima	kg/unidad
Ácido clorhídrico	0,0084
Antimonio	0,0006
Azufre	0,0026
Cloruro de amonio	0,0210
Estaño	0,0002
Zinc	0,2688
Plomo	0,0073

Fuente: elaboración propia.

### **3.3.3. Existencia actual de materia prima**

La cantidad de materia prima que la empresa maneja es elevada, ya que se necesita un elevado nivel de inventario para garantizar la disponibilidad en los procesos de producción para evitar costos por faltante.

El control de materia prima en la empresa se realiza con base en los inventarios existentes, se hace un estimado de cuánto tiempo durará lo que está en la bodega y de acuerdo con los tiempos de entrega de los proveedores, así se procede con la compra de los insumos. Por lo tanto, 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 forma como se ordenan los pedidos de materia prima no es la más adecuada, 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 el establecimiento de parámetros de inventario es necesario conocer la existencia actual de la materia prima.

En la tabla XVI se encuentra la existencia actual de ácido clorhídrico, antimonio, azufre, cloruro de amonio, estaño, zinc y plomo.

Tabla XVI. **Existencia actual**

Materia prima	Existencia (kg)
Ácido clorhídrico	6 000
Antimonio	955
Azufre	4 705
Cloruro de amonio	18000
Estaño	300
Zinc	273 890
Plomo	4 500

Fuente: elaboración propia.

### **3.3.4. Proveedores**

Para el establecimiento de parámetros de inventario es necesario conocer el historial de entregas de los materiales por parte de la red de proveedores y los mínimos de compra que ofrecen los proveedores para los diferentes insumos que surten. Dicha información fue proporcionada por la gerencia de compras.

#### **3.3.4.1. Tiempo de entrega**

El tiempo de entrega de cada uno de los materiales en los últimos pedidos se muestra en la tabla XVII.

Tabla XVII. **Tiempo de entrega**

Materia prima	Pedido 1 (Mes)	Pedido 2 (Mes)	Pedido 3 (Mes)	Pedido 4 (Mes)
Ácido clorhídrico	0,9	1,0	1,0	1,1
Antimonio	1,0	0,8	1,2	0,9
Azufre	0,8	0,7	0,9	1
Cloruro de amonio	1,0	0,8	1,2	0,9
Estaño	1,3	0,7	1,1	1
Zinc	1,2	1,4	1,5	1
Plomo	0,9	0,8	0,7	0,7

Fuente: elaboración propia.

Para determinar las políticas de pedido de cada uno de los materiales se realizará a través del historial de entregas de los últimos cuatro pedidos. Y se calculó de la siguiente forma:

- Nivel de reorden =  $(\sum \text{tiempo de entrega}) / (\text{número de periodos})$
- Stock de seguridad = tiempo más tardío – nivel de reorden
- Nivel máximo = la empresa estableció que serían 2 meses
- Ácido clorhídrico
- Nivel de reorden =  $(0,9+1+1+1,1) / (4) = 1$  mes
- Stock de seguridad =  $1,1 - 1 = 0,1$  mes
- Nivel máximo = 2 meses

Tabla XVIII. **Políticas de pedido**

Política Materia prima	Nivel de reorden (Mes)	Stock de seguridad (Mes)	Nivel máximo (Mes)
Ácido clorhídrico	1,000	0,100	2,000
Antimonio	0,975	0,225	2,000
Azufre	0,850	0,15	2,000
Cloruro de amonio	0,975	0,225	2,000
Estaño	1,025	0,275	2,000
Zinc	1,275	0,225	2,000
Plomo	0,775	0,125	2,000

Fuente: elaboración propia.

### 3.3.4.2. Mínimo de compra

Los mínimos de compra que ofrecen los proveedores para los diferentes insumos que surten se encuentran en la tabla XIX.

Tabla XIX. Mínimo de compra

Materia prima	Mínimo de compra (Kg.)
Ácido clorhídrico	1000
Antimonio	200
Azufre	1 000
Cloruro de amonio	6 800
Estaño	100
Zinc	100 000
Plomo	1 500

Fuente: elaboración propia.

## 3.4. Gestión de inventario

Establecidos los pronósticos de demanda, el consumo estándar y la existencia actual de materia prima y el tiempo y mínimo de compra de los proveedores se procede a planificar la requisición de materias primas necesarias que serán transformadas en láminas galvanizadas para ponerlas a disposición del departamento de ventas.

### 3.4.1. Materia prima

Para calcular la cantidad de materia prima que será necesaria para el período de planificación establecido, se utilizaron los datos de las tablas XV y XVI. Se calculó de la siguiente forma:

$$\text{Requerimiento mes} = (\text{proyección de venta}) * (\text{consumo de materia prima})$$

Ácido clorhídrico

Enero = (473 572 unidades) (0,0084 kg / unidad) = 3 981 kg

Tabla XX. **Explosión de materia prima**

Materia prima \ Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Total planificado
Ácido clorhídrico (kg)	3 981	4 022	4 063	4 104	<b>16 171</b>
Antimonio (kg)	280	283	286	289	<b>1 137</b>
Azufre (kg)	1 244	1 257	1 270	1 283	<b>5 053</b>
Cloruro de amonio (kg)	9 941	10 043	10 146	10 248	<b>40 379</b>
Estaño (kg)	118	119	120	121	<b>478</b>
Zinc (kg)	127 297	128 609	129 922	131 234	<b>517 062</b>
Plomo (kg)	3 438	3 473	3 509	3 544	<b>13 964</b>

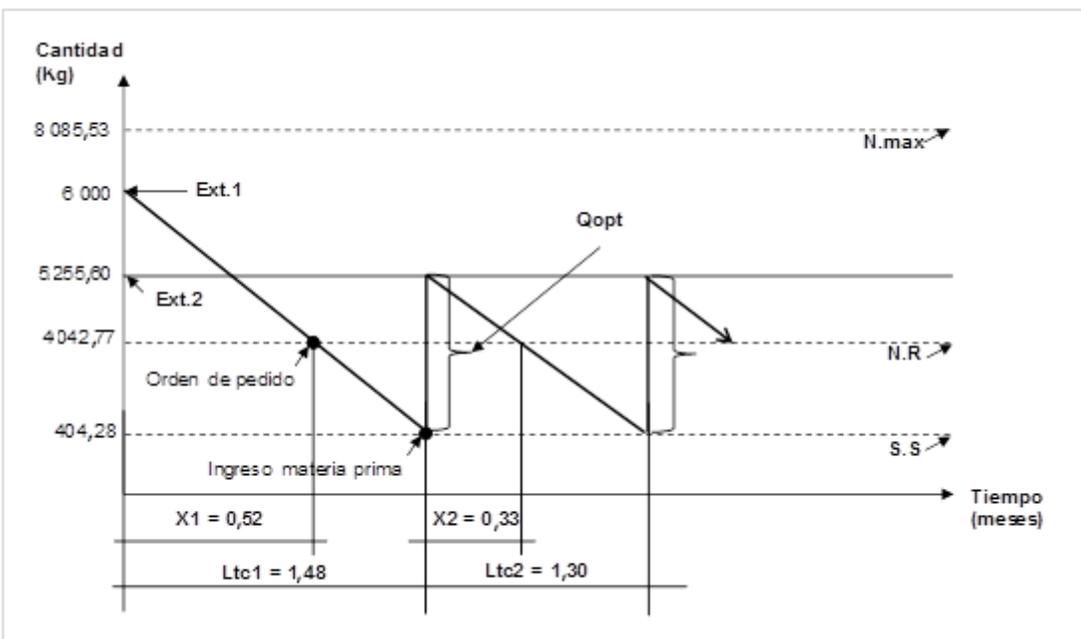
Fuente: elaboración propia.

Ahora se procederá a realizar los cálculos de variables cuantitativas para cada material para construir el gráfico de modelo de inventario determinístico.

- *Stock* de seguridad:  $S.S = (\text{total planificado} / \text{ciclo}) (P_{ss})$
- Nivel de reorden:  $N.R = (\text{total planificado} / \text{ciclo}) (P_{NR})$
- Nivel máximo:  $N.max = (\text{total planificado} / \text{ciclo}) (P_{max})$
- Cantidad óptima:  $Qopt = (2) (S.S.) + N.R$
- Existencia 1:  $Ext1 = \text{cantidad de materia prima al inicio del período}$
- Existencia 2:  $Ext2 = Qopt + S.S$
- Línea teórica de consumo 1:  $((Ext1) / (\text{total planificado})) (\text{Ciclo})$
- Línea teórica de consumo 2:  $((Ext2) / (\text{total planificado})) (\text{Ciclo})$
- Ácido clorhídrico
  - *Stock* de seguridad:  $(16\ 171 / 4) (0,1) = 404,28 \text{ kg.}$
  - Nivel de reorden:  $(16\ 171 / 4) (1) = 4\ 042,77 \text{ kg.}$
  - Nivel máximo:  $(16\ 171 / 4) (2) = 8\ 085,53 \text{ kg.}$

- Cantidad óptima:  $(2) (404,28) + 4 042,76 = 4 851,32$  kg.
- Existencia 1: 6 000 kg.
- Existencia 2:  $4 851,32 + 404,28 = 5 255,60$  kg.
- Línea teórica de consumo 1:  $((6 000) / (16 171)) 4 = 1,48$  meses.
- Línea teórica de consumo 2:  $((5 255,60) / (16 171)) 4 = 1,30$  meses.
- $X1 = 0,52$  meses.
- $X2 = 0,33$  meses.

Figura 11. **Modelo de inventario determinístico, ácido clorhídrico**

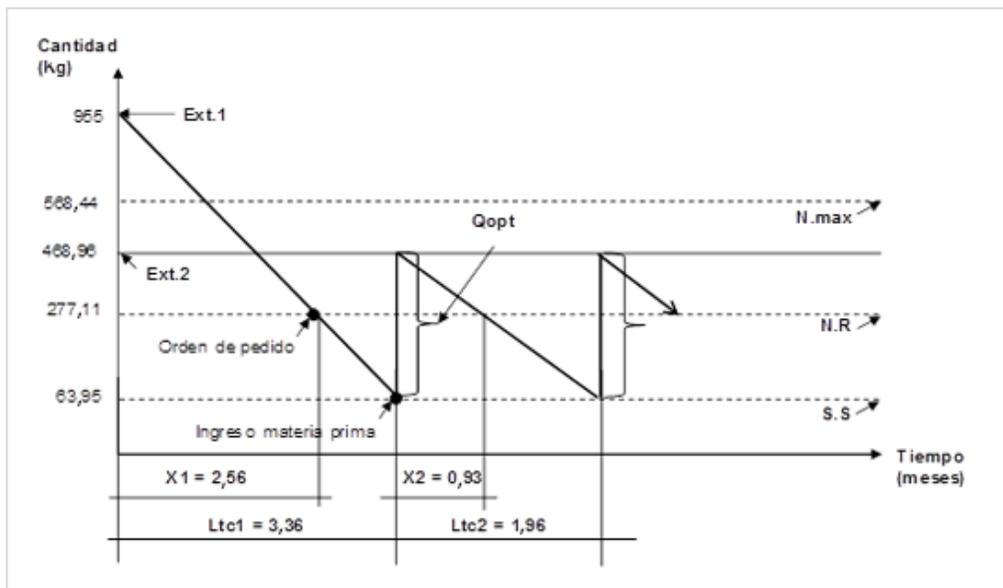


Fuente: elaboración propia.

- Antimonio
  - Stock de seguridad:  $(1 137 / 4) (0,225) = 63,95$  kg
  - Nivel de reorden:  $(1 137 / 4) (0,975) = 277,11$  kg

- Nivel máximo:  $(1\ 137 / 4) (2) = 568,44$  kg
- Cantidad óptima:  $(2) (63,95) + 277,11 = 405,01$  kg
- Existencia 1: 955 kg
- Existencia 2:  $405,01 + 63,95 = 468,96$  kg
- Línea teórica de consumo 1:  $((955) / (1\ 137)) 4 = 3,36$  meses
- Línea teórica de consumo 2:  $(468,96) / (1\ 137)) 4 = 1,64$  meses
- $X1 = 2,56$  meses
- $X2 = 0,93$  meses

Figura 12. **Modelo de inventario determinístico, antimonio**

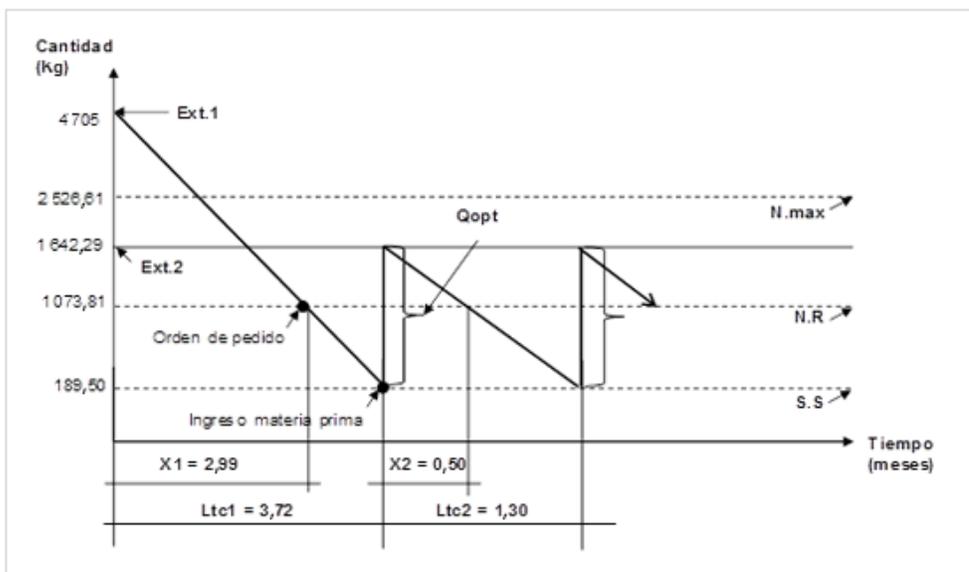


Fuente: elaboración propia.

- **Azufre**
  - *Stock* de seguridad:  $(5\ 053 / 4) (0,15) = 189,50$  kg
  - Nivel de reorden:  $(5\ 053 / 4) (0,85) = 1\ 073,81$  kg
  - Nivel máximo:  $(5\ 053 / 4) (2) = 2\ 526,61$  kg

- Cantidad óptima:  $(2) (189,50) + 1\ 073,81 = 1\ 452,80$  kg
- Existencia1 = 4 705 kg
- Existencia 2:  $189,50 + 1\ 452,80 = 1\ 642,29$  kg
- Línea teórica de consumo 1:  $((4\ 705) / (5\ 053)) 4 = 3,72$  meses
- Línea teórica de consumo 2:  $(1\ 642,29) / (5\ 053)) 4 = 1,30$  meses
- $X1 = 2,99$  meses
- $X2 = 0,50$  meses

Figura 13. **Modelo de inventario determinístico, azufre**

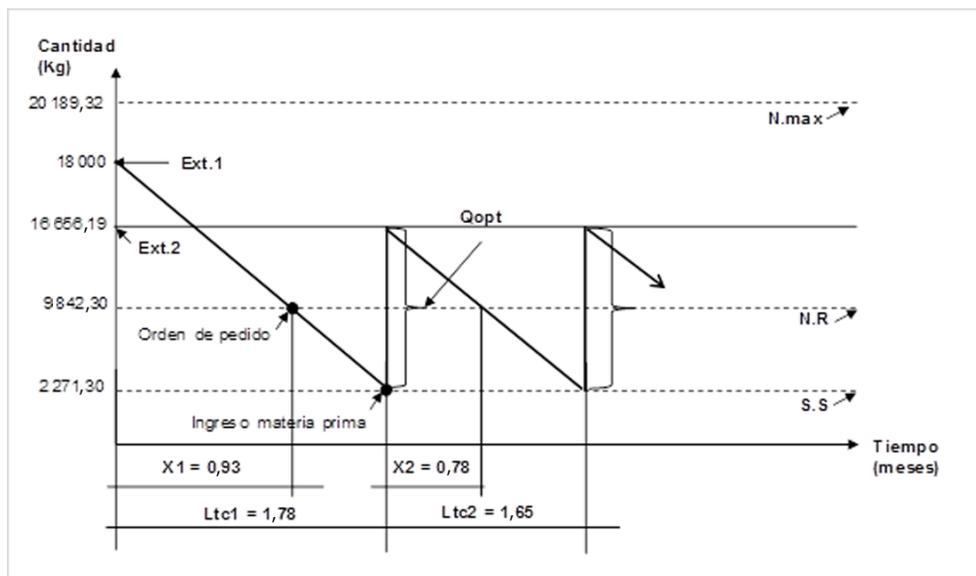


Fuente: elaboración propia.

- Cloruro de amonio
  - Stock de seguridad:  $(40\ 379 / 4) (0,225) = 2\ 271,30$  kg.
  - Nivel de reorden:  $(40\ 379 / 4) (0,975) = 9\ 842,30$  kg.
  - Nivel máximo:  $(40\ 379 / 4) (2) = 20\ 189,32$  kg.
  - Cantidad óptima:  $(2) (2\ 271,30) + 9\ 842,30 = 14\ 384,89$  kg.

- Existencia1 = 18 000 kg.
- Existencia 2:  $2\,271,30 + 14\,384,89 = 16\,656,19$  kg.
- Línea teórica de consumo 1:  $((18\,000) / (40\,379)) \cdot 4 = 1,78$  meses.
- Línea teórica de consumo 2:  $(16\,656,19) / (40\,379) \cdot 4 = 1,65$  meses.
- $X1 = 0,93$  meses.
- $X2 = 0,78$  meses.

Figura 14. **Modelo de inventario determinístico, cloruro de amonio**

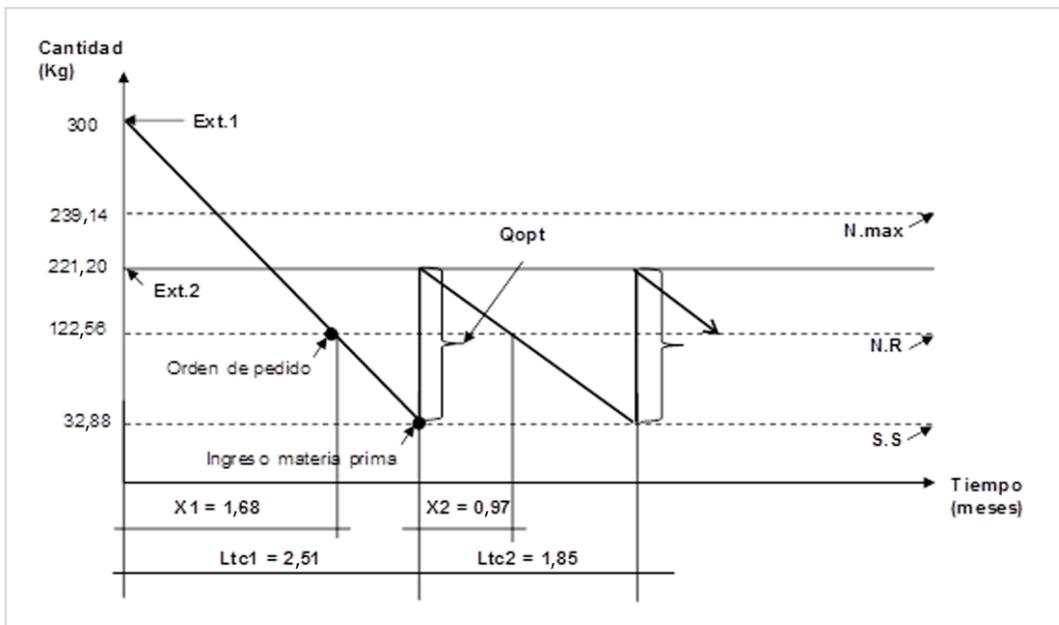


Fuente: elaboración propia.

- **Estaño**
  - Stock de seguridad:  $(478 / 4) (0,275) = 32,88$  kg
  - Nivel de reorden:  $(478 / 4) (1,025) = 122,56$  kg
  - Nivel máximo:  $(478 / 4) (2) = 239,14$  kg
  - Cantidad óptima:  $(2) (32,88) + 122,56 = 188,32$  kg

- Existencia1 = 300 kg
- Existencia 2:  $32,88 + 188,32 = 221,20$  kg
- Línea teórica de consumo 1:  $((300) / (478)) 4 = 2,51$  meses
- Línea teórica de consumo 2:  $(221,20) / (478)) 4 = 1,85$  meses
- $X1 = 1,68$  meses
- $X2 = 0,97$  meses

Figura 15. **Modelo de inventario determinístico, estaño**

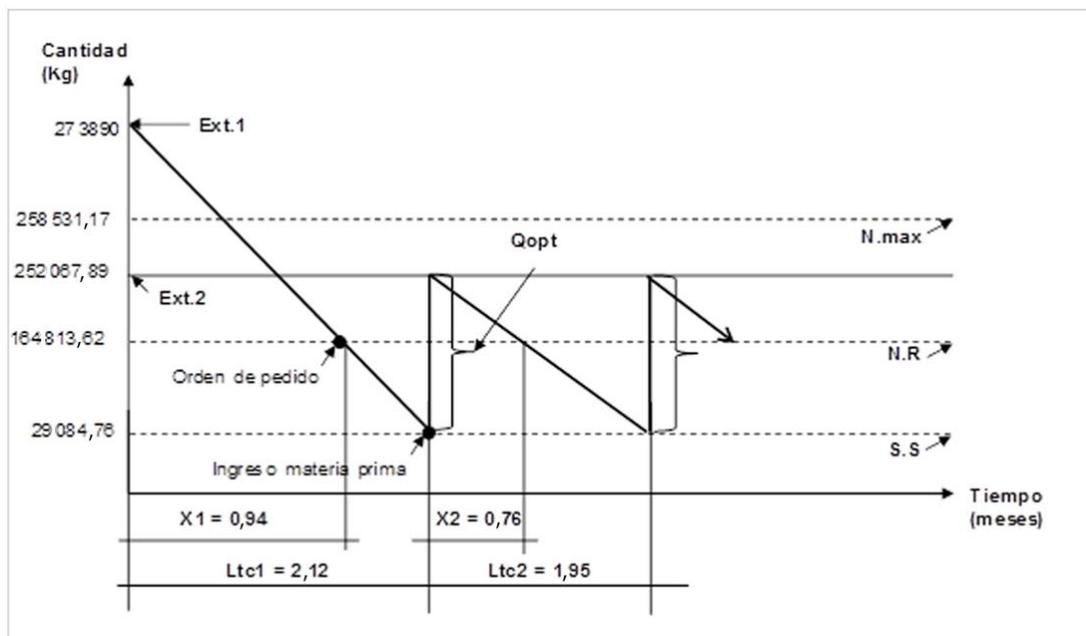


Fuente: elaboración propia.

- Zinc
  - Stock de seguridad:  $(517\ 062 / 4) (0,225) = 29\ 084,76$  kg.
  - Nivel de reorden:  $(517\ 062 / 4) (1,275) = 164\ 813,62$  kg.
  - Nivel máximo:  $(517\ 062 / 4) (2) = 258\ 531,17$  kg.
  - Cantidad óptima:  $(2) (29\ 084,76) + 164\ 813,62 = 222\ 983,13$  kg.

- Existencia1 = 273 890 kg.
- Existencia 2: 29 084,76 + 222 983,13 = 252 067,89 kg.
- Línea teórica de consumo 1:  $((273\ 890) / (517\ 062))\ 4 = 2,12$  meses.
- Línea teórica de consumo 2:  $(252\ 067,89) / (517\ 062))\ 4 = 1,95$  meses.
- $X1 = 0,94$  meses.
- $X2 = 0,76$  meses.

Figura 16. **Modelo de inventario determinístico, zinc**

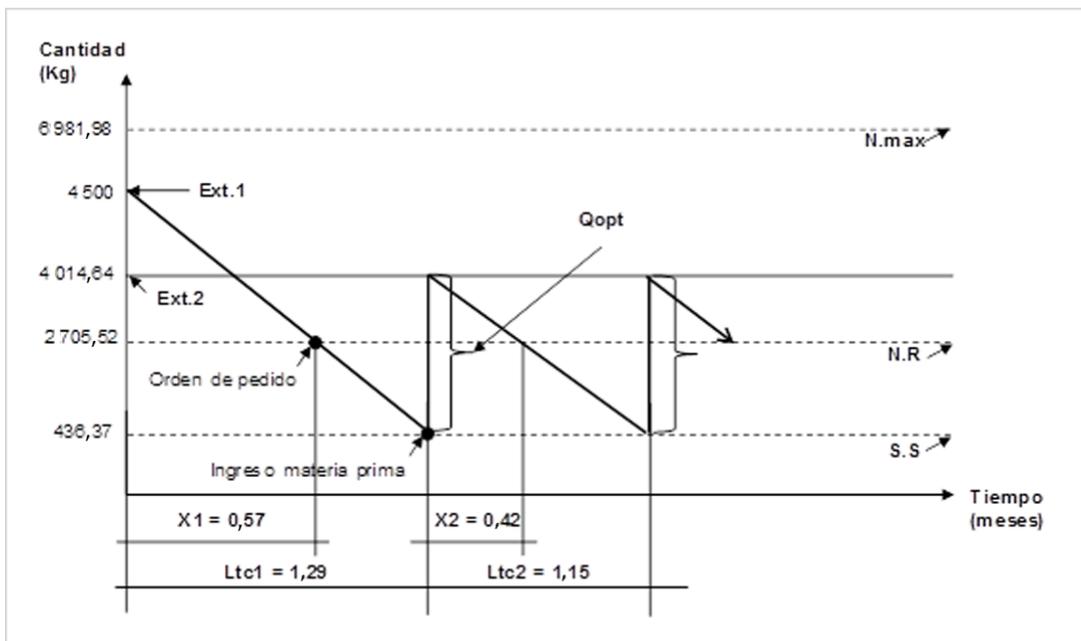


Fuente: elaboración propia.

- Plomo
  - Stock de seguridad:  $(13\ 964 / 4) (0,125) = 436,37$  kg
  - Nivel de reorden:  $(13\ 964 / 4) (0,775) = 2\ 705,52$  kg

- Nivel máximo:  $(13\ 964 / 4) (2) = 6\ 981,98$  kg
- Cantidad óptima:  $(2) (436,37) + 2\ 705,52 = 3\ 578,26$  kg
- Existencia1 = 4 500 kg
- Existencia 2:  $436,37 + 3\ 578,26 = 4\ 014,64$  kg
- Línea teórica de consumo 1:  $((4\ 500) / (13\ 964)) 4 = 1,29$  meses
- Línea teórica de consumo 2:  $(4\ 014,64) / (13\ 964)) 4 = 1,15$  meses
- $X1 = 0,57$  meses
- $X2 = 0,42$  meses

Figura 17. **Modelo de inventario determinístico, plomo**



Fuente: elaboración propia.

### 3.4.1.1. **Stock de seguridad**

El *stock* de seguridad es la mínima cantidad de materia prima que Galcasa debe tener almacenada, de manera que forme una especie de colchón de seguridad para evitar llegar al punto de agotamiento, con el objetivo de prever situaciones imprevistas.

En la tabla XXI se encuentra la cantidad mínima que se debe tener almacenada de cada uno de los materiales:

Tabla XXI. **Stock de seguridad**

Materia prima	S.S (kg)
Ácido clorhídrico	405
Antimonio	65
Azufre	190
Cloruro de amonio	2 275
Estaño	35
Zinc	29 085
Plomo	440

Fuente: elaboración propia.

Los niveles mínimos de materia prima que se deben mantener almacenados se aproximaron al múltiplo de 5 más cercano.

### 3.4.1.2. **Nivel de reorden**

Es el punto donde se debe colocar un pedido o una requisición de materia prima a los proveedores.

En la tabla XXII se encuentra el nivel de reorden de cada uno de los materiales:

Tabla XXII. **Nivel de reorden**

Materia prima	N.R (kg)
Ácido clorhídrico	4 045
Antimonio	2 78
Azufre	1 074
Cloruro de amonio	9 843
Estaño	1 23
Zinc	164 814
Plomo	2 706

Fuente: elaboración propia.

### 3.4.1.3. **Nivel máximo**

El nivel máximo de materia prima que se puede mantener almacenado en la bodega de Galcasa se encuentra descrito en la tabla XXIII.

Tabla XXIII. **Nivel máximo**

Materia prima	N.max (kg)
Ácido clorhídrico	8 086
Antimonio	566
Azufre	2 527
Cloruro de amonio	20 190
Estaño	240
Zinc	258 532
Plomo	6982

Fuente: elaboración propia.

### 3.4.1.4. **Cantidad óptima de pedido**

Es la cantidad necesaria para que las líneas de producción no se detengan y al mismo tiempo no tener demasiado capital invertido en existencia de material.

La cantidad óptima de material a pedir a los proveedores, se encuentra en la tabla XXIV.

Tabla XXIV. **Cantidad óptima de pedido**

Materia prima	Qopt (kg)
Ácido clorhídrico	4 852
Antimonio	405
Azufre	1 453
Cloruro de amonio	14 385
Estaño	189
Zinc	222 984
Plomo	3 579

Fuente: elaboración propia.

Al realizar la requisición de materia prima se debe tomar en cuenta el mínimo de compra de cada uno. Se verificó y no existe ningún inconveniente entre la cantidad óptima a pedir y el mínimo de compra.

#### **3.4.1.5. Períodos de reabastecimiento**

En la tabla XXV se encuentra la cantidad de días cuando se debe colocar la primera orden de pedido y el primer ingreso de materia prima. Además, se encuentra la cantidad de días cuando se debe colocar las demás órdenes de pedido y los días que se tardará en ingresar.

Tabla XXV. **Períodos de reabastecimiento**

Materia prima	Colocar orden de pedido X1	Ingreso de MP LTC1 - X1	Colocar orden de pedido X2	Ingreso de MP LTC2 -X2
Ácido clorhídrico	16	29	10	29
Antimonio	77	24	28	22
Azufre	90	22	15	24
Cloruro de amonio	28	26	24	26
Estaño	51	25	30	26
Zinc	29	35	23	36
Plomo	18	21	13	22

Fuente: elaboración propia.

Los cronogramas son de gran utilidad para establecer el día cuando se debe colocar la orden de pedido y el día cuando se recibirá la materia prima. Se deben tomar en cuenta los días de asueto y que no se reciben materias primas durante los fines de semana.

En las siguientes tablas se encuentran los cronogramas de las diferentes materias primas.

Tabla XXVI. **Cronograma, ácido clorhídrico**

Ácido clorhídrico	ene-17	feb-17	mar-17	abr-17	may-17	jun-17
Orden de pedido	Lu. 23 (Req.1)		Vi.17 (Req.2)		Ma. 16 (Req.3)	
Ingreso a bodega			Vi. 3 (Req.1)		Ma. 2 (Req.2)	Lu. 26 (Req.3)
Cantidad (kg)			<b>4 852</b>		<b>4 852</b>	<b>4 852</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVII. **Cronograma, antimonio**

Antimonio	mar-17	abr-17	may-17	jun-17	jul-17	ago-17
Orden de pedido		Ju.20 (Req.1)			Mi. 5 (Req.2)	
Ingreso a bodega			Ju. 25 (Req.1)			Vi. 4 (Req.2)
Cantidad (kg)			<b>405</b>			<b>405</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVIII. **Cronograma, azufre**

Azufre	mar-17	abr-17	may-17	jun-17	jul-17	ago-17
Orden de pedido			Mi.10 (Req.1)		Lu. 3 (Req.2)	
Ingreso a bodega				Vi. 9 (Req.1)		Vi. 4 (Req.2)
Cantidad (kg)				<b>1 453</b>		<b>1 453</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIX. **Cronograma, cloruro de amonio**

Cloruro de amonio	ene-17	feb-17	mar-17	abr-17	may-17	jun-17
Orden de pedido		Mi. 8 (Req.1)		Vi. 21 (Req.2)		
Ingreso a bodega			Ju. 16 (Req.1)		Ma. 30 (Req.2)	
Cantidad (kg)			<b>14 385</b>		<b>14 385</b>	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXX. **Cronograma, estaño**

Estaño	feb-17	mar-17	abr-17	may-17	jun-17	jul-17
Orden de pedido		Lu. 13 (Req.1)			Ju. 1 (Req.2)	
Ingreso a bodega			Mi. 19 (Req.1)			Lu 10 (Req.2)
Cantidad (kg)			<b>190</b>			<b>190</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXI. **Cronograma, zinc**

Zinc	ene-17	feb-17	mar-17	abr-17	may-17	jun-17
Orden de pedido		Ju. 9 (Req.1)			Vi. 5 (Req.2)	
Ingreso a bodega			Ju. 30 (Req.1)			Lu. 26 (Req.2)
Cantidad (kg)			<b>222 984</b>			<b>222 984</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXII. **Cronograma, plomo**

Plomo	ene-17	feb-17	mar-17	abr-17	may-17	jun-17
Orden de pedido	Mi. 25 (Req.1)		Ma. 14 (Req.2)		Vi. 5 (Req.3)	
Ingreso a bodega		Ju. 23 (Req.1)		Lu. 17 (Req.2)		Ma. 6 (Req.3)
Cantidad (kg)		<b>3 579</b>		<b>3 579</b>		<b>3 579</b>

Fuente: elaboración propia.

### 3.5. Existencia

La existencia máxima representa la cantidad máxima de materia prima que se puede tener almacenada. Se debe establecer un máximo en inventarios que permita a Galcasa tener una producción sin interrupciones por falta de materia prima o insumos, pero a la vez, que esta cantidad sea idónea desde el punto de vista financiero.

Después de realizar los cálculos respectivos, se establecieron los valores de existencia final que se deben mantener en la bodega de la empresa en estudio. La existencia final de cada uno de los materiales se encuentra reflejada en la tabla XXXIII:

Tabla XXXIII. **Existencia final 2**

Materia prima	Existencia final (kg)
Ácido clorhídrico	5 256
Antimonio	469
Azufre	1 643
Cloruro de amonio	16 657
Estaño	222
Zinc	252 068
Plomo	4 015

Fuente: elaboración propia.

### 3.5.1. Equivalencia a días de consumo

La equivalencia de la existencia de cada una de las materias primas en días, se muestra en la siguiente tabla.

Tabla XXXIV. **Equivalencia de existencias a días de consumo**

Materia prima	Días de consumo
Ácido clorhídrico	39
Antimonio	49
Azufre	39
Cloruro de amonio	50
Estaño	56
Zinc	59
Plomo	35

Fuente: elaboración propia.

### 3.5.2. Equivalencia de existencia a producto terminado

Por medio de la existencia final se realiza el cálculo de la equivalencia a láminas galvanizadas. Para este fin se utilizó el consumo estándar de cada insumo.

Tabla XXXV. **Equivalencia de existencias a producto terminado**

Materia prima	Producto terminado (unidad)
Ácido clorhídrico	625 213
Antimonio	781 667
Azufre	631 923
Cloruro de amonio	793 190
Estaño	1 110 000
Zinc	937 753
Plomo	550 000

Fuente: elaboración propia.

### 3.5.3. Costo de inventario final

Por medio de la existencia final y el costo de la materia prima se realiza el cálculo del costo del inventario final. El costo del inventario final es de Q.5 951 595,00. El costo del inventario de cada uno de los materiales se encuentra descrito en la tabla XXXVI.

Tabla XXXVI. **Costo de inventario final**

Materia Prima	Costo (Q.)
Ácido clorhídrico	17 555,04
Antimonio	69 937,28
Azufre	15 197,75
Cloruro de amonio	68 793,41
Estaño	71 794,80
Zinc	5 611 033,68
Plomo	97 283,45
<b>Total</b>	<b>5 951 595,00</b>

Fuente: elaboración propia.

### **3.6. Inventario mínimo**

Los niveles mínimos de existencia de suministros de producción se establecen al nivel más bajo posible. Es decir, las cantidades mínimas de los suministros de producción que Galcasa necesita para la fabricación de las láminas.

Después de realizar los cálculos respectivos, se establecieron los valores de inventario mínimo que se deben mantener en la bodega para evitar llegar al punto de agotamiento y que la producción se detenga. El inventario mínimo de cada uno de los materiales se encuentra reflejado en la tabla XXI.



## **4. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA**

### **4.1. Implementación de la teoría de inventarios**

Al implementar la teoría de inventarios, se fortalecerá a la empresa en cuanto al control que debe tener con las cantidades a ordenar de materia prima; así como el *stock* de seguridad que se debe mantener dentro del inventario y las políticas de pedido.

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 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 en estudio.

#### **4.1.1. Proyección de ventas**

Proporcionará el fundamento para calcular la cantidad de materia prima necesaria para el período de planificación establecido; el método que deberá utilizarse es el método de promedio móvil simple.

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 determinar las proyecciones de demandas futuras.

Una planificación eficiente 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. Políticas de pedido**

Permitirán establecer los parámetros de inventarios de cada una de las materias primas, la variable cuantitativa del *stock* de seguridad, la variable del nivel de reorden y la variable del nivel máximo establecer los parámetros.

El departamento de compras debe proporcionar el historial actualizado del tiempo de entregas de cada proveedor de materia prima; además, debe pactar contratos anuales con tiempos de entrega más cortos.

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

Crear una política de *stock* de seguridad es necesario para garantizar la existencia de materia prima en bodega, cuando los tiempos de entrega de materia prima sufren retrasos, los cuales son inevitables debidos a que surgen por parte del proveedor.

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. Control de requerimiento**

Cuando la existencia de una materia prima llegue al nivel de reorden, se procederá a realizar un requerimiento de compra. Se revisarán las existencias y se colocarán los requerimientos de compra según el cronograma establecido.

Los datos necesarios para realizar el requerimiento de compra son los siguientes:

- Cantidad por ordenar (cantidad óptima de pedido)
- Proveedor
- Tiempo de entrega

### **4.2.1. Cronograma de períodos de reabastecimiento**

A principio de cada año, se deben programar los días cuando se debe colocar la orden de pedido y el día cuando se recibirá cada una de las materias primas, con base en los cálculos previamente realizados. Se debe fijar en un cronograma.

Se deben realizar revisiones trimestrales de los cronogramas por los cambios que surjan en las variables de cada una de las materias primas.

Figura 18. Formato de cronograma de requisición

<b>Galvanizadora Centroamericana S.A.</b>													
<b>Encargado</b>	<b>Cronograma</b>												
<b>Área</b>	<b>Materia prima</b>	<b>ene</b>	<b>feb</b>	<b>mar</b>	<b>abr</b>	<b>may</b>	<b>jun</b>	<b>jul</b>	<b>ago</b>	<b>sep</b>	<b>oct</b>	<b>nov</b>	<b>dic</b>
<b>Materia Prima</b>	<b>Orden de pedido</b>												
<b>Fecha de revisión</b>	<b>Ingreso a bodega</b>												
	<b>Cantidad (Kg)</b>												
<b>Observaciones</b>													
<b>GALCASA</b> Tel. 8685-5555 Dirección 8va. Calle 1-48 zona 1 Villa Nueva, Guatemala													

Fuente: elaboración propia.

### 4.3. Informes

Mensualmente se realizará un reporte con información básica de todas las materias primas y el producto terminado.

### **4.3.1. Materia prima**

Los reportes de la información básica de cada una de las materias primas con los que se debe contar son los siguientes:

- Existencia de inventario físico y teórico
- Consumo mensual
- Costo

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

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

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.

Figura 19. Formato de inventario físico y teórico

**Galvanizadora Centroamericana S.A.**

---

Encargado \_\_\_\_\_

**Inventario físico y teórico**

Área \_\_\_\_\_

Fecha de revisión \_\_\_\_\_

No.	Nombre de la materia prima	Cantidad física	Cantidad teórica	Diferencia

**Observaciones**

**GALCASA**  
Tel. 6685-5555  
Dirección 8va. Calle 1-48 zona 1 Villa Nueva, Guatemala



Fuente: elaboración propia

#### 4.3.1.2. Consumo mensual

Es fundamental que se realicen informes mensuales para verificar el consumo mensual de materia prima y notificar de cualquier variación y realizar los cálculos necesarios, para determinar si es necesario realizar requisiciones adicionales. Además, sirve para mantener actualizada la información.







#### **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 y los del tipo humano.

Entre los recursos físicos necesarias para la implementación está la adquisición de un equipo de cómputo que facilite el ingreso de datos para tener un mejor control de los inventarios existentes. Además, un escritorio, útiles y papelería.

Los recursos del tipo humano incluyen las capacitaciones al personal de bodega y administrativo para lograr una mejor dirección dentro de la empresa.

#### **4.5. Cronograma de implementación**

Es importante definir un cronograma para la implementación de la propuesta. A continuación, se presentan las principales actividades y fechas y el cronograma.

Figura 23. Actividades de implementación

Fase		Actividad	Responsable	PLAN		REAL		SEGUIMIENTO	
				Inicio	Fin	Inicio	Fin	Status	Comentarios
Implementación		Presentación del proyecto junta directiva		15/01/2018	15/01/2018			No iniciado	
		Diseño de formatos oficiales		16/01/2018	19/01/2018			No iniciado	
		Presentación de diseño de formatos		22/01/2018	22/01/2018			No iniciado	
		Aprobación de formatos oficiales		22/01/2018	22/01/2018			No iniciado	
		Capacitación del personal		23/01/2018	26/01/2018			No iniciado	
		Pruebas integrales		29/01/2018	29/01/2018			No iniciado	
		Plan Cut Over		30/01/2018	31/01/2018			No iniciado	
		Go Live		1/02/2018	1/02/2018			No iniciado	
		Soporte en GoLive		1/02/2018	16/02/2018			No iniciado	
		Soporte estabilización		16/02/2018	27/02/2018			No iniciado	
	Cierre de proyecto		28/02/2018	28/02/2018			No iniciado		

Fuente: elaboración propia.

Figura 24. Cronograma de implementación

Fase		Actividad	Enero					Febrero				
			1	2	3	4	5	5	6	7	8	9
Implementación		Presentación del proyecto junta directiva										
		Diseño de formatos oficiales										
		Presentación de diseño de formatos										
		Aprobación de formatos oficiales										
		Capacitación del personal										
		Pruebas integrales										
		Plan Cut Over										
		Go Live										
		Soporte en GoLive										
		Soporte estabilización										
	Cierre de proyecto											

■ Fuera de plan 
 ■ Real 
 ■ Plan

Fuente: elaboración propia.



## **5. SEGUIMIENTO**

### **5.1. Actualización**

Para lograr una correcta implementación del modelo propuesto, es necesario realizar actualizaciones periódicas. Se debe hacer énfasis en la importancia del seguimiento de la implementación para que se pueda alcanzar el objetivo principal: reducción de costos a través de los suministros de producción. Al contar con información actualizada, se podrá hacer frente a cualquier cambio.

#### **5.1.1. Mensual**

Para realizar las modificaciones en los parámetros, es necesario contar mensualmente con la actualización de consumo estándar de materia prima, su costo estándar y las proyecciones de ventas.

##### **5.1.1.1. Consumo estándar de materia prima e insumos**

El departamento de control de la calidad es responsable de proporcionar los consumos estándar de los insumos mensualmente, de acuerdo a sus controles estadísticos. Estos deben ser enviados el último día de cada mes.

#### **5.1.1.2. Costo estándar**

El área de compras es responsable de proporcionar los costos de cada uno de los insumos. Estos datos deben ser enviados el último día de cada mes.

#### **5.1.1.3. Proyecciones de ventas**

El área comercial es responsable de proporcionar los pronósticos de ventas de cada mes; tiene como límite el día cinco del mes anterior.

### **5.1.2. Semestral**

Para realizar las modificaciones en los parámetros, es necesario contar semestralmente con la actualización de tiempos de entrega y mínimos de compra de los proveedores.

#### **5.1.2.1. Mínimo de pedido a los proveedores**

El departamento responsable de solicitar los mínimos de compra a los proveedores, de actualizar y de informar semestralmente dicha información es el departamento de compras.

#### **5.1.2.2. Tiempo de entrega de los proveedores**

El departamento de compras es responsable de actualizar los tiempos de entrega de cada uno de los proveedores, esta información debe ser proporcionada semestralmente.

## **5.2. Estadísticas**

La recolección y agrupamiento de los datos del consumo de materia prima, su costo estándar, las proyecciones de venta de las láminas galvanizadas, el mínimo de pedido y el mínimo de tiempo de entrega de los proveedores, se debe realizar para construir con estos informes estadísticos que den una idea sobre diferentes y muy variados temas, siempre desde un punto de vista cuantitativo y no cualitativo y de esa manera tomar las decisiones más acertadas para reducir el costo de inventario de la materia prima.

### **5.2.1. Ingreso de suministros y materia prima**

Mensualmente, se debe realizar un reporte de los ingresos de todos los insumos. Se debe llevar un control estadístico de los reportes de ingresos mensuales que contemple unidades compradas y sus costos.

### **5.2.2. Egresos de suministros y materia prima**

Mensualmente, se debe realizar un reporte de los egresos de todos los insumos. Se llevará un control estadístico de los reportes de egresos mensuales que contemple unidades despachadas para consumo y sus costos.

La estadística de egresos de insumos es de suma importancia ya que permitirá ver variaciones de consumo. Al detectar variaciones de consumo se tendrá que evaluar cada caso en particular para determinar las causas que originan la variación.

### **5.3. Auditorías**

Como parte del seguimiento de la implementación del modelo es importante que se realicen auditorías. Las auditorías se realizarán para confirmar la efectividad del sistema de gestión de inventarios y para obtener información para la mejora del sistema de gestión.

#### **5.3.1. Internas**

Las auditorías internas permitirán 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. Además, inspeccionar el almacenamiento de materia prima complementa el proceso de mejora continua para garantizar la calidad del producto.

Las auditorías deben programarse, por lo menos cada tres meses, 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 los recursos necesarios para organizar y conducir las auditorías de manera eficiente. La implementación del programa de auditoría debe ser supervisada para comprobar que se han alcanzado los proyectados. Es importante que la persona que gestione el programa de auditoría verifique su implementación.

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. En la reunión se deben establecer las actividades; este mismo proceso debe realizarse cada 3 meses para cumplir con el programa.

Para realizar un correcto plan de auditoría, Galcasa debe apoyarse en los principios de auditoría para llevarlo a cabo de forma efectiva y confiable.

- Integridad: el responsable de llevar a cabo la auditoría debe realizarlo con honestidad, responsabilidad y de manera imparcial.
- Presentación ecuánime: se deben presentar los resultados con veracidad y exactitud.
- Cuidado profesional: la persona encargada de auditar debe contar con la seriedad y formalidad durante la auditoría.
- Confidencialidad: toda información que se reciba debe manejarse con confidencialidad.
- Independencia: 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.

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.

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

### **5.3.2. Externas**

Las auditorías externas son un examen crítico, sistemático y detallado de un sistema de información, realizado por una persona sin vínculos laborales que utiliza técnicas determinadas y con el objeto de emitir una opinión independiente sobre la forma como opera el sistema de gestión de inventarios, su control interno y formular sugerencias para su mejoramiento.

El realizar auditorías externas en forma independiente, le otorgará a Galcasa, validez ante los usuarios del producto. Además, la auditoría externa tiene por objetivo averiguar sobre la integridad y autenticidad de los expedientes, los documentos y toda aquella información producida por los sistemas de información de la empresa en estudio.

Las auditorías deben programarse, por lo menos cada seis meses, para verificar la organización efectiva y que se esté cumpliendo con el sistema de manejo de inventarios.

#### **5.4. Beneficio de aplicación de la propuesta**

El manejo de materiales gestiona la adquisición de materia prima requerida para un período de demanda de productos conocido, en el cual se toma en cuenta las existencias de materiales en bodega y el ritmo de producción de la planta con el objetivo de manejar órdenes de compra con las cantidades adecuadas sin tener que comprometer capital que genere altos costos de oportunidad.

La correcta administración de inventarios es uno de los principales factores que inciden en el desempeño de la empresa y en las ganancias. Por lo cual es de vital importancia para Galcasa contar con un inventario bien administrado y controlado. El enfoque en esta área debe mantener un nivel óptimo para no generar costos innecesarios.

Algunos de los beneficios que obtendrá la empresa en estudio, al implementar el modelo propuesto son:

- Elevar el nivel de calidad del servicio al cliente con la reducción la pérdida de venta por falta de producto terminado.
- Mejorar el flujo de efectivo de la empresa ya que al comprar de manera más eficiente y contar con una mayor rotación de inventarios se provocará que el dinero no se encuentre detenido.
- Reducir los costos del manejo de inventario.
- Vigilar la calidad de las láminas galvanizada al tenerla bien identificada y monitoreada.

- Reconocer robos y mermas.
- Liberar y optimizar el espacio en los almacenes para incrementar la rentabilidad por metro cuadrado.
- Control de entradas, salidas y localización de la mercancía; requisición de mercancías para un manejo de tus bodegas más profesional.

Para obtener estos beneficios en la empresa es importante que se cumplan las políticas establecidas y seguir las prácticas de planeación y ejecución de todo el proceso y sobre todo que exista un constante seguimiento y revisión.

Los dos principales beneficios de la implementación del modelo propuesto son: la reducción de costo de inventario de materia prima y el establecimiento de niveles de materia prima adecuados.

#### **5.4.1. Reducción de costo de inventario de materia prima**

La gestión y el control de inventarios es un proceso que tiene un gran impacto en todas las áreas operativas de la empresa y, a su vez, es un aspecto primordial de la administración ya que cuando no se tiene controlado implica un alto costo y requiere una mayor inversión.

Uno de los mayores beneficios y objetivos al implementar el modelo propuesto es que se reducirán los costos de inventario de materia prima. Se reducirá el costo de inmovilización de capital a invertir y el capital disponible se podrá utilizar para otros fines.

El costo de oportunidad del dinero invertido se verá beneficiado y reducirá, debido a que se invertirá efectivamente; evitará que existan excedentes. El costo de mantener la materia prima dentro de una bodega y de que se vuelva obsoleta se reducirá considerablemente.

#### **5.4.2. Niveles de materia prima adecuados**

Otro importante y significativo beneficio de la implementación del sistema de gestión de inventarios es que permite establecer los niveles de materia prima adecuados.

El sistema establece tres indicadores del control de inventario: el nivel máximo, el nivel mínimo y el punto de reorden. Si dichos niveles no se controlan pueden generar un problema de abastecimiento importante y pérdidas para la empresa.

Además, al establecer la cantidad óptima para colocar el pedido, se evitará que exista una excesiva cantidad de materia prima en la bodega o bien que la fábrica no cuente con los insumos necesarios para producir la demanda requerida por el área de venta.



## CONCLUSIONES

1. Luego de realizar el análisis de problemas y objetivos, por medio de los gráficos, se definieron las principales causas y efectos del problema principal y los medios y fines para alcanzar el objetivo.
2. Con base en los últimos datos históricos de las ventas de los últimos tres años, se evaluaron cada uno de los métodos cuantitativos para las familias estables; el que se utilizó para realizar la proyección fue el método de promedio móvil simple.
3. Se determinó la cantidad óptima de pedido, *stock* de seguridad, nivel de reorden y nivel máximo de cada una de las materias primas.
4. Con base en las políticas de pedido, las proyecciones de ventas y el consumo estándar de cada una de las materias primas, se desarrolló un cronograma de pedidos que especifica cantidades y fechas de colocación y recepción de materia.



## RECOMENDACIONES

1. Contar con 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 en la producción de la lámina galvanizada.
2. Se debe buscar la mayor exactitud de las proyecciones de ventas y llevar un control para no tener faltantes o sobreinventario.
3. Realizar capacitaciones del control de inventarios y mantener informados a los colaboradores sobre los cambios a realizar dentro de la empresa.
4. Se debe contar con los precios actualizados de cada una de las materias primas.



## BIBLIOGRAFÍA

1. ARANGO SANTOS, Herbert Omar. *Optimización de los procesos que intervienen en la producción de lámina galvanizada en Galvanizadora Centroamericana S.A (GALCASA)*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2012. 158 p.
2. BRONSON, Richard. *Teoría y problemas de investigación de operaciones*. México: McGraw-Hill, 1990. 323 p.
3. CRIOLLO GARCÍA, Roberto. *Estudio del trabajo, ingeniería de métodos*. 2a ed. México: McGraw-Hill, 2005. 459 p.
4. FIAEP. *Control y manejo de inventario*. [En línea]. <<http://fiaep.org/inventario/controlymanejodeinventarios.pdf>>. [Consulta: 23 de septiembre de 2016].
5. *Manejo y control de inventarios*. [En línea]. <[https://docs.google.com/document/d/1i\\_7JycioRV35bxTWytsbN1k7fQx6ET8feWO9zoCcBk/edit?pli=1MANEJO](https://docs.google.com/document/d/1i_7JycioRV35bxTWytsbN1k7fQx6ET8feWO9zoCcBk/edit?pli=1MANEJO)>. [Consulta: 03 de octubre de 2016].
6. MULLER, Max. *Fundamentos de administración de inventarios*. Bogotá: Norma, 2004. 249 p.
7. NIEBEL, Benjamín W. *Ingeniería industrial: métodos, tiempos y movimientos*. México: Alfaomega, 2000. 880 p.

8. SOYOY ALVARADO, Keren Idalma. *Aplicación de teoría de inventarios como herramienta para la reducción de costos en el área de insumos de Papelería Internacional, S.A.* Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2013. 141 p.

## APÉNDICES

### Apéndice 1. **Cálculo tabla III**

Demanda mensual promedio:  $(490\,678 + 486\,985 + 445\,678 + 489\,258 + 506\,009 + 524\,546) / 6 = 490\,526$

Fuente: elaboración propia.

### Apéndice 2. **Cálculo tabla V**

Consumo promedio ácido clorhídrico:  $(4\,125 + 3\,785 + 3\,895 + 4\,265 + 4\,320 + 3\,680) / 6 = 4\,012$

Consumo promedio antimonio:  $(290 + 345 + 326 + 278 + 282 + 316) / 6 = 306$

Consumo promedio azufre:  $(1\,289 + 1\,333 + 1\,158 + 1\,441 + 1\,230 + 1\,376) / 6 = 1\,305$

Consumo promedio cloruro de amonio:  $(10\,300 + 8\,957 + 9\,785 + 10\,225 + 9\,673 + 8\,736) / 6 = 9\,613$

Consumo promedio estaño:  $(122 + 123 + 117 + 135 + 141 + 126) / 6 = 127$

Consumo promedio zinc:  $(31\,895 + 120\,658 + 115\,789 + 122\,965 + 124\,694 + 137\,895) / 6 = 125\,649$

Consumo promedio plomo:  $(3\,562 + 2\,376 + 2\,285 + 2\,589 + 3\,446 + 2\,986) / 6 = 2\,874$

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. **Cálculo tabla VIII**

Error

$$\text{Mes 33: } 467\,744 - 490\,678 = -22\,934$$

$$\text{Mes 34: } 477\,890 - 467\,744 = 10\,146$$

$$\text{Mes 35: } 457\,976 - 477\,890 = -19\,914$$

$$\text{Mes 36: } 487\,655 - 457\,976 = 29\,679$$

|E|

$$\text{Mes 33: } |-22\,934| = 22\,934$$

$$\text{Mes 34: } 22\,934 + |10\,146| = 33\,080$$

$$\text{Mes 35: } 33\,080 + |-19\,914| = 52\,994$$

$$\text{Mes 36: } 52\,994 + |29\,679| = 82\,673$$

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 4. **Cálculo tabla IX**

Proyección

$$\begin{aligned} \text{Mes 33: } & (478\,908 + 457\,753 + 489\,765 + 465\,709 + 456\,488 + 509\,765 + 456 \\ & 780 + 467\,897 + 456\,354 + 473\,607 + 500\,678 + 499\,345 + 455\,676 + 489\,566 \\ & + 454\,547 + 455\,780 + 488\,991 + 456\,346 + 490\,678 + 486\,985 + 445\,678 + \\ & 489\,258 + 506\,009 + 524\,546 + 466\,898 + 498\,765 + 520\,003 + 478\,570 + 489 \\ & 875 + 497\,652 + 434\,577 + 490\,678)/32 = 479\,191 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Mes 34: } & (478\,908 + 457\,753 + 489\,765 + 465\,709 + 456\,488 + 509\,765 + 456 \\ & 780 + 467\,897 + 456\,354 + 473\,607 + 500\,678 + 499\,345 + 455\,676 + 489\,566 \\ & + 454\,547 + 455\,780 + 488\,991 + 456\,346 + 490\,678 + 486\,985 + 445\,678 + \\ & 489\,258 + 506\,009 + 524\,546 + 466\,898 + 498\,765 + 520\,003 + 478\,570 + 489 \\ & 875 + 497\,652 + 434\,577 + 490\,678 + 467\,744)/33 = 478\,845 \end{aligned}$$

Continuación del apéndice 4.

Mes 35:  $(478\,908 + 457\,753 + 489\,765 + 465\,709 + 456\,488 + 509\,765 + 456\,780 + 467\,897 + 456\,354 + 473\,607 + 500\,678 + 499\,345 + 455\,676 + 489\,566 + 454\,547 + 455\,780 + 488\,991 + 456\,346 + 490\,678 + 486\,985 + 445\,678 + 489\,258 + 506\,009 + 524\,546 + 466\,898 + 498\,765 + 520\,003 + 478\,570 + 489\,875 + 497\,652 + 434\,577 + 490\,678 + 467\,744 + 477\,890)/34 = 478\,817$

Mes 36:  $(478\,908 + 457\,753 + 489\,765 + 465\,709 + 456\,488 + 509\,765 + 456\,780 + 467\,897 + 456\,354 + 473\,607 + 500\,678 + 499\,345 + 455\,676 + 489\,566 + 454\,547 + 455\,780 + 488\,991 + 456\,346 + 490\,678 + 486\,985 + 445\,678 + 489\,258 + 506\,009 + 524\,546 + 466\,898 + 498\,765 + 520\,003 + 478\,570 + 489\,875 + 497\,652 + 434\,577 + 490\,678 + 467\,744 + 477\,890 + 457\,976)/35 = 478\,478$

Error

Mes 33:  $467\,744 - 479\,191 = -11\,447$

Mes 34:  $477\,890 - 478\,845 = -955$

Mes 35:  $457\,976 - 478\,817 = -20\,841$

Mes 36:  $487\,655 - 478\,478 = 9\,177$

|E|

Mes 33:  $|-11\,447| = 11\,447$

Mes 34:  $11\,447 + |-955| = 12\,402$

Mes 35:  $12\,402 + |-20\,841| = 33\,243$

Mes 36:  $33\,243 + |9\,177| = 42\,420$

Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 5. Cálculo tabla X

### Proyección

$$\text{Mes 33: } (489\,875 + 497\,652 + 434\,577 + 490\,678)/4 = 478\,196$$

$$\text{Mes 34: } (497\,652 + 434\,577 + 490\,678 + 467\,744)/4 = 472\,663$$

$$\text{Mes 35: } (434\,577 + 490\,678 + 467\,744 + 477\,890)/4 = 467\,722$$

$$\text{Mes 36: } (490\,678 + 467\,744 + 477\,890 + 457\,976)/4 = 473\,572$$

### Error

$$\text{Mes 33: } 467\,744 - 478\,193 = -10\,452$$

$$\text{Mes 34: } 477\,890 - 472\,663 = 5\,227$$

$$\text{Mes 35: } 457\,976 - 467\,722 = -9\,746$$

$$\text{Mes 36: } 487\,655 - 473\,572 = 14\,083$$

### |E|

$$\text{Mes 33: } |-10\,452| = 10\,452$$

$$\text{Mes 34: } 10\,452 + |5\,227| = 15\,679$$

$$\text{Mes 35: } 12\,402 + |-9\,746| = 25\,425$$

$$\text{Mes 36: } 33\,243 + |14\,083| = 39\,508$$

### Cálculo tabla XI

### Proyección

$$\text{Mes 33: } (489\,875 * 0,5 + 497\,652 * 0,8 + 434\,577 * 1,2 + 490\,678 * 1,5)/4 = 475\,142$$

$$\text{Mes 34: } (497\,652 * 0,5 + 434\,577 * 0,8 + 490\,678 * 1,2 + 467\,744 * 1,5)/4 = 471\,729$$

$$\text{Mes 35: } (434\,577 * 0,5 + 490\,678 * 0,8 + 467\,744 * 1,2 + 477\,890 * 1,5)/4 = 471\,990$$

$$\text{Mes 36: } (490\,678 * 0,5 + 467\,744 * 0,8 + 477\,890 * 1,2 + 457\,976 * 1,5)/4 = 469\,992$$

### Error

$$\text{Mes 33: } 467\,744 - 475\,142 = -7\,398$$

Continuación del apéndice 5.

$$\text{Mes 34: } 477\,890 - 471\,729 = 6\,161$$

$$\text{Mes 35: } 457\,976 - 471\,990 = -14\,014$$

$$\text{Mes 36: } 487\,655 - 469\,992 = 17\,663$$

|E|

$$\text{Mes 33: } |-7\,398| = 7\,398$$

$$\text{Mes 34: } 7\,398 + |6\,161| = 13\,559$$

$$\text{Mes 35: } 13\,559 + |-14\,014| = 27\,572$$

$$\text{Mes 36: } 27\,572 + |17\,663| = 45\,236$$

Fuente: elaboración propia.

#### Apéndice 6. **Cálculo tabla XII**

Proyección

$$\text{Mes 32: } (434\,577 + 497\,652 + 489\,875 + 478\,570)/4 = 475\,169$$

$$\text{Mes 33: } 475\,169 + 0.5(490\,678 - 475\,169) = 482\,923$$

$$\text{Mes 34: } 482\,923 + 0.5(467\,744 - 482\,923) = 475\,334$$

$$\text{Mes 35: } 475\,334 + 0.5(477\,890 - 475\,334) = 476\,612$$

$$\text{Mes 36: } 476\,612 + 0.5(457\,976 - 476\,612) = 467\,294$$

Error

$$\text{Mes 33: } 467\,744 - 482\,923 = -15\,179$$

$$\text{Mes 34: } 477\,890 - 475\,334 = 2\,556$$

$$\text{Mes 35: } 457\,976 - 476\,612 = -18\,636$$

$$\text{Mes 36: } 487\,655 - 467\,294 = 20\,361$$

|E|

$$\text{Mes 33: } |15\,179| = 15\,179$$

$$\text{Mes 34: } 15\,179 + |2\,556| = 17\,735$$

Continuación del apéndice 6.

$$\text{Mes 35: } 17\ 735 + |-18\ 636| = 36\ 371$$

$$\text{Mes 36: } 36\ 371 + |20\ 361| = 56\ 732$$

Fuente: elaboración propia.

### Apéndice 7. **Cálculo tabla XIII**

Proyección

$$\text{Mes 32: } (434\ 577 + 497\ 652 + 489\ 875 + 478\ 570)/4 = 475\ 169$$

$$\text{Tendencia 32: } 490\ 678 - 434\ 577 = 56\ 101$$

$$\text{Mes 33: } 475\ 169 + (1 - 0,5)/0,5 * 56\ 101 = 531\ 270$$

$$\text{Tendencia 33: } 467\ 744 - 490\ 678 = -22\ 934$$

$$\text{Mes 34: } 531\ 270 + (1 - 0,5)/0,5 * -22\ 934 = 508\ 336$$

$$\text{Tendencia 34: } 477\ 890 - 467\ 744 = 10\ 146$$

$$\text{Mes 35: } 508\ 336 + (1 - 0,5)/0,5 * 10\ 146 = 518\ 482$$

$$\text{Tendencia 35: } 457\ 976 - 477\ 890 = -19\ 914$$

$$\text{Mes 36: } 518\ 482 + (1 - 0,5)/0,5 * -19\ 914 = 498\ 568$$

Error

$$\text{Mes 33: } 467\ 744 - 531\ 270 = -63\ 526$$

$$\text{Mes 34: } 477\ 890 - 508\ 336 = -30\ 446$$

$$\text{Mes 35: } 457\ 976 - 518\ 482 = -60\ 506$$

$$\text{Mes 36: } 498\ 655 - 498\ 568 = -10\ 913$$

|E|

$$\text{Mes 33: } |-63\ 526| = 63\ 526$$

$$\text{Mes 34: } 63\ 526 + |-30\ 446| = 93\ 972$$

$$\text{Mes 35: } 93\ 972 + |-60\ 506| = 154\ 478$$

$$\text{Mes 36: } 154\ 478 + |-10\ 913| = 165\ 391$$

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 8. **Cálculo tabla XIV**

Enero: 473 572

Tendencia 36:  $0,5(487\ 655 - 457\ 976) + (1 - 0,5) * (457\ 976 - 477\ 890) = 4\ 883$

Febrero:  $473\ 572 + 1 (4\ 883) = 478\ 455$

Marzo:  $473\ 572 + 2 (4\ 883) = 483\ 337$

Abril:  $473\ 572 + 3 (4\ 883) = 488\ 220$

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 9. **Cálculo tabla XV**

Ácido clorhídrico:  $(4\ 125/490\ 678) * 2,7\% = 0,0084$

Antimonio:  $(290/490\ 678) * 0,2\% = 0,0006$

Azufre:  $(1\ 289/490\ 678) * 0,9\% = 0,0026$

Cloruro de amonio:  $(10\ 300/490\ 678) * 6,8\% = 0,0210$

Estaño:  $(122/490\ 678) * 0,1\% = 0,0002$

Zinc:  $(131\ 895/490\ 678) * 87\% = 0,2688$

Plomo:  $(3\ 562/490\ 678) * 2,3\% = 0,0073$

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 10. **Cálculo tabla XVIII**

Ácido Clorhídrico

Nivel de reorden:  $(0,9 + 1 + 1 + 1,1) / 4 = 1$

Stock de seguridad:  $1,1 - 1 = 0,1$

Antimonio

Nivel de reorden:  $(1,0 + 0,8 + 1,2 + 0,9) / 4 = 0,975$

Stock de seguridad:  $1,2 - 0,975 = 0,225$

Continuación del apéndice 10.

Azufre

Nivel de reorden:  $(0,8 + 0,7 + 0,9 + 1) / 4 = 0,850$

Stock de seguridad:  $1 - 0,850 = 0,15$

Cloruro de amonio

Nivel de reorden:  $(1 + 0,8 + 1,2 + 0,9) = 0,975$

Stock de seguridad:  $1,2 - 0,975 = 0,225$

Estaño

Nivel de reorden:  $(1,3 + 0,7 + 1,1 + 1) / 4 = 1,025$

Stock de seguridad:  $1,3 - 1,025 = 0,275$

Zinc

Nivel de reorden:  $(1,2 + 1,4 + 1,5 + 1) / 4 = 1,275$

Stock de seguridad:  $1,5 - 1,275 = 0,225$

Plomo

Nivel de reorden:  $(0,9 + 0,8 + 0,7 + 0,7) / 4 = 0,775$

Stock de seguridad:  $0,9 - 0,775 = 0,125$

Fuente: elaboración propia.

#### Apéndice 11. **Cálculo Tabla XX**

Ácido clorhídrico

Enero:  $473\,572 * 0,0084 = 3\,981$

Febrero:  $478\,455 * 0,0084 = 4\,022$

Marzo:  $483\,337 * 0,0084 = 4\,063$

Abril:  $488\,220 * 0,0084 = 4\,104$

Antimonio

Enero:  $473\,572 * 0,0006 = 280$

Continuación del apéndice 11.

Febrero:  $478\,455 * 0,0006 = 283$

Marzo:  $483\,337 * 0,0006 = 286$

Abril:  $488\,220 * 0,0006 = 289$

Azufre

Enero:  $473\,572 * 0,0026 = 1\,244$

Febrero:  $478\,455 * 0,0026 = 1\,257$

Marzo:  $483\,337 * 0,0026 = 1\,270$

Abril:  $488\,220 * 0,0026 = 1\,283$

Cloruro de amonio

Enero:  $473\,572 * 0,0210 = 9\,941$

Febrero:  $478\,455 * 0,0210 = 10\,043$

Marzo:  $483\,337 * 0,0210 = 10\,146$

Abril:  $488\,220 * 0,0210 = 10\,248$

Estaño

Enero:  $473\,572 * 0,0002 = 118$

Febrero:  $478\,455 * 0,0002 = 119$

Marzo:  $483\,337 * 0,0002 = 120$

Abril:  $488\,220 * 0,0002 = 121$

Zinc

Enero:  $473\,572 * 0,2688 = 127\,297$

Febrero:  $478\,455 * 0,2688 = 128\,609$

Marzo:  $483\,337 * 0,2688 = 129\,922$

Abril:  $488\,220 * 0,2688 = 131\,234$

Plomo

Enero:  $473\,572 * 0,0073 = 3\,438$

Febrero:  $478\,455 * 0,0073 = 3\,473$

Marzo:  $483\,337 * 0,0073 = 3\,509$

Continuación del apéndice 11.

Abril:  $488\,220 * 0,0073 = 3\,544$

Total planificado

Ácido clorhídrico:  $3\,981 + 4\,022 + 4\,063 + 4\,104 = 16\,171$

Antimonio:  $280 + 283 + 286 + 289 = 1\,137$

Azufre:  $1\,244 + 1\,257 + 1\,270 + 1\,283 = 5\,053$

Cloruro de amonio:  $9\,941 + 10\,043 + 10\,146 + 10\,248 = 40\,379$

Estaño:  $118 + 119 + 120 + 121 = 478$

Zinc:  $127\,297 + 128\,609 + 129\,922 + 131\,234 = 517\,062$

Plomo:  $3\,438 + 3\,473 + 3\,509 + 3\,544 = 13\,964$

Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 12. **Cálculo tabla XXV**

X1

Ácido clorhídrico:  $0.52 * 30 = 15.6 = 16$

Antimonio:  $2.56 * 30 = 76.8 = 77$

Azufre:  $2.99 * 30 = 89.7 = 90$

Cloruro de amonio:  $0.93 * 30 = 27.9 = 28$

Estaño:  $1.68 * 30 = 50.4 = 51$

Zinc:  $0.93 * 30 = 27.9 = 28$

Plomo:  $0.57 * 30 = 17.1 = 18$

LTC1 – X1

Ácido clorhídrico:  $(1.48 * 30) - 16 = 28.4 = 29$

Antimonio:  $(3.36 * 30) - 77 = 23.8 = 24$

Azufre:  $(3.72 * 30) - 90 = 21.6 = 22$

Cloruro de amonio:  $(1.78 * 30) - 28 = 25.4 = 26$

Continuación del apéndice 12.

$$\text{Estaño: } (2.51 * 30) - 51 = 24.3 = 25$$

$$\text{Zinc: } (2.12 * 30) - 29 = 34.6 = 35$$

$$\text{Plomo: } (1.29 * 30) - 18 = 20.70 = 21$$

X2

$$\text{Ácido clorhídrico: } 0.33 * 30 = 9.90 = 10$$

$$\text{Antimonio: } 0.96 * 30 = 28.8 = 29$$

$$\text{Azufre: } 0.50 * 30 = 15$$

$$\text{Cloruro de amonio: } 0.78 * 30 = 23.4 = 24$$

$$\text{Estaño: } 0.97 * 30 = 29.1 = 30$$

$$\text{Zinc: } 0.76 * 30 = 22.8 = 23$$

$$\text{Plomo: } 0.42 * 30 = 12.6 = 13$$

LTC2 – X2

$$\text{Ácido clorhídrico: } (1.30 * 30) - 10 = 29$$

$$\text{Antimonio: } (1.64 * 30) - 28 = 21.2 = 22$$

$$\text{Azufre: } (1.30 * 30) - 15 = 24$$

$$\text{Cloruro de amonio: } (1.65 * 30) - 24 = 25.5 = 26$$

$$\text{Estaño: } (1.85 * 30) - 30 = 25.5 = 26$$

$$\text{Zinc: } (1.95 * 30) - 23 = 35.5 = 36$$

$$\text{Plomo: } (1.15 * 30) - 13 = 21.5 = 22$$

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 13. **Cálculo tabla XXXIV**

Ácido clorhídrico:  $1,30 * 30 = 39$

Antimonio:  $1,64 * 30 = 40$

Azufre:  $1,30 * 30 = 39$

Cloruro de amonio:  $1,65 * 30 = 60$

Estaño:  $1,85 * 30 = 56$

Zinc:  $1,95 * 30 = 59$

Plomo:  $1,15 * 30 = 35$

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 14. **Cálculo tabla XXXV**

Ácido clorhídrico:  $5\ 256 / 0,0084 = 625\ 213$

Antimonio:  $469 / 0,0006 = 781\ 667$

Azufre:  $1\ 643 / 0,0026 = 631\ 923$

Cloruro de amonio:  $16\ 657 / 0,0210 = 793\ 190$

Estaño:  $222 / 0,0002 = 1\ 110\ 000$

Zinc:  $252\ 068 / 0,2688 = 937\ 753$

Plomo:  $4015 / 0,0073 = 550\ 000$

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 15. **Cálculo tabla XXXVI**

Ácido clorhídrico:  $3,34 * 5\,256 = 17\,555,04$

Antimonio:  $149,12 * 469 = 69\,937,28$

Azufre:  $9,25 * 1\,643 = 15\,197,75$

Cloruro de amonio:  $4,13 * 16\,657 = 68\,793,41$

Estaño:  $323,4 * 222 = 71\,794,80$

Zinc:  $22,26 * 252\,068 = 5\,611\,033,68$

Plomo:  $24,23 * 4\,015 = 97\,283,45$

Total =  $17\,555,04 + 69\,937,28 + 15\,197,75 + 68\,793,41 + 71\,794,80 + 5\,611\,033,68 + 97\,283,45 = 5\,951\,595,00$

Fuente: elaboración propia.

