



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

**RASTREO EN EL CONTROL DE INVENTARIOS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA CARGA  
DE ALMACENAJE EN UNA EMPRESA PRODUCTORA DE MATERIAL CALIZO**

**Juan Carlos Ruano Flores**

Asesorado por el Ing. Renaldo Girón Alvarado

Guatemala, noviembre de 2020

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**RASTREO EN EL CONTROL DE INVENTARIOS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA CARGA  
DE ALMACENAJE EN UNA EMPRESA PRODUCTORA DE MATERIAL CALIZO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**JUAN CARLOS RUANO FLORES**  
ASESORADO POR EL ING. RENALDO GIRÓN ALVARADO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2020

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martinez
VOCAL III	Ing. José Milton De León Bran
VOCAL IV	Br. Christian Moisés De La Cruz Leal
VOCAL V	Br. Kevin Vladimir Armando Cruz Lorente
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez
EXAMINADOR	Ing. Byron Gerardo Chocooj Barrientos
EXAMINADOR	Ing. Julio Oswaldo Rojas Argueta
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

**RASTREO EN EL CONTROL DE INVENTARIOS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA CARGA DE ALMACENAJE EN UNA EMPRESA PRODUCTORA DE MATERIAL CALIZO**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial con fecha 16 de febrero de 2018.

**Juan Carlos Ruano Flores**

Guatemala, mayo de 2020

Ingeniero

César Ernesto Urquizú Rodas

DIRECTOR

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Facultad de Ingeniería, USAC

Ingeniero César Urquizú,

Por medio de la presente me dirijo a usted, para hacer de su conocimiento que, como Asesor del estudiante universitario, **Juan Carlos Ruano Flores**, con número de **CUI 2460070950101** y registro estudiantil **201314149**, he tenido a la vista el trabajo de graduación titulado: **“RASTREO EN EL CONTROL DE INVENTARIOS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA CARGA DE ALMACENAJE EN UNA EMPRESA PRODUCTORA DE MATERIAL CALIZO”**, el cual encuentro satisfactorio.

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.



**Renaldo Girón Alvarado**  
**Ingeniero Industrial**  
**Colegiado No. 5977**  
Ing. Renaldo Girón Alvarado  
Colegiado 5977



REF.REV.EMI.066.020

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **RASTREO EN EL CONTROL DE INVENTARIOS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE CARGA DE ALMACENAJE, EN UNA EMPRESA PRODUCTORA DE MATERIAL CALIZO**, presentado por el estudiante universitario **Juan Carlos Ruano Flores**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. José Francisco Gómez Rivera  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, julio de 2020.



**EMI**

ESCUELA DE  
INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL  
FACULTAD DE INGENIERÍA

REF.DIR.EMI.087.020

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 **RASTREO EN EL CONTROL DE INVENTARIOS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE CARGA DE ALMACENAJE, EN UNA EMPRESA PRODUCTORA DE MATERIAL CALIZO**, presentado por el estudiante universitario **Juan Carlos Ruano Flores**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Ing. César Ernesto Urquizú Rodas  
DIRECTOR  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, noviembre de 2020.

/mgp

DTG. 358.2020.

La Decana 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: **RASTREO EN EL CONTROL DE INVENTARIOS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA CARGA DE ALMACENAJE EN UNA EMPRESA PRODUCTORA DE MATERIAL CALIZO**, presentado por el estudiante universitario: **Juan Carlos Ruano Flores**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Anabela Cordova Estrada  
Decana

Guatemala, noviembre de 2020

AACE/asga



## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Por ser mi guía, por darme sabiduría, por poner las personas correctas en mi camino y por haberme dado fuerzas cuando más las necesitaba.
- Mi madre** Gloria Flores por ser mi mayor inspiración, por su apoyo incondicional, por motivarme a seguir adelante y sobre todo por su amor.
- Mis abuelos** Remigio Flores (q. e. p. d.) y María Ortiz por sus enseñanzas de vida, por sus bendiciones y su cariño demostrado durante esta etapa.
- Mi novia** Gabriela Morales por ser mi motivación, mi apoyo y por demostrarme su amor a lo largo de este camino.
- Mis tíos** Ramiro, (q. e. p. d.), Marvin Flores, Alfredo Escribá, Silvia, Noemi Flores y Verónica Morataya por formar parte importante de mi vida.

**Mis primos**

Lisbeth Flores, Karin Méndez, José Ramiro Flores, Armando Escribá, Lesly Escribá, Silvia Flores, Luis Escribá y Alejandra García.

Gabriela y Santiago Flores.

**Mis sobrinos**

Oscar Herrera, Favio Sagastume, Dennis Morales, José Ricardo Rodas, Edgar Cojolon y Mindy Ortíz, sin ellos la etapa universitaria no hubiera sido la misma.

**Mis amigos**

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>La Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por ser la institución que me brindó la oportunidad de formarme como profesional.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por darme el conocimiento necesario para convertir un sueño en una realidad.
<b>Mi asesor</b>	Ing. Renaldo Girón, por su ayuda y apoyo en la realización de este trabajo de graduación, brindándome sus conocimientos. Y por ser un excelente catedrático.
<b>Catedráticos</b>	Por brindar su conocimiento en las aulas de la Facultad de Ingeniería.
<b>Empresa</b>	Caleras del Sur que me abrió las puertas para poder realizar el trabajo de graduación, brindándome todo su apoyo para la finalización de este.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS .....	XI
GLOSARIO .....	XIII
RESUMEN .....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN.....	XIX
1. ANTECEDENTES GENERALES.....	1
1.1.    Inicios de la empresa en Guatemala.....	1
1.2.    Información general.....	2
1.2.1.    Ubicación.....	2
1.2.2.    Misión .....	3
1.2.3.    Visión.....	3
1.2.4.    Valores .....	4
1.3.    Tipo de organización .....	4
1.3.1.    Organigrama.....	4
1.3.2.    Descripción de puestos.....	5
1.4.    Estudio de tiempos.....	7
1.5.    Gestión de inventarios.....	7
1.5.1.    Inventarios.....	7
1.5.1.1.    Tipos de inventarios .....	8
1.5.2.    Métodos de control de inventarios .....	9
1.5.2.1.    Inventarios ABC .....	10
1.5.2.2.    Nivel de reorden.....	11
1.5.3.    Sistema de gestión de inventarios .....	14

1.5.3.1.	Costo de orden.....	15
1.5.3.2.	Costo de almacenaje .....	15
1.5.3.3.	Costo de inexistencias .....	15
1.5.4.	Requerimiento de materiales .....	15
1.5.4.1.	Determinación del tamaño óptimo ...	16
1.5.4.2.	Explosión de materiales.....	16
1.5.4.3.	Método de valuación de inventarios.....	16
1.5.4.3.1.	Método PEPS .....	16
1.5.4.3.2.	Método UEPS .....	17
1.5.4.3.3.	Método del costo promedio aritmético .....	17
1.5.4.3.4.	Método del promedio ponderado.....	18
1.5.4.3.5.	Método del costo promedio móvil.. .....	18
1.5.4.3.6.	Método del costo básico..	18
2.	SITUACIÓN ACTUAL .....	19
2.1.	Descripción del producto.....	19
2.2.	Materia prima .....	20
2.3.	Descripción del equipo.....	22
2.3.1.	Maquinaria.....	23
2.3.2.	Herramientas.....	26
2.4.	Descripción del proceso .....	30
2.4.1.	Área de calcinado .....	31
2.4.2.	Área de hidratación .....	32
2.4.3.	Área de triturado.....	33
2.4.4.	Área de empaquetado.....	33

2.4.5.	Área de despacho .....	34
2.5.	Descripción de importaciones .....	35
2.5.1.	Políticas .....	36
2.5.2.	Problemas con proveedores .....	36
2.5.2.1.	Pedidos mínimos.....	36
2.5.2.2.	Tipos de transporte .....	37
2.5.2.3.	Cantidad de proveedores.....	37
2.5.2.4.	Incumplimiento de entrega.....	38
2.5.3.	Reporte de existencias.....	38
2.5.4.	Tiempo de reorden .....	38
2.6.	Situación actual de inventarios .....	39
2.6.1.	Inventarios físicos.....	39
2.6.1.1.	Procedimiento de entrada .....	39
2.6.1.1.1.	Recibo de materia prima..	39
2.6.1.1.2.	Almacenamiento de materia prima	40
2.6.1.1.3.	Almacén de producto nuevo terminado	40
2.6.1.1.4.	Almacén de materia prima no utilizada.....	40
2.6.1.2.	Procedimiento de salida.....	40
2.6.1.2.1.	Consumo interno.....	41
2.6.1.2.2.	Salida de mercadería.....	41
2.6.1.2.3.	Control de inventario de mercadería	41
2.6.1.2.4.	Control de inventario de salida	41
2.6.1.2.5.	Costos de inventario .....	41

	2.6.1.2.6. Costos de almacenamiento	42
	2.6.1.2.7. Costos fijos .....	42
	2.6.1.2.8. Costo unitario por bolsa...	43
3.	PROPUESTA PARA EL CONTROL DE INVENTARIOS .....	45
3.1.	Estudio de tiempos .....	45
3.1.1.	Selección del operario .....	46
3.1.2.	Calificación del operario .....	46
3.1.3.	Método para la toma de tiempos .....	47
3.1.4.	Cálculo de tiempos .....	47
3.1.4.1.	Tiempo cronometrado .....	47
3.1.4.2.	Cálculo de tiempo promedio por elemento .....	48
3.1.4.3.	Tiempo normal .....	50
3.1.5.	Adición de suplementos .....	51
3.1.6.	Tiempo estándar .....	53
3.1.7.	Cálculo de eficiencia .....	54
3.1.8.	Balance de líneas .....	55
3.1.8.1.	Número de operarios por estación ..	59
3.1.8.2.	Determinación de la operación más lenta .....	62
3.2.	Control de inventarios mediante pronóstico de ventas....	62
3.2.1.	Pronóstico de la demanda .....	62
3.2.2.	Datos y variables en estudio .....	63
3.2.3.	Cálculos para los productos .....	68
3.2.4.	Gráfica .....	68
3.3.	Determinación de la cantidad óptima de pedido .....	69

3.3.1.	Datos y variables necesarios para el cálculo de cantidad de pedido óptimo .....	70
3.3.2.	Cálculo para los productos.....	70
3.3.3.	Gráficas .....	71
3.4.	Políticas de reorden e importaciones.....	73
3.4.1.	Planeación de importaciones .....	73
3.4.2.	Objetivo de importaciones.....	74
3.4.3.	Control interno de importaciones .....	74
3.5.	Políticas de reorden .....	74
3.5.1.	Planeación de reorden .....	74
3.5.2.	Objetivos del reorden .....	75
3.5.3.	Control interno.....	75
3.6.	Planeación de requerimiento de materiales.....	75
3.6.1.	Determinar el nivel óptimo de materia prima ....	75
3.6.1.1.	Modelo de lote óptimo de compra....	77
3.6.1.2.	Nivel de reorden.....	78
3.6.1.3.	Inventario de seguridad.....	79
3.7.	Métodos de valoración de inventarios.....	79
3.7.1.	Método PEPS.....	79
3.7.2.	Costo promedio ponderado.....	81
4.	DESARROLLO DE LA PROPUESTA.....	83
4.1.	Inventarios ABC.....	83
4.1.1.	Cálculo de la rotación de inventarios .....	83
4.1.2.	Clasificación por rotación .....	83
4.2.	Método de entrada de producto .....	84
4.2.1.	Recibo del producto .....	84
4.2.2.	Ingreso del producto a los registros .....	88
4.3.	Método de salida de producto .....	89



4.3.1.	Salida del producto de consumo interno.....	89
4.4.	Método de toma de inventario.....	92
4.4.1.	Planificación de toma de inventario .....	92
4.4.2.	Cronograma de actividades .....	94
4.4.3.	Toma física de inventario .....	94
4.4.4.	Ingreso de inventario a registros.....	95
4.5.	Método de almacén de mercadería .....	95
4.5.1.	Almacenamiento según método ABC .....	95
4.5.2.	Distribución en bodega .....	95
5.	SEGUIMIENTO O MEJORA.....	97
5.1.	Evaluación de rotación de inventarios .....	97
5.1.1.	Parámetros de evaluación .....	97
5.2.	Comparación de costos actuales con los propuestos .....	98
5.3.	Revisión y actualización .....	99
5.3.1.	Actualizar los inventarios .....	99
5.3.2.	Capacitación del personal.....	99
5.4.	Ventajas y beneficios .....	103
5.5.	Acciones correctivas .....	103
	CONCLUSIONES.....	105
	RECOMENDACIONES .....	107
	BIBLIOGRAFÍA.....	109
	ANEXOS.....	111

# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1.	Ubicación de la empresa .....	3
2.	Organigrama .....	5
3.	Cal viva .....	20
4.	Piedra caliza .....	21
5.	Montaña de aserrín.....	22
6.	Tractor Caterpillar .....	23
7.	Molinos envasadores.....	24
8.	Ventilador industrial .....	25
9.	Ventilador para aserrín .....	26
10.	Área de Calcinado .....	31
11.	Área de Hidratación .....	32
12.	Área de Triturado .....	33
13.	Área de Empaquetado.....	34
14.	Área de Despacho .....	35
15.	Grafica de precedencias.....	57
16.	Proyección 2020 .....	69
17.	Modelo EOQ representación gráfica .....	72
18.	Modelo EOQ básico.....	72
19.	Nivel de reorden de piedra caliza .....	78
20.	Nivel de reorden de aserrín .....	78
21.	Nivel de reorden de bolsa para empaque .....	79
22.	Diagrama de ingreso a bodega .....	86
23.	Formato de ingreso a bodega.....	88

24.	Diagrama de salida de bodega.....	90
25.	Estantería.....	96

## TABLAS

I.	Herramientas.....	27
II.	Descripción de costos de almacenaje .....	42
III.	Descripción de costos fijos.....	43
IV.	Operario seleccionado para estudio de tiempos .....	46
V.	Calificación de los operarios .....	47
VI.	Toma de tiempos .....	48
VII.	Tiempo promedio operación 1 .....	48
VIII.	Tiempo promedio operación 2 .....	49
IX.	Tiempo promedio operación 3 .....	49
X.	Tiempo promedio operación 4 .....	50
XI.	Tiempo promedio operación 5 .....	50
XII.	Cálculo de tiempo normal .....	51
XIII.	Calificación según habilidad del colaborador .....	52
XIV.	Calificación según esfuerzo del colaborador .....	52
XV.	Calificación según las condiciones .....	53
XVI.	Calificación según la consistencia .....	53
XVII.	Tiempo estándar otras operaciones .....	54
XVIII.	Tiempo de espera .....	55
XIX.	Tabla de precedencia.....	57
XX.	Tabla de precedencia.....	59
XXI.	Número teórico de operarios.....	61
XXII.	Número real de operarios .....	61
XXIII.	Ventas realizadas durante año 2019, por batches de sacos de 20,5 kg.....	63
XXIV.	Pronóstico último período .....	64

XXV.	Pronóstico método aritmético.....	65
XXVI.	Pronóstico método promedio móvil.....	66
XXVII.	Pronóstico método promedio móvil ponderado .....	67
XXVIII.	Pronóstico a utilizar .....	68
XXIX.	Cantidad de batches .....	69
XXX.	Variable para calculo.....	70
XXXI.	Cálculo de valores para pedidos.....	71
XXXII.	Tamaño de orden piedra caliza.....	76
XXXIII.	Tamaño de orden aserrín.....	76
XXXIV.	Tamaño de orden bolsa para empaque.....	77
XXXV.	Tamaño de orden piedra caliza.....	77
XXXVI.	Tamaño de orden aserrín.....	77
XXXVII.	Tamaño de orden bolsa para empaque.....	78
XXXVIII.	Inventario de seguridad.....	79
XXXIX.	PEPS.....	80
XL.	Promedio ponderado.....	81
XLI.	Inventario ABC .....	84
XLII.	Existencia de productos en el sistema.....	93
XLIII.	Cronograma de actividades para toma de inventarios .....	94
XLIV.	Flujo de caja .....	98
XLV.	Curso de técnica de administración eficiente de bodega .....	100
XLVI.	Descripción de los módulos de capacitación .....	102



## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>m</b>	Metro
<b>mm</b>	Milímetro
<b>%</b>	Porcentaje
<b>Q</b>	Quetzales



## GLOSARIO

<b>Adoptar</b>	Posición de aceptar un cambio u modificación.
<b>Almacenamiento</b>	Resguardo de materia prima, productos, insumos.
<b>Beneficio económico</b>	Ganancia producida por el ejercicio fiscal.
<b>Beneficio social</b>	Beneficio que se genera a través de ayudar a la comunidad.
<b>Cadena de suministro</b>	Eslabón de la cadena de producción o comercialización de un producto o servicio.
<b>Costo de oportunidad</b>	Costo de poder realizar un evento, a través de análisis financiero para establecer si es rentable.
<b>Control de inventario</b>	Técnica que permite la existencia de los productos a niveles deseados.
<b>Diagnosticar</b>	Efectuar un análisis de la situación actual de un estado.
<b>Diseñar</b>	Proceso de elaboración del boceto de un producto a base de especificaciones técnicas.



<b>Kardex</b>	Sistema que detalla los movimientos de ingreso, salida, y los saldos en cualquier momento y se utiliza en el control de inventarios.
<b>Materia prima</b>	Es todo componente que se utiliza en la fabricación de un producto.
<b>Stock</b>	Cantidad de material que se mantiene en estantería o inventario.

## RESUMEN

En la actualidad, la empresa Caleras de Sur se dedica a la fabricación y venta de material calizo en distintas presentaciones, como cal hidratada y cal en terrón, cabe destacar que el 80 % de su producción se realiza de manera artesanal. Su mercado objetivo son distribuidoras y ferreterías dentro del territorio nacional.

Uno de los problemas que afecta a las fábricas dedicadas a esta actividad es la falta de control interno de inventarios. Dicho control es de gran importancia para mejorar la seguridad, acrecentar la comodidad e incrementar la eficiencia en el proceso productivo.

El inventario forma parte importante de la empresa porque está constituido por bienes tangibles destinados a una operación, es acá donde existe la mayor inversión. Si el costo de mantenimiento de inventarios por el exceso de carga de almacenaje es alto, la empresa no generará las ganancias deseadas.

Para mantener un control adecuado de inventarios se pueden utilizar diferentes herramientas, entre ellas: inventarios ABC, nivel de reorden, control de la producción, control de inventarios en todas las áreas y un sistema de gestión de inventarios.

Por medio de las herramientas mencionadas se realizará un análisis detallado para la optimización de la carga de almacenaje y satisfacer el nivel óptimo de producción.



# OBJETIVOS

## General

Optimizar la carga de almacenaje en inventarios para mantener la máxima disponibilidad de suministros al mínimo costo.

## Específicos

1. Analizar la situación actual para determinar cómo se encuentran los inventarios de la bodega de materia prima para la empresa productora de caliza.
2. Determinar el tiempo estándar en las operaciones y/o procesos involucrados en la producción.
3. Clasificar la materia prima según su prioridad por medio del control de inventarios ABC.
4. Fijar niveles óptimos de materia prima que permita mejorar la eficiencia del manejo de materiales.
5. Determinar los niveles de reorden para cubrir la necesidad de realizar un nuevo pedido o resurtido.
6. Minimizar el uso de métodos empíricos en el manejo de materiales para la reducción de costos.

7. Establecer un método de valuación de inventarios para garantizar que la rotación de materiales de la bodega se mantenga en los niveles óptimos

## INTRODUCCIÓN

La empresa Caleras del Sur se dedica a la producción y venta de cal hidratada y cal en terrón, inició sus labores el 6 de mayo de 1983. Su participación desde entonces ha ido en aumento ingresando a nuevos sectores de mercado en distintos departamentos del país. La empresa de carácter familiar ha implementado procesos de manera empírica y algunos otros con aportes técnicos, resultado de *benchmarking*.

Este proceso de mejora continua ha generado eficiencia, sin embargo, los procesos de producción no se han industrializado suficientemente, por lo cual, aunque la empresa percibe utilidades es posible incrementarlas, si se eliminan o disminuyen los costos variables.

La gestión de inventarios es un punto determinante en el manejo estratégico de toda organización. Las tareas correspondientes a la gestión de un inventario se relacionan con la determinación de los métodos de registro, los puntos de rotación, las formas de clasificación y los modelos de reinventario, determinados por los métodos de control.

Para ello, en el capítulo uno se presenta la descripción de la empresa, su organización, forma de trabajo, segmento de mercado, así como una descripción teórica de los conceptos que se desarrollaron en los siguientes capítulos.

En el capítulo dos se hace una retrospectiva de la situación actual de las áreas de operaciones, así como la descripción de las causas asignables de planteamiento del problema.

En el capítulo tres, se presenta la propuesta para el control de inventarios, por medio del estudio de tiempos, balance de líneas de las estaciones de trabajo, así como la metodología de trabajo en políticas de manejo de inventarios.

En el capítulo cuatro se realiza el desarrollo de la propuesta en la cual se enfoca la metodología para el manejo de inventarios en proceso, almacenamiento.

Por último, en el capítulo cinco se describe la mejora o siguiente de la propuesta de mejora baso en las auditorias del sistema.

## **1. ANTECEDENTES GENERALES**

### **1.1. Inicios de la empresa en Guatemala**

Es una empresa que se dedica a la fabricación y venta de cal fue inscrita en el Registro Mercantil el 6 de mayo de mil novecientos ochenta y tres, está ubicada en el Km. 10,5 Ruta Al Atlántico Zona 17, Ciudad de Guatemala, su propietaria la señora María Ortiz Escobar de Flores, quién se identifica con su cédula de vecindad No. A-1, 330,446, inscrita bajo el Número de Registro 43278-378-52, categoría única, clase del establecimiento, individual. La empresa inició sus labores con un horno y cinco empleados, la cal es el resultado de la cocción de piedra caliza a altas temperaturas este proceso se realiza en los denominados hornos. Caleras del Sur en sus inicios se dedicaba solo a la venta de cal en terrón la cual se empacaba en costales plásticos y se vendía por quintal, luego debido al volumen de ventas y demanda de los clientes fue necesario ampliar con la construcción de tres hornos más y en la actualidad se cuenta con cuatro hornos con capacidad de producción de 3 500 quintales semanales cada uno, funcionando simultáneamente las veinticuatro horas del día por aproximadamente 4 a 5 días.

Al reconocer la oportunidad y las diversas necesidades que exige el mercado de este producto fue necesario implementar un proceso adicional para satisfacer la demanda de cal hidratada, adquiriendo maquinaria especial para este proceso.



Hoy, es una prestigiosa empresa nacional, que cuenta con los productos de cal en sus tres presentaciones cal en terrón, cal hidratada y cal refinada. La materia prima para la producción es la piedra caliza que se extrae de la Cantera El Rodeo, S.A. ubicada en la ciudad capital; el aserrín que es el principal material de combustión lo traen los fleteros de El Rancho, El Progreso, cascabillo (cáscara de café) también material de combustión traída de beneficios de café de Guatemala, y bolsa de papel fabricada en Guatemala.

Para la elaboración de este producto es necesario contar con los siguientes recursos: hornos hechos directamente en el suelo los cuales están recubiertos de ladrillo y piedra malpaís, adheridos con una mezcla de arcilla, cal y cemento en el contorno, motores diésel para mantener el fuego a una temperatura uniforme y agua potable. La empresa actualmente cuenta con 30 empleados y 34 años de experiencia en la fabricación de cal viva y cal hidratada.

## **1.2. Información general**

La información general de la empresa Caleras del Sur fue proporcionada por el gerente general de la empresa y está constituida por datos supervisados y ordenados.

### **1.2.1. Ubicación**

La empresa está ubicada en el Km 10,5 Ruta Al Atlántico, zona 17, Ciudad de Guatemala, Guatemala.

Figura 1. **Ubicación de la empresa**



Fuente: Google maps. *Ubicación de empresa Caleras del Sur*  
<https://www.google.com/maps/@14.6484278,-90.4314086,68m/data=!3m1!1e3>  
Consulta: octubre, 2017.

### **1.2.2. Misión**

Producir cal de buena calidad y peso exacto valorando siempre a nuestros clientes y al medio ambiente y así contribuir al desarrollo y mejoramiento de nuestro país

### **1.2.3. Visión**

Ser una empresa con bases sólidas en Guatemala y ocupar un segmento importante del mercado de venta de cal en todos los departamentos de Guatemala ofreciendo nuestros productos y servicios de alta calidad.

#### **1.2.4. Valores**

Los valores de Caleras del Sur son principios que permiten orientar el comportamiento de los colaboradores en sus labores diarias y que día a día han adquirido en la empresa.

- Honestidad
- Colaboración
- Respeto
- Unidad
- Tolerancia
- Honradez
- Puntualidad
- Esfuerzo
- Fidelidad
- Justicia

#### **1.3. Tipo de organización**

La organización está constituida por conjunto de elementos, compuestos principalmente por personas que actúan e interactúan entre sí bajo una estructura pensada y diseñada para que los recursos humanos, financieros, físicos, de información logren los fines determinados para el bien de la organización.

##### **1.3.1. Organigrama**

El organigrama de la empresa Caleras del Sur fue proporcionado por el gerente general.

Figura 2. Organigrama Caleras del Sur



Fuente: Gerencia General Caleras del Sur.

### 1.3.2. Descripción de puestos

La Empresa cuenta con un talentoso capital humano para realizar sus actividades.

- Gerente general: guía y lidera las actividades de relaciones con los clientes actuales y potenciales. Está a cargo de las actividades empresariales y administrativas.
- Contadora: lleva los registros contables de la empresa: compras, ventas y planillas. Lleva informes estadísticos sobre compras, ventas y rinde

informes a gerencia sobre estos. Presentar los balances de estado de cuentas en cada ejercicio contable.

- Secretaria: recibe y archiva la correspondencia de la empresa, atiende llamadas telefónicas y las dirige a donde corresponda, atiende con cordialidad y educación al público que visita la empresa, atiende a los clientes cobra y factura, se relaciona con proveedores y envía los pedidos al bodeguero.
- Departamento de personal: acata las instrucciones de la gerencia general, controla al personal que tiene a su cargo para que realice las tareas de acuerdo con las instrucciones recibidas, vela porque el trabajo se realice en forma normal y avisa de cualquier anomalía que perciba en el personal a su cargo, supervisa la asistencia y puntualidad de personal.
- Taller industrial: revisa y repara la maquinaria de la empresa, solicita la compra de repuestos, lubricantes y demás accesorios para el buen funcionamiento de la maquinaria.
- Horneros: llenan los hornos de materia prima, controlan la distribución de materiales de combustión que necesite el horno en funcionamiento.
- Envasador de cal hidratada: envasa el producto en condiciones que su peso sea el establecido en el etiquetado, estiba el producto envasado en forma adecuada; reporta anomalías que se presenten en la maquinaria en la cual realizan su labor, contempla la sobreproducción del producto cuando la empresa se encuentre comprometida con el cliente.
- Peón 1 y 2: extrae producto calcinado de los hornos, pesa el producto de acuerdo con el peso que se le indique, hidrata el producto que reúna las condiciones necesarias para proseguir su proceso, envía el producto hidratado al proceso envasado, carga el producto a los camiones que requieran los clientes, carga y descarga el producto que la empresa necesite movilizar en sus instalaciones o fuera de ellas.

- Piloto: conduce el o los vehículos de la empresa según se necesite, mantiene en perfectas condiciones de funcionamiento el vehículo que tiene bajo su responsabilidad.
- Guardia: se encarga de la vigilancia de las instalaciones de la empresa y lleva el control de las personas que ingresen o egresen de ella, efectúa rondas periódicas por las instalaciones de la empresa para verificar la seguridad de esta.

#### **1.4. Estudio de tiempos**

Son aplicaciones de técnicas para establecer el tiempo estándar aceptado para llevar a cabo una actividad, tomando en consideración factores que afecten al mismo como demoras personales, fatiga y retrasos que puedan presentarse. El estudio de tiempos trata de producir más en menos tiempo y mejorar la eficiencia de trabajo en las estaciones.

#### **1.5. Gestión de inventarios**

Es importante en el manejo estratégico de toda la empresa. Las tareas correspondientes a la gestión de un inventario se relacionan con la determinación de los métodos de registro, los puntos de rotación, las formas de clasificación y los modelos de reinventario, determinados por los métodos de control.

##### **1.5.1. Inventarios**

El inventario es un tipo de registro que documenta los bienes y demás objetos que pertenecen a una persona física, una empresa, una dependencia pública, entre otros y debe realizarse con mucha precisión y minuciosidad en la plasmación de los datos.

### **1.5.1.1. Tipos de inventarios**

Los tipos de inventario pueden ser:

- **Inventario perpetuo:** es aquel tipo de inventario que se realiza en conjunto con las existencias del almacén, a través de un registro minucioso que puede servir también como gran ayuda, donde se llevan los importes en dinero y las cantidades físicas.
- **Inventario intermitente:** es un tipo de inventario que se realiza diferentes veces en el año. Se puede utilizar por diferentes razones, no puede ser introducido en la contabilidad del inventario contable permanente, al que se trata de sustituir en parte.
- **Inventario final:** el inventario final es el que el comerciante realiza al momento de realizar el cierre del ejercicio económico, usualmente al terminar un período, y se utiliza principalmente para definir una nueva situación patrimonial, después de realizadas todas las operaciones mercantiles de dicho período.
- **Inventario inicial:** es el tipo de inventario que se hace cuando comienzan las operaciones.
- **Inventario mixto:** es un tipo de inventario de una variedad de mercancías de las cuales las partidas no se identifican o no pueden identificarse con un lote en específico.
- **Inventario de productos terminados:** este inventario lleva el control de la totalidad de las mercancías que se han producido y que pronto saldrán a la venta.
- **Inventario en tránsito:** es utilizado con la finalidad de mantener las operaciones para suministrar las rutas que ligan a la empresa con los

proveedores y sus clientes, respectivamente. Su principal función es para que el material se mueva de un lugar a otro.

- Inventario en consignación: es el tipo de inventario que se realiza cuando la mercadería se entrega para que la vendan, pero el título de la propiedad todavía la posee el vendedor principal.
- Inventario disponible: es la cantidad disponible para poder ser procesada en producción o para ser vendida.
- Inventario de mercaderías: es el producto final que se tiene aún en existencia y no se ha vendido a un tiempo determinado.
- Inventario de fluctuación: estos tipos de inventario se realizan porque la cantidad de producción y de ventas, no puede determinarse con exactitud.
- Inventario estacional: los inventarios estacionales son utilizados con el fin de cumplir de una forma más económica la demanda estacional, cambiando los niveles de producción para satisfacer las variaciones en la demanda. Estos inventarios se utilizan para disminuir el nivel de producción de las operaciones, para que los trabajadores no tengan que contratarse o despedirse frecuentemente.
- Inventario cíclico: los inventarios cíclicos son utilizados para apoyar la decisión de operar según el tamaño de los lotes. Esto sucede cuando en lugar de transportar, producir o comprar inventarios de una unidad a la vez, se puede decidir trabajar por lotes, de esta forma, los inventarios tienden a acumularse en diferentes lugares dentro del sistema.

### **1.5.2. Métodos de control de inventarios**

El control de inventario se hace para desarrollar presupuestos o pronósticos de ventas, y de esta forma poder encontrar los costos de inventarios, producción, almacenaje, compras y obtención, embarque y contabilidad.



El inventario casi siempre significa una inversión importante por parte de la compañía debe de realizar de forma minuciosa. Generalmente, cuando hablamos acerca del nivel de un inventario la tendencia indica que hay que mantenerlo bajo, poniendo un alto así a la cantidad de dinero que deben comprometerse en los inventarios. Se debe asegurar una estrecha relación entre todas las áreas que pertenecen de una forma u otra a la administración de los inventarios.

Los métodos recurrentes para lograr estos objetivos varían en dependiendo de las actividades que se realizan en las distintas entidades de acuerdo con la dificultad y volumen de las operaciones de la empresa.

#### **1.5.2.1. Inventarios ABC**

El método de inventarios ABC se refiere al análisis que se efectúa a los inventarios establecidos como capas de inversión o categorías para obtener un mayor control y atención acerca de los inventarios, que por su monto y número requieren una mayor vigilancia y atención de forma permanente.

Este análisis de los inventarios es necesario para que se puedan establecer los siguientes grupos: el A, el B y el C. Estos tres grupos se deben constituir según su valor y el número de partidas. Usualmente el 80 % del valor del inventario se representa por el 20 % de los artículos y el 80 % de los artículos es representado por el 20 % de la inversión. Esta conversión es asociada al “Análisis de Pareto”.

Los productos A concentran la mayor inversión. En el grupo B están los productos que siguen del grupo A con relación a la magnitud de inversión. Por último, en el grupo C se encuentran aquellos productos que solamente requieren una pequeña inversión.

Cuando un inventario se puede dividir según productos A, B y C permite a la entidad obtener el nivel y tipos de procedimientos necesarios para un control de inventarios. Se debe de ser más cuidadoso en el control de los productos A, ya que es aquí donde la inversión es mayor, en los productos B y C están sujetos a procedimientos menos estrictos.

#### **1.5.2.2. Nivel de reorden**

El modelo básico de cantidad económica de pedido es una de las herramientas más utilizadas para la obtención de la cantidad de pedido óptimo de un producto de inventario. Dicho modelo puede utilizarse para controlar los productos A de las empresas, ya que con él es posible tomar en consideración distintos costos financieros y operacionales, define la cantidad de pedido que minimiza los costos de inventario total. También es conocido como modelo básico de cantidad de orden o modelo del lote económico, con este modelo se puede suponer lo siguiente:

- La demanda es conocida, continua y constante.
- El plazo para entregar es constante y conocido.
- El artículo se obtiene en lotes de igual tamaño y es recibido y colocado en el inventario de una vez.
- No hay descuento por cantidad ni se permite inexistencias.
- Los costos variables en este método con el costo de mantenimiento y el costo de hacer un pedido.
- El principal objetivo de realizar un pedido es para evitar la escasez.

El estudio de este modelo abarca:

- Costos básicos

Estos costos se pueden dividir en tres grupos grandes, en los cuales se encuentran: costo de pedido, costo de mantenimiento de inventario y el costo total.

- Costos de pedidos: son costos que incluyen los gastos fijos para realizar y recibir un pedido, los gastos administrativos.
- Costos de mantenimiento de inventario: varían por unidad de mantener un producto durante un tiempo específico. Dichos costos se realizan en términos de unidades de dinero por unidad de tiempo. Incluyen los costos de seguro, deterioro, almacenaje y también el costo de oportunidad.
- Costos totales: se definen como la suma del costo de pedido y el costo del inventario. Este costo es muy importante en el modelo, ya que el objetivo principal es encontrar un monto de pedido que lo minimice.

- Método gráfico

El principal objetivo del sistema cantidad económica de pedido consiste en encontrar un monto de pedido que reduzca al mínimo el costo total del inventario de la compañía. Dicha cantidad económica de pedido puede replicar en forma gráfica, siendo los montos de pedido representados en el eje x, y los costos sobre el eje y, el costo total mínimo será representado con un punto identificado como CEP. El punto de CEP se puede encontrar en la intersección de la línea de costo de pedido y la del costo de mantenimiento de inventario.

El costo de pedido puede variar su función en forma inversa con la cantidad del pedido. Esto quiere decir que de forma que vaya aumentando el monto del pedido el costo de este disminuya por pedido. Los costos de mantenimiento de inventario son relacionados directamente con la cantidad de pedido. Mientras más grande sea la cantidad del pedido, mayor será el inventario promedio y, por tanto, mayor será el costo de mantenimiento de inventario. El costo total y su función son representados en forma de U, esto quiere decir que existe un valor mínimo para esta función. La línea de costo total está representada por la suma de los costos de pedido y los costos de mantenimiento de inventario en el caso de cada monto de pedida.

- Método analítico

Para este método se formula la ecuación del costo total de la compañía. El primer paso para encontrar la ecuación del costo total es extender una expresión para la función de costo de pedido y la de costo de mantenimiento de inventario.

Para que el costo total alcance su valor mínimo la cantidad mínima debe estar representada por la siguiente ecuación:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2DC_o}{C_h}}$$

Donde:

$Q^*$  = Es la cantidad óptima a pedir cada vez que se realice un pedido

D = Es la demanda en un tiempo determinado

$C_o$  = El costo para realizar un pedido

$C_h$  = Costo de conservación/ unidad/ tiempo

Algunas de las desventajas del Método de Cantidad Económica de pedido son:

- En su mayoría las compañías cuentan con existencias para obtener un salvamento para algún aumento inesperado de demanda o entrega lenta.
- Suponiendo que se conozca anticipadamente la demanda anual de artículos también puede ser una desventaja, ya que, si el pronóstico difiere con gran notoriedad de los resultados reales y se haya realizado una Cantidad Económica de Pedido equivocada, las pérdidas pueden ser grandes.

### **1.5.3. Sistema de gestión de inventarios**

Este es un punto muy importante en el manejo estratégico de toda la empresa. En la gestión de un inventario las tareas que son correspondidas se relacionan con los puntos de rotación, los métodos de registro, las formas de clasificación y los modelos de reinventario.

Entre los objetivos más importantes en la gestión de inventarios podemos encontrar:

- Disminuir lo más que se pueda los niveles de existencia.
- Ratificar la disponibilidad de producto en el momento que sean requeridos.

#### **1.5.3.1. Costo de orden**

Dicho costo consiste en el proceso de realizar una orden de un pedido nuevo, incluyendo las llamadas, preparación de formatos, gastos administrativos y otros gastos que no se pueden observar a simple vista al momento de realizar.

#### **1.5.3.2. Costo de almacenaje**

Este costo también es conocido como posesión del stock, incluye los costos que están directamente relacionados con la titularidad de los inventarios.

#### **1.5.3.3. Costo de inexistencias**

Costo de no tener un producto, insumo, en bodega para su utilización.

#### **1.5.4. Requerimiento de materiales**

La planificación de requerimiento de materiales es un proceso metódico de planificar componentes de fabricación, que se puede determinar como el plan maestro del área de producción para suplir las necesidades de materia, fechas y cantidad. El requerimiento de materiales principalmente funciona como un sistema de información para gestionar los inventarios de demanda dependiente y que se pueda programar de forma eficiente y segura los pedidos de reabastecimiento.

#### **1.5.4.1. Determinación del tamaño óptimo**

Son los que esta relacionados con los inventarios, almacenamiento, aprovisionamiento en un periodo de tiempo.

#### **1.5.4.2. Explosión de materiales**

Requerimiento necesario para estimar la cantidad de materia prima para la fabricación de un producto.

#### **1.5.4.3. Método de valuación de inventarios**

Son herramientas utilizadas con el objetivo de aplicar y seleccionar una base para valorar los inventarios en términos monetarios. La valuación de inventarios es un desarrollo fundamental cuando los precios unitarios de compra son diferentes.

En la actualidad existe un sinnúmero de técnicas de valuación de inventarios, sin embargo, las más comúnmente utilizadas por las organizaciones son las siguientes.

##### **1.5.4.3.1. Método PEPS**

El método primero en entrar primero en salir (PEPS) se basa en la interpretación lógica del movimiento del producto en el sistema de inventarios, por lo tanto, el costo de las últimas unidades en entrar es el costo de las que están en existencia, y van saliendo en el mismo orden al que entraron al almacén.

Una de las ventajas cuando se aplica este método es que los inventarios se encuentran valorados con los precios más recientes, puesto que, los costos más antiguos son los que están conformando a su medida los primeros costos de producción o venta. Una de sus principales desventajas es que al aplicar este método los costos de ventas y producción bajos que se muestran incrementan las utilidades, y esto genera un impuesto más alto.

#### **1.5.4.3.2. Método UEPS**

El método último en entrar primero en salir es un método que consiste en que los últimos artículos que entraron al inventario serán los primeros que se venderán, en este tipo de valoración de inventario el costo unitario de los últimos productos en entrar será el aplicado en las primeras salidas.

Una de las principales ventajas de esta técnica es que el inventario será valorado con el costo más antiguo, por lo que se supone un costo inferior de inventario a su valor promedio, y con esto será una gran utilidad en tiempos de inflación y que los costos estén subiendo constantemente.

#### **1.5.4.3.3. Método del costo promedio aritmético**

El método de valuación de costo promedio aritmético es la división del costo total de los productos disponibles para ser vendidos, por el número de productos idénticas disponibles para ser vendidas.



#### **1.5.4.3.4. Método del promedio ponderado**

Este indica que tanto el valor del inventario final como el costo del artículo que se vende se valoriza a su promedio ponderado. Es el resultado de sumar el valor de inventario inicial más el valor de las compras y dividido entre la cantidad de unidades producto de la suma del inventario inicial más compras, este valor será el asignado como costo unitario en las ventas. Este modelo es ideal para las empresas que comercializan productos textiles cuya identidad precisa es difícil conservar cuando se trata del mismo producto.

#### **1.5.4.3.5. Método del costo promedio móvil**

El método de promedio móvil puede utilizarse cuando se realice un sistema de inventario duradero y que se calculen nuevos costos unitarios medios después de realizarse cada compra. El costo de cada venta es determinado con el promedio que se obtiene después de la última compra realizada, y la valuación del inventario que resulta es en base del costo unitario del promedio móvil.

#### **1.5.4.3.6. Método del costo básico**

El costo básico es un conjunto de relaciones básicas y supuestos en que se sustenta un método o técnica de costeo.

## 2. SITUACIÓN ACTUAL

### 2.1. Descripción del producto

La cal es un elemento cáustico, muy blanco en estado puro, que proviene de la calcinación de piedra caliza. Es un material muy utilizado en la construcción, industrial, usos agrícolas.

La cal que vende Caleras del Sur se encuentra en dos distintas presentaciones:

- Cal viva: se obtiene de la calcinación de piedra caliza en hornos artesanales, mediante un proceso que se somete la materia prima (piedra caliza) a altas temperaturas usando material reciclado (aserrín y cascabillo de café) por aproximadamente 5 días y 5 noches para la cocción de la piedra caliza.

Figura 3. **Cal viva**



Fuente: elaboración propia.

- Cal hidratada: se obtiene de un proceso de cal viva que se saca de los hornos y se lleva a un lugar con condiciones cuidadosamente controladas. El óxido de calcio debe recibir una cantidad necesaria de agua para obtener un polvo seco que máquinas de martillos muelen finamente. Luego, se envasa en bolsas de papel de 20,5 kilos.

## **2.2. Materia prima**

La piedra caliza es una roca sedimentaria compuesta mayoritariamente por carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ), en general calcita, aunque frecuentemente presenta trazas de magnesita ( $\text{MgCO}_3$ ) y otros carbonatos. También puede

contener pequeñas cantidades de minerales como arcilla, hemetita, siderita, cuarzo, etc. El carácter prácticamente monomineral de las calizas permite reconocerlas fácilmente.

Figura 4. **Piedra caliza**



Fuente: elaboración propia.

El aserrín es el desperdicio del proceso de serrado de la madera. A este material, que en principio es un residuo o desecho de labores de corte de madera, se le han dado diferentes usos con el paso del tiempo.

Figura 5. **Montaña de aserrín**



Fuente: elaboracion propia.

- Cascabillo de café: el pergamino suelto es un subproducto que representa alrededor del 4,5 o 5 % del peso del fruto del café; no representa riesgo contaminante en el beneficio húmedo y es un valioso material que puede utilizarse como combustible sólido en el secamiento mecánico del café. Genera aproximadamente 4 000 kilocalorías por kilogramo.

### **2.3. Descripción del equipo**

El equipo utilizado en Caleras del Sur es maquinaria especializada para el aprovechamiento, dirección, regulación y transformación de energía para la realización de un trabajo con un fin determinado.

### 2.3.1. Maquinaria

El tractor de carga es un vehículo especial autopropulsado que se usa para arrastrar o empujar remolques, embarcaciones, aperos u otra maquinaria o cargas pesadas. Hay tractores destinados a diferentes tareas, como la agricultura, la construcción, la náutica, el movimiento de tierras o los mantenimientos de espacios verdes. Se caracterizan principalmente por su buena capacidad de adherencia al terreno.

Su uso ha posibilitado disminuir sustancialmente la mano de obra empleada en trabajos agrícolas, así como la mecanización de tareas de carga y de tracción que tradicionalmente se realizaban con el esfuerzo de animales.

Figura 6. Tractor Caterpillar



Fuente: elaboración propia.

- Molinos envasadores: son molinos especializados que se encargan de triturar la cal hidratada hasta convertirla en polvo para que luego los envasadores se encarguen de llenar la bolsa de forma manual.

Figura 7. **Molinos envasadores**



Fuente: elaboración propia.

- Ventiladores industriales: son ventiladores de tamaño industrial. Evitan que el polvo salga a la superficie y contamine el medio ambiente o dañe a las personas a su alrededor.

Figura 8. **Ventilador industrial**



Fuente: elaboración propia.

- Mangueras de alta presión: son tubos huecos, flexibles, diseñados para transportar fluidos de un lugar a otro. Las mangueras de alta presión son utilizadas para cubrir mayores espacios.
- Camión: es un vehículo motorizado diseñado para el transporte de productos y mercancías. A diferencia de los autos, muchos camiones se construyen sobre una estructura resistente denominada chasis.
- Ventilador para aserrín: se usan para empujar el aserrín para que no tenga contacto directo con la combustión.



Figura 9. **Ventilador para aserrín**



Fuente: elaboración propia.



### **2.3.2. Herramientas**

Las herramientas utilizadas en caleras del sur sirven para facilitar la realización de las tareas, las que comúnmente se utilizan son:

Tabla I. **Herramientas**

Herramienta	Figura
<p>Es una herramienta de mano utilizada para excavar o mover materiales con cohesión relativamente pequeña. Consta, básicamente, de una lámina plana con una ligera curvatura y de un mango de metal o madera con el que se maneja. La parte plana suele ser metálica y el mango remata en un asidero que puede ser recto o curvo, para poder ejercer mayor fuerza con una de las manos.</p>	
<p>Piocha es una herramienta con una boca cortante, a manera de pico, para desprender los revoques de las paredes y para quitar la argamasa vieja de los ladrillos.</p>	



Continuación tabla I.

Herramienta	Figura
<p>El montacargas es un vehículo de transporte que puede ser utilizado para transportar, remolcar, empujar, apilar, subir o bajar distintos objetos y elementos. Son maquinarias que funcionan con dos pesos que se contraponen entre sí en lados opuestos de un punto de giro: las ruedas delanteras. La carga que transporta se balancea por un centro de gravedad que balancea en todas las direcciones. Este centro de gravedad determina su estabilidad.</p>	
<p>La carretilla es un pequeño vehículo normalmente de una sola rueda diseñado para ser propulsado por una sola persona y utilizado para el transporte a mano de carga.</p>	

Continuación tabla I.

Herramienta	Figura
<p>El montacargas es un vehículo de transporte que puede ser utilizado para transportar, remolcar, empujar, apilar, subir o bajar distintos objetos y elementos. Son maquinarias que funcionan con dos pesos que se contraponen entre sí en lados opuestos de un punto de giro: las ruedas delanteras. La carga que transporta se balancea por un centro de gravedad que balancea en todas las direcciones. Este centro de gravedad determina su estabilidad.</p>	
<p>La carretilla es un pequeño vehículo normalmente de una sola rueda diseñado para ser propulsado por una sola persona y utilizado para el transporte a mano de carga.</p>	

Continuación tabla I.

<p>Estaca de metal, es una herramienta larga y afilada que se clava en el suelo. Tiene muchas aplicaciones, como picar la tierra, romper rocas duras, remover parte de suelo,</p>	
<p>Martillo, es una herramienta para golpear, conformada por un mango y una cabeza pesada, utilizada normalmente para enterrar clavos.</p>	

Fuente: elaboración propia

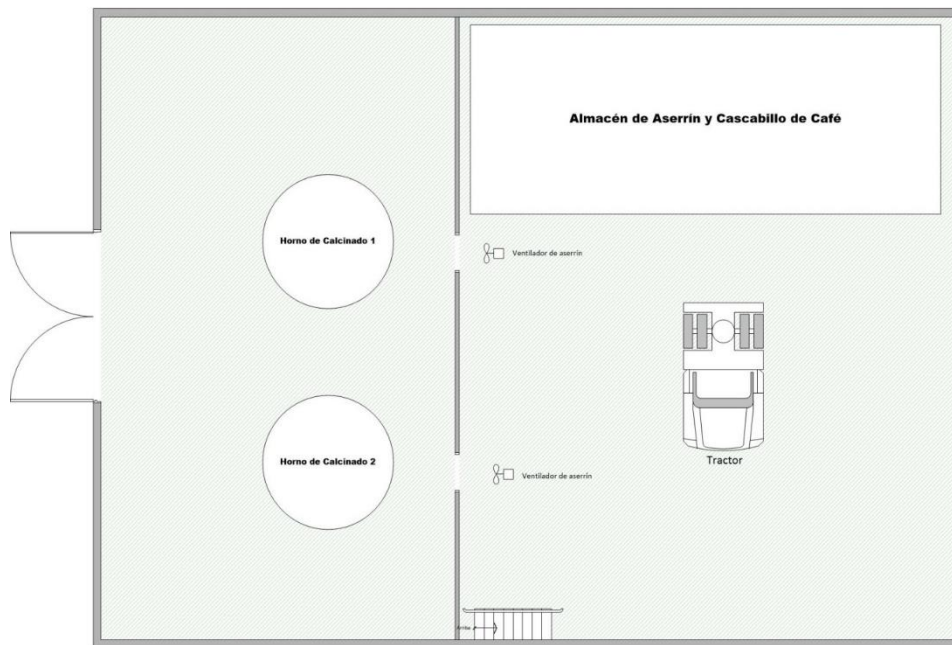
#### 2.4. Descripción del proceso

Se hace una descripción del proceso de las diferentes áreas.

### 2.4.1. Área de calcinado

La calcinación consiste en la aplicación de calor para la descomposición (reacción térmica) de la caliza. En este proceso se pierde cerca de la mitad de peso, por la descarbonatación o pérdida del dióxido de carbono de la caliza original. La calcinación es un proceso que requiere mucha energía para que la descarbonatación pueda ocurrir y es en este paso cuando la piedra caliza se “convierte” en cal viva. En la producción de Caleras del Sur se utilizan métodos artesanales para la calcinación, en hornos de piedra, con aserrín y cascabillo de café como combustible.

Figura 10. Área de calcinado

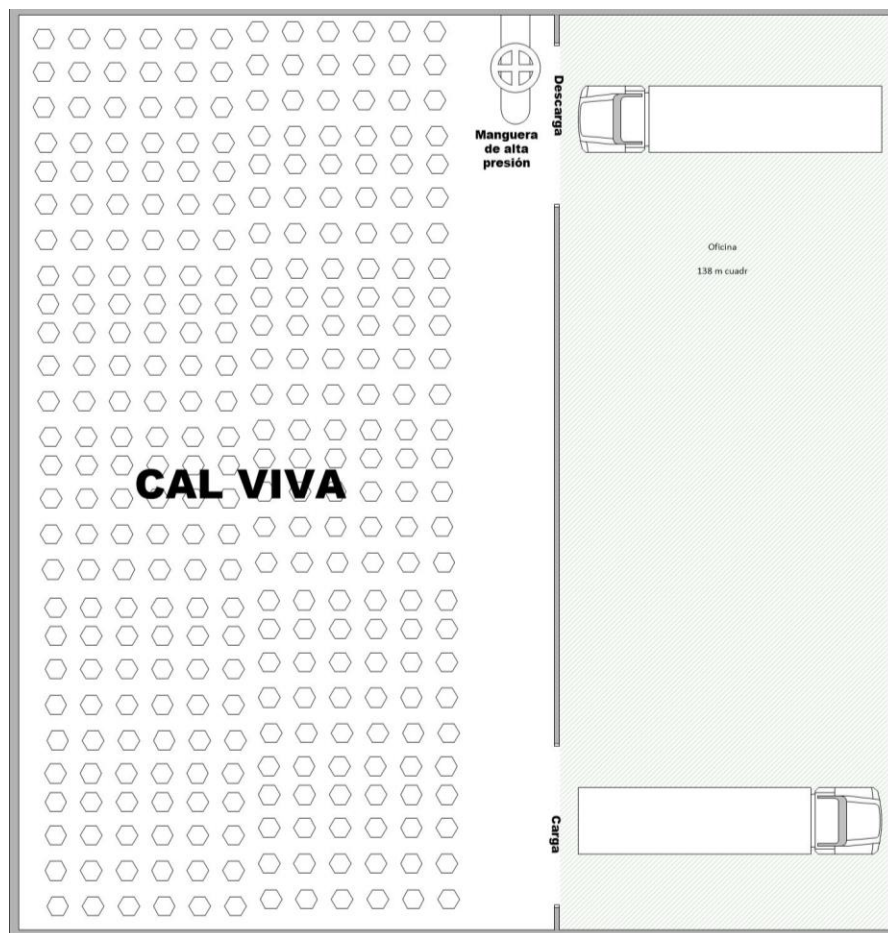


Fuente: elaboración propia.

### 2.4.2. Área de hidratación

En esta área la cal viva es trasladada a una hidratadora, en donde se le agrega agua al producto. Al hidratarse las piedras de cal viva se convierten en cal hidratada. El mismo es un proceso exotérmico, el cual consiste en que cuando a la cal viva se le agrega agua, la reacción libera calor.

Figura 11. Área de Hidratación

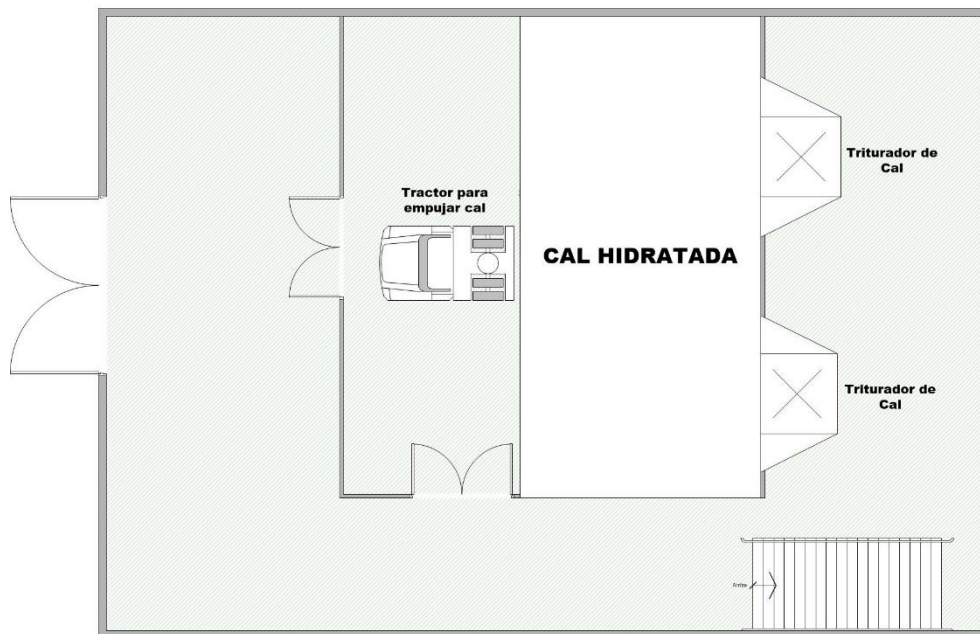


Fuente: elaboración propia.

### 2.4.3. Área de triturado

Luego de la hidratación, la cal hidratada se traslada a los molinos envasadores para que la trituren por completo y también a los posibles residuos de piedra que no se hayan desecho con la hidratación.

Figura 12. Área de triturado



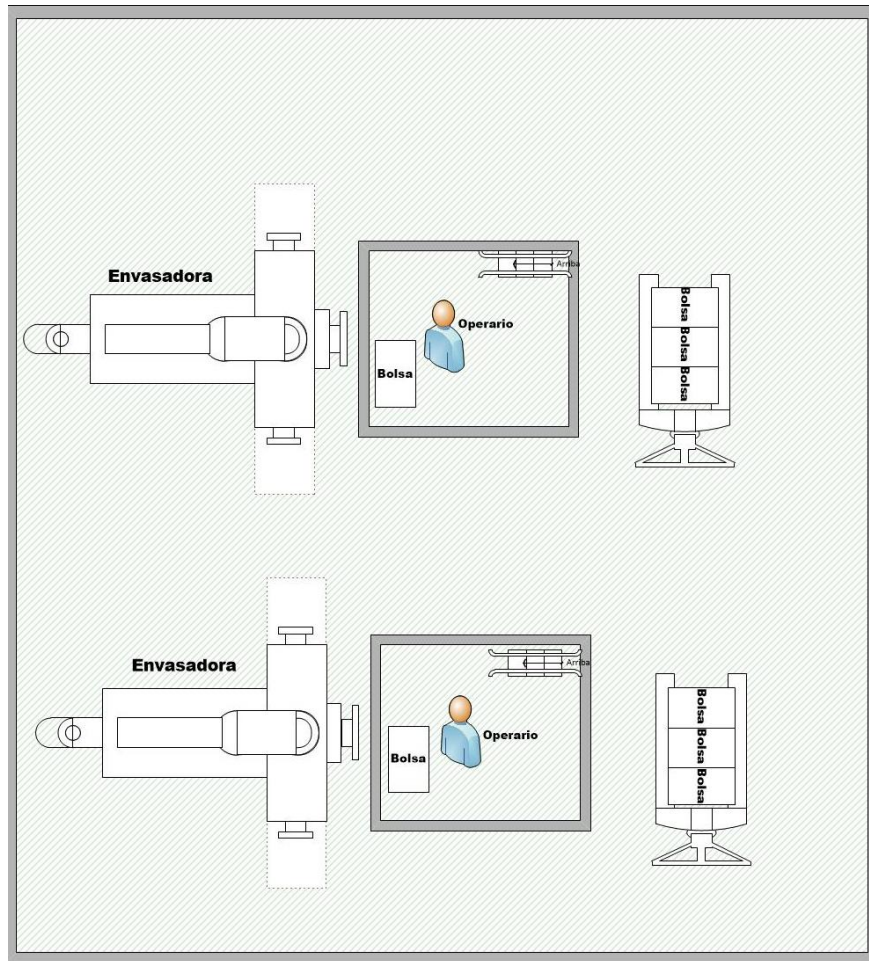
Fuente: elaboración propia.

### 2.4.4. Área de empaquetado

Finalmente, se el producto se envasa por medio de una máquina especial de envasado y paletizado. La cal hidratada de Caleras del Sur se empaca en bolsas de papel.



Figura 13. **Área de empaquetado**

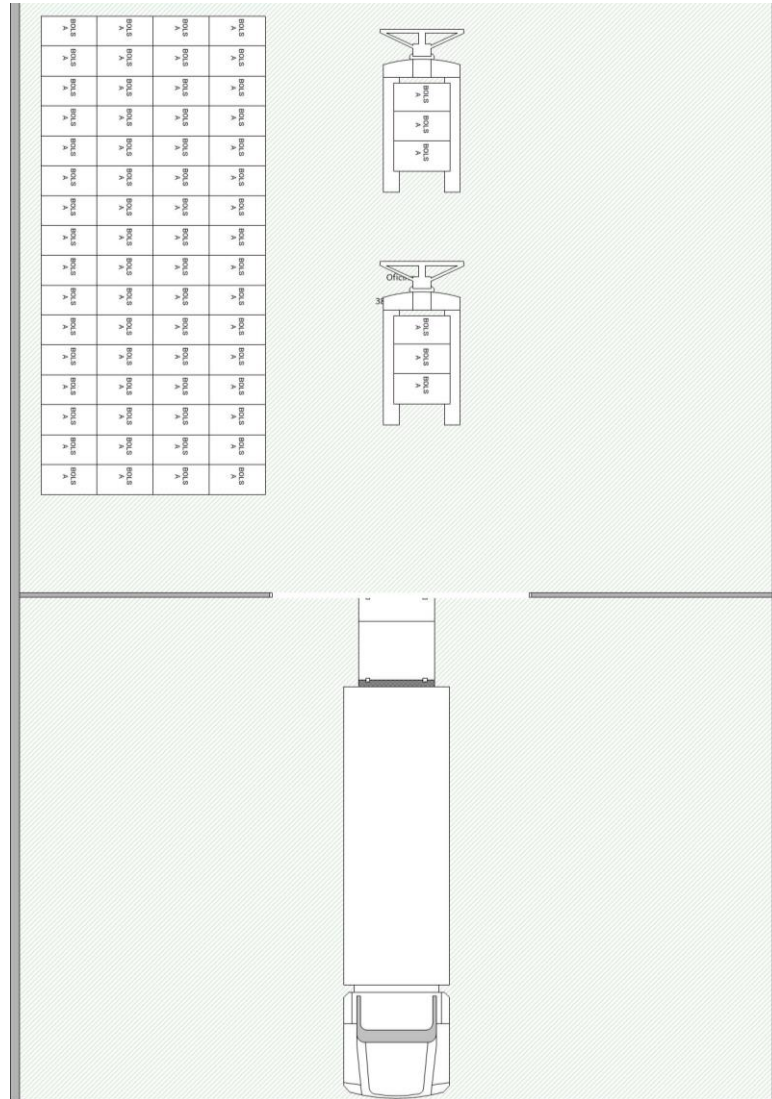


Fuente: elaboración propia.

### 2.4.5. **Área de despacho**

Luego de empaquetar el producto se traslada al área de despacho donde se almacenará hasta su venta.

Figura 14. Área de despacho



Fuente: elaboración propia.

## 2.5. Descripción de importaciones

La descripción de las importaciones de la empresa son las leyes internas con las cuales se rigen para llevar un mejor control en los pedidos de materia prima.

### **2.5.1. Políticas**

- La importación de materia prima y productos afines debe realizarse de manera que permita lograr seguridad en el abastecimiento, a fin de garantizar la demanda de producción.
- Las compras de piedra caliza, aserrín y cascabillo de café se realizarán procurando precios competitivos y acordes con las condiciones del mercado.
- Las importaciones se realizarán de manera que garanticen la calidad para cada uno de los productos de Caleras del Sur.
- La cantidad de pedidos de materia prima se mantienen constantes durante la semana con el fin de no parar la producción de cal.

### **2.5.2. Problemas con proveedores**

Los proveedores son vitales para el desarrollo de las actividades en la empresa. Los problemas más comunes con los proveedores son el incumplimiento con el tiempo de entrega y con las especificaciones, además el material es insuficiente, entre otros.

#### **2.5.2.1. Pedidos mínimos**

- Aserrín: Caleras del Sur mensualmente tiene pedidos de 36 camionadas de aserrín. Un total de 972 m<sup>3</sup>.
- Cascabillo de café: es la materia prima menos utilizada, por eso, al mes, se recibe 1 camionada de este.
- Piedra caliza: es la materia prima primordial para la fabricación de la cal, mensualmente, se piden aproximadamente 51 camionadas de piedra

caliza lo cual significa 612 m<sup>3</sup> de material, ya que aproximadamente cada camionada de piedra caliza es de 12 m<sup>3</sup>.

- Bolsa para empaque: se utiliza para transportar el producto de forma fácil y segura. La bolsa llena tiene un peso aproximado de 20,5 kg. Mensualmente se utilizan aproximadamente 1,750 bolsas.

### **2.5.2.2. Tipos de transporte**

- Aserrín: para transportarlo se utilizan dos vehículos tipo camión con capacidad de 27 m<sup>3</sup>.
- Cascabillo de café: se transporta en un camión con capacidad de 265 sacos.
- Piedra caliza: se transporta en 2 distintos camiones de un mismo proveedor, con capacidad de 12 y 13 m<sup>3</sup> de piedra respectivamente.
- Bolsa para empaque: la empresa proveedora del producto la transporta en furgón.

### **2.5.2.3. Cantidad de proveedores**

Según la temporada en que se encuentre, la empresa utiliza distintos proveedores.

- Aserrín: cuenta con dos proveedores fijos, cuando es temporada alta se tiene tres proveedores más.
- Cascabillo de café: se tiene un solo proveedor, sin importar la temporada en que se encuentre.
- Piedra caliza: La piedra caliza se tiene un solo proveedor el cual es capaz de surtir en cualquier momento.

- Bolsa para empaque: se cuenta con un solo proveedor quién entrega las bolsas con el diseño de la empresa.

#### **2.5.2.4. Incumplimiento de entrega**

- Aserrín: el incumplimiento de entrega se puede dar cuando los aserraderos, debidamente registrados con el INAB, no han talado por temporada baja.
- Cascabillo de café: igual que el aserrín, puede faltar cuando es temporada baja para las cafetaleras, aunque al ser un país cafetalero esto es muy poco probable.
- Piedra caliza: la escasez o falta de entrega puede deberse a nuevas regulaciones de transporte, regulaciones de minería o búsqueda de nuevas canteras.
- Bolsa para empaque: pueden incumplir con la entrega si el proveedor debe enfrentar una demanda abundante.

#### **2.5.3. Reporte de existencias**

En Caleras del Sur no se tiene reporte físico de las existencias de materia prima, solamente se lleva un control con los camiones que entran a dejar dicha materia.

#### **2.5.4. Tiempo de reorden**

- Aserrín: el tiempo de reorden es diario, se debe contar con 2 camionadas diarias, sin contar el sábado.
- Cascabillo de café: se solicita una camionada una vez por semana.

- Piedra caliza: igual que el aserrín, el tiempo de reorden es diario, se entregan 3 camionadas de lunes a viernes y el sábado 2 camionadas más.
- Bolsas para empaque: anualmente se hacen 2 pedidos de 12 500 bolsas.

## **2.6. Situación actual de inventarios**

La información acerca de los inventarios de la empresa fue brindada por la gerencia general.

### **2.6.1. Inventarios físicos**

Caleras del Sur carece de inventarios físicos de materia prima, generalmente, trabaja con datos empíricos. Se lleva un control interno del producto terminado, sin saber con exactitud la existencia real.

#### **2.6.1.1. Procedimiento de entrada**

Los procedimientos de entrada fueron observados, y descritos por los colaboradores de la empresa.

##### **2.6.1.1.1. Recibo de materia prima**

El gerente general recibe la mercancía y verifica que el material sea de buena calidad, se encuentre en buen estado y en la cantidad solicitada al proveedor. En ausencia del gerente general, el encargado recibe y supervisa la mercancía.

#### **2.6.1.1.2. Almacenamiento de materia prima**

El aserrín y el cascabillo de café se almacena en bodegas especiales, aisladas. Luego, se transportan al área de calcinado donde sirven como combustible principal.

La piedra caliza es directamente lanzada a los hornos para calcinarla, no posee un lugar específico de almacenamiento ya que es utilizada rápidamente para el llenado de hornos.

#### **2.6.1.1.3. Almacén de producto nuevo terminado**

El producto nuevo terminado se almacena en la bodega aislada, listo para proceder a su venta.

#### **2.6.1.1.4. Almacén de materia prima no utilizada**

El aserrín y cascabillo de café no utilizado se mantiene en las bodegas para luego ser utilizado en la siguiente producción. La piedra caliza se utiliza completamente.

#### **2.6.1.2. Procedimiento de salida**

La salida de materia prima y producto terminado se estableció por métodos empíricos.

#### **2.6.1.2.1. Consumo interno**

El consumo interno es reportado solamente al gerente general, no se tiene un control físico del mismo.

#### **2.6.1.2.2. Salida de mercadería**

La salida de mercadería se apunta en libros de control, para luego ser comparada con la existencia reportada por parte de los trabajadores.

#### **2.6.1.2.3. Control de inventario de mercadería**

Al ser una empresa de trabajo empírico en la mayoría de sus áreas no se tiene control de inventario adecuado para la reducción de costos.

#### **2.6.1.2.4. Control de inventario de salida**

No existe un control de inventario de salida de mercadería por el trabajo, en su mayoría, empírico.

#### **2.6.1.2.5. Costos de inventario**

Los costos de inventario son los costos relacionados con el almacenamiento y el mantenimiento del inventario durante un determinado período de tiempo.



#### 2.6.1.2.6. Costos de almacenamiento

El costo de almacenaje será el mismo para ambos productos terminados. El total calculado será por producción mensual.

Descripción de costos de almacenaje.

Tabla II. Descripción de costos de almacenaje

Servicio	Agua	Luz	Teléfono	Guardia
Costo Mensual	Q 2 000,00	Q 5 000,00	Q 300,00	Q 2 893,21

Fuente: Gerencia Caleras del Sur

Total = Q 10 193,21

Mensualmente, en total, se producen 18 750 bolsas de cal hidratada, cada bolsa tiene un costo de almacenaje de  $(10\ 193,21/18\ 750) = Q\ 0,54$ . Por *batch* el costo de almacenaje es de Q 8,15.

#### 2.6.1.2.7. Costos fijos

Son los costos sensibles a pequeños cambios en los niveles de actividad. Esta información la brindó por la gerencia general.

Tabla III. Descripción de costos fijos

Descripción	Costo Mensual
Aserrín y cascabillo de café	Q 93 600,00
Piedra caliza	Q 35 349,12
Flete de piedra caliza	Q 21 420,00
Bolsa de papel	Q 52 500,00
Combustible	Q 1 000,00
Administración	Q 13 500,00
Colaboradores	Q 44 885,55

Fuente: gerencia Caleras del Sur.

#### 2.6.1.2.8. Costo unitario por bolsa

Con los datos obtenidos, se calculó el costo unitario por bolsa.

*Costo Unitario*

$$= \frac{Q\ 10\ 193,21 + Q\ 93\ 600 + Q\ 35\ 349,12 + Q\ 21\ 420 + Q\ 52\ 500 + Q\ 1\ 000 + Q\ 13\ 500 + Q\ 44\ 885,55}{18\ 750\ bolsas}$$

Costo unitario por bolsa de cal hidratada = Q 14,52



### **3. PROPUESTA PARA EL CONTROL DE INVENTARIOS**

#### **3.1. Estudio de tiempos**

El estudio de tiempos implica establecer un tiempo estándar permisible para la realización de una determinada tarea, con base en la medición del contenido del trabajo, considerando las demoras de los colaboradores, de las máquinas y de las herramientas.

Esta actividad implica la técnica de establecer un estándar de tiempo permisible para realizar una tarea determinada, con base en la medición del contenido de trabajo del método prescrito, con la debida consideración de la fatiga y las demoras personales y los retrasos inevitables.

La empresa Caleras del Sur cuenta con un total de 7 operaciones fundamentales para su producción, siendo estas:

- Llenado de horno
- Calcinado
- Botado y vaciado de horno
- Hidratación de cal
- Triturado
- Empaque
- Almacenaje

Para el estudio de tiempos se tomaron en cuenta cinco operaciones, ya que en llenado de horno y calcinado cuenta con tiempo establecido por jornada y por cocción respectivamente. Estos tiempos fueron brindados por parte de la empresa.

### **3.1.1. Selección del operario**

Para los 3 operarios seleccionados se tomó en cuenta un rendimiento promedio que estuviera capacitado en el método, que le gustara el trabajo y que estuviera dispuesto a tomar sugerencias para un mejor análisis.

Tabla IV. **Operario seleccionado para estudio de tiempos**

Operación	Nombre
Botado y vaciado de horno	Arnoldo Foronda
Hidratación y traslado a triturado	Rafael Barrera
Triturado	Héctor Pineda
Empaque	Mario Suret
Almacenaje	Tomás Suret

Fuente: elaboración propia.

### **3.1.2. Calificación del operario**

La calificación de los operarios se determinó con base en el criterio propio y simultáneamente al cronometraje del trabajo. Se optó por 3 calificaciones: de 85 a 99 para operarios inexpertos, calificación de 100 para operarios con un desempeño regular o normal, y de 101 a 120 para operarios expertos.

Tabla V. **Calificación de los operarios**

Operación	Nombre	Calificación
Botado y vaciado de horno	Arnoldo Foronda	100
Hidratación y traslado a triturado	Rafael Barrera	100
Triturado	Héctor Pineda	100
Empaque	Mario Suret	100
Almacenaje	Tomás Suret	100

Fuente: elaboración propia.

### **3.1.3. Método para la toma de tiempos**

Se utilizó el método cronometrado con vuelta a cero. Consiste en tomar los tiempos de manera directa de cada elemento y anotar el tiempo a la terminación de este, luego regresar a cero de forma inmediata para pasar al siguiente elemento y que el cronómetro inicie desde cero.

### **3.1.4. Cálculo de tiempos**

Se realizaron cálculos sencillos y fáciles, luego de tomados los tiempos cronometrados.

#### **3.1.4.1. Tiempo cronometrado**

Tiempos tomados en minutos. Operación uno y dos tomadas por carreta de diez bolsas con peso de 100 kilogramos cada bolsa. Operaciones tres, cuatro y cinco tomadas por *batch* de quince unidades producidas de cal hidratada, las bolsas de cal hidratada tienen un peso de 29,5 kilogramos.

Tabla VI. **Toma de tiempos**

O	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
OP1	31,5	32,2	31,8	33,7	30,9	33,5	29,8	32,3	31,6	33,6
OP2	25,6	26,2	25,6	24,5	26,8	24,6	25,7	26,8	24,5	24,8
OP3	2,55	2,68	2,65	2,73	2,60	2,88	2,65	2,60	2,58	2,70
OP4	8,40	8,08	8,33	8,68	8,30	8,45	8,63	8,30	8,33	8,68
OP5	3,60	4,20	3,75	3,95	4,07	3,75	3,69	4,17	3,85	3,87

Fuente: elaboración propia.

### 3.1.4.2. **Cálculo de tiempo promedio por elemento**

$$Te = \frac{\sum Xi}{LC}$$

Donde:

Te= Tiempo promedio

$\sum Xi$  = Sumatorio de tiempos cronometrados

LC = Número de lecturas

Tabla VII. **Tiempo promedio operación 1**

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
OP1	31,5	32,2	31,8	33,7	30,9	33,5	29,8	32,3	31,6	33,6

$$= \frac{31,5 + 32,2 + 31,8 + 33,7 + 30,9 + 33,5 + 29,8 + 32,3 + 31,6 + 33,6}{10}$$

$$= 32,09 \text{ min}$$

Fuente: elaboración propia.

Tabla VIII. **Tiempo promedio operación 2.**

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
OP2	25,6	26,2	25,6	24,5	26,8	24,6	25,7	26,8	24,5	24,8

$$= \frac{25,6 + 26,2 + 25,6 + 24,5 + 26,8 + 24,6 + 25,7 + 26,8 + 24,5 + 24,8}{10}$$
$$= 25,51 \text{ min}$$

Fuente: elaboración propia.

Tabla IX. **Tiempo promedio operación 3**

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
OP3	2,55	2,68	2,65	2,73	2,60	2,88	2,65	2,60	2,58	2,70

$$= \frac{2,55 + 2,68 + 2,65 + 2,73 + 2,60 + 2,88 + 2,65 + 2,60 + 2,58 + 2,70}{10}$$
$$= 2,66 \text{ min}$$

Fuente: elaboración propia.



Tabla X. **Tiempo promedio operación 4**

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
OP4	3,60	4,20	3,75	3,95	4,07	3,75	3,69	4,17	3,85	3,87

$$= \frac{8,40 + 8,08 + 8,33 + 8,68 + 8,30 + 8,45 + 8,63 + 8,30 + 8,33 + 8,68}{10}$$

$$= 8,42 \text{ min}$$

Fuente: elaboración propia.

Tabla XI. **Tiempo promedio operación 5**

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
OP5	3,60	4,20	3,75	3,95	4,07	3,75	3,69	4,17	3,85	3,87

$$= \frac{3,60 + 4,20 + 3,75 + 3,95 + 4,07 + 3,75 + 3,69 + 4,17 + 3,85 + 3,87}{10}$$

$$= 3,89 \text{ min}$$

Fuente: elaboración propia.

### 3.1.4.3. **Tiempo normal**

$$T_n = T_e * \frac{\text{Calificación del Operario}}{100}$$

Donde:

T<sub>n</sub> = Tiempo normal

T<sub>e</sub> = Tiempo promedio

Calificación del operario = Obtenida de tabla 4

Tabla XII. **Cálculo de tiempo normal**

	Tiempo Promedio (min)	Calificación del operario	Tiempo Normal (min)
OP1	32,09	$\frac{100}{100}$	32,09
OP2	25,51	$\frac{100}{100}$	25,51
OP3	2,66	$\frac{100}{100}$	2,66
OP4	8,42	$\frac{100}{100}$	8,42
OP5	3,89	$\frac{100}{100}$	3,89

Fuente: elaboración propia.

### 3.1.5. Adición de suplementos

Los suplementos se calcularon tomando en cuenta cuatro factores: habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia para realizar las operaciones. La valoración se brindó según factores que se consideraron que afectan de forma directa o indirecta el cronometraje, utilizando como referencia las tablas de Westinghouse.

Habilidad: aprovechamiento al seguir un método dado. Su calificación porcentual es de +15 % a -22 %.

Tabla XIII. **Calificación según habilidad del colaborador**

Operación	Clase	Rango	Calificación
Botado	E1	Aceptable	-0,05 %
Hidratado	C2	Buena	0,03 %
Triturado	C1	Buena	0,06 %
Empaque	C1	Buena	0,06 %
Almacenaje	C2	Buena	0,03 %

Esfuerzo: voluntad para trabajar. Su equivalencia porcentual es de +13 %

A -17 %

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIV. **Calificación según esfuerzo del colaborador**

Operación	Clase	Rango	Calificación
Botado	C2	Bueno	0,03 %
Hidratado	C1	Bueno	0,05 %
Triturado	C1	Bueno	0,05 %
Empaque	C1	Bueno	0,05 %
Almacenaje	C1	Bueno	0,05 %

Condiciones: circunstancias que afectan solo al operador y no a la operación. Su rango porcentual es de +6 % a -7 %.

Fuente: elaboración propia.

Tabla XV. **Calificación según las condiciones**

Operación	Clase	Rango	Calificación
Botado	B	Excelentes	0,04 %
Hidratado	C	Buenas	0,02 %
Triturado	E	Aceptables	-0,03 %
Empaque	E	Aceptables	-0,03 %
Almacenaje	E	Aceptables	-0,03 %

Consistencia: grado de variación en los tiempos transcurridos, mínimos y máximos, en relación con la media.

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVI. **Calificación según la consistencia**

Operación	Clase	Rango	Calificación
Botado	C	Buena	0,01 %
Hidratado	D	Regular	0,00 %
Triturado	C	Buena	0,01 %
Empaque	C	Buena	0,01 %
Almacenaje	D	Regular	0,00 %

Fuente: elaboración propia.

### 3.1.6. **Tiempo estándar**

Jornadas brindadas por parte de la empresa, con tiempos establecidos según cada operación.

Tabla XVII. **Tiempo estándar otras operaciones**

Operación	Tiempo Estándar	Capacidad Productora
Llenado de horno	44 horas	4 500 bolsas de cal hidratada
Calcinado	120 horas	4 500 bolsas de cal hidratada

Fuente: elaboración propia.

Estos datos solo se utilizaron como referencia, ya que se trabaja con dos hornos, mientras se prepara y calcina un horno el otro está siendo procesado para la producción.

### 3.1.7. Cálculo de eficiencia

La eficiencia de la línea es el factor que indica la capacidad de producción con respecto a los recursos utilizados, y está dada por:

$$E = \frac{\sum T_{tc}}{\sum T_p}$$

Donde:

E = Eficiencia

$\sum T_{tc}$  = Sumatoria tiempo estándar

$\sum T_p$  = Tiempo estándar permitido

El tiempo estándar permitido es el tiempo de espera para cada operario según el tiempo del operario más lento.

Tabla XVIII. **Tiempo de espera**

Operación	Ttc	Tiempo de Espera
Botado	32,09	0
Hidratado	25,51	6,58
Triturado	2,66	29,43
Empaque	8,42	23,67
Almacenaje	3,89	28,2
Total	72,57	87,88

$$E = \frac{72,57}{87,88} * 100 = 82,57 \%$$

Fuente: elaboración propia.

### 3.1.8. Balance de líneas

En el balance de líneas se asignará la carga de trabajo necesaria en cada estación, así como los operarios necesarios para optimizar los tiempos reduciendo los cuellos de botella.

Para este procedimiento se tomaron en cuenta las últimas cinco operaciones, ya que las primeras dos no se pueden acelerar por el tiempo que necesita ser llenado un horno y el tiempo que necesita ser calcinado.

Se presenta la tabla de precedencias de las actividades con los tiempos estándar previamente obtenidos. Para la actividad de botado e hidratado se calcularon los tiempos estándar para quince unidades de producto terminado (cal hidratada), sabiendo que cada saco en ese proceso es de 100 kilogramos, y las bolsas de cal hidratada son de 29,5 kilogramos.

Ejemplo:

Operación 1 (botado y vaciado de horno): en 32.09 minutos se obtienen diez bolsas de cal en terrón de 100 kilogramos. En total, se obtienen 1 000 kilogramos de cal (10 bolsas \* 100 kilogramos), dividido 29,5 kilogramos, que es lo que contiene cada bolsa de producto terminado, se obtiene 33,90 bolsas de cal hidratada, dividido el total de tiempo (32,09 minutos), es igual a 1,06 bolsas por minuto. Se dividen 15 bolsas de cal hidratada (para igualar el *batch* de 15 unidades) en 1,06 bolsas por minuto para obtener el tiempo que se tardará en sacar esas 15 bolsas de cal hidratada = 14,15 minutos.

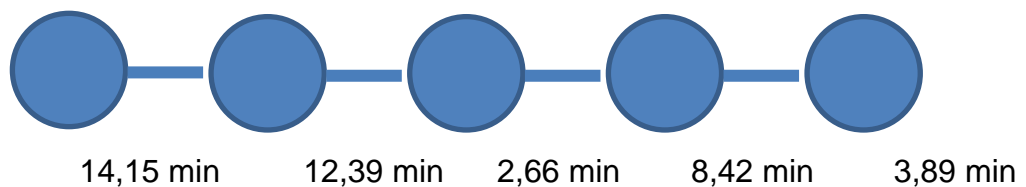
Tabla XIX. **Tabla de precedencia**

Nombre	Actividad	Predecesor	Duración
Botado	A	-	14,15 min
Hidratado	B	A	12,39 min
Triturado	C	B	2,66 min
Empaque	D	C	8,42 min
Almacenaje	E	D	3,89 min

Fuente: elaboración propia.

A continuación, se presenta de forma gráfica la distribución de las actividades, para así obtener el tiempo de ciclo de en la línea de producción.

Figura 15. **Gráfica de precedencias**



Fuente: elaboración propia.

Se calcula el tiempo de ciclo, el cual viene dado por la siguiente fórmula:

$$Ciclo = \frac{\text{tiempo de producción}}{\text{Producto requerido al día}}$$



El tiempo de producción en la planta de Caleras del Sur es de 8 horas diarias, lo que equivale a 480 minutos. Con una producción diaria de 600 bolsas de cal hidratada. Como se está trabajando en *batch* de 15 unidades de bolsa hidratada, se dividió 600 bolsas/15 *batch*, el resultado es de 40 *batches* de 15 unidades.

$$Ciclo = \frac{480 \text{ min}}{40 \text{ unidad}} = 12 \text{ min/unidad}$$

El número mínimo de estaciones se requiere para cumplir el límite de tiempo del ciclo de la estación del trabajo, está dado por:

$$Ne = \frac{\Sigma \text{Tiempos Estándar}}{\text{Tiempo de Ciclo}}$$

$$Ne = \frac{14,15 + 12,39 + 2,66 + 8,42 + 3,89}{12} = 3,45 \approx 4$$

El tiempo de ciclo es de 12 minutos por unidad con un mínimo de 4 estaciones, no se debe sobrepasar el tiempo máximo permitido según el tiempo disponible en cada estación de trabajo.

En las estaciones C y D se puede asignar la tarea juntos ya que no sobrepasan los 12 minutos. Por lo tanto, las estaciones de trabajo quedan de la siguiente manera:

Tabla XX. **Tabla de precedencia**

Estación	Tarea	Tiempo
1	Botado	14,15 min
2	Hidratado	12,39 min
3	Triturado y Empaque	11,08 min
4	Almacenaje	3,89 min
	Total	41,51 min

Fuente: elaboración propia.

### 3.1.8.1. **Número de operarios por estación**

Se calcula la eficiencia que está dada por:

$$E = \frac{\sum Tt}{KC}$$

Donde:

Tt = Sumatoria del tiempo de las estaciones a balancear

K = Estaciones a balancear

C = Ciclo de la línea de producción a balancear

$$E = \frac{41,51}{4 * 12} = 0,8647$$

También se calcula el índice de producción que está dado por la siguiente ecuación:

$$IP = \frac{\text{Demanda}}{\text{Tiempos de Producción}} = \frac{40 \text{ unidades}}{480 \text{ minutos}} = 0,083 \text{ unidades/min}$$

El número de operarios, luego de asignadas las cargas de trabajo a cada estación, se utiliza para calcular la cantidad de personas que se necesitan para trabajar sin interrupciones. Se obtiene a través de la siguiente fórmula:

$$NT = \frac{IP * T_{Ei}}{E}$$

Donde:

NT = Número teórico de operarios

IP = Índice de producción

T<sub>Ei</sub> = Tiempo de la estación evaluada

E = Eficiencia

Ejemplo: Número teórico de operarios para la primera estación

$$NT = \frac{0,083 * 14,15}{0,8647} = 1,35 \text{ operarios}$$

Tabla XXI. **Número teórico de operarios**

Estación	Tarea	Tiempo	NT
1	Botado	14,15 min	1,35
2	Hidratado	12,39 min	1,19
3	Triturado y Empaque	11,08 min	1,06
4	Almacenaje	3,89 min	0,37
	Total	41,51 min	3,97

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXII. **Número real de operarios**

Estación	Tarea	Tiempo	NT	NR
1	Botado	14,15 min	1,35	2
2	Hidratado	12,39 min	1,19	2
3	Triturado y Empaque	11,08 min	1,06	2
4	Almacenaje	3,89 min	0,37	1
	Total	41,51 min	3,97	7

Fuente: elaboración propia.

### **3.1.8.2. Determinación de la operación más lenta**

La estación más lenta para el proceso productivo de cal hidratada se encuentra en la operación número uno, esta estación es la encargada del botado y vaciado de horno con un tiempo estándar de 14,15 minutos.

Comparada con las otras estaciones de trabajo encontradas, se observa que la diferencia es pequeña, por lo cual, puede que no se vea tan afectado con un cuello de botella en esta operación.

De igual forma, es importante que se encuentren dos colaboradores en la operación para que las demás líneas no se vean afectadas y se pueda seguir con la producción.

## **3.2. Control de inventarios mediante pronóstico de ventas**

Para un buen manejo de inventario es importante la predicción y planeación de ventas, si bien es cierto no se puede predecir con exactitud, estar lo más cercano posible, lleva a la empresa a entregar un mejor servicio y ahorrarse costos. De esta forma, también es importante lograr la disponibilidad en cantidad necesaria y cuando el mercado lo requiera.

### **3.2.1. Pronóstico de la demanda**

La empresa Caleras del Sur, brindó los datos de la cantidad de bolsas de cal hidratada vendidas en el último año, es decir, de enero diciembre 2019.

### 3.2.2. Datos y variables en estudio

Para la utilización de datos históricos. Primero, se realiza un pronóstico para establecer un parámetro de los sacos de cal que se comercializan e identificar el método que se utilizará.

En el primer análisis se determina el comportamiento de los sacos de cal hidratada comercializados durante los meses de 2019.

Tabla XXIII. **Ventas realizadas durante año 2019, por *batches* de sacos de 20,5 kg**

Año 2019	Batches
Enero	1 450
Febrero	1 390
Marzo	1 455
Abril	1 345
Mayo	1 445
Junio	1 520
Julio	1 344
Agosto	1 289
Septiembre	1 743
Octubre	1 166
Noviembre	1 555
Diciembre	1 349

Fuente: elaboración propia.

Se observa que durante el año 2019 las ventas variaron poco. Ventas presentadas en *batches* de 15 unidades, lo cual significa que anualmente se venden 255,765 bolsas de cal hidratada.

- Demanda estable

Se realiza un análisis por medio de los métodos último periodo, método aritmético, método promedio móvil, promedio móvil ponderado.

Tabla XXIV. **Pronóstico último período**

Año 2019	Batches
Enero	1 450
Febrero	1 390
Marzo	1 455
Abril	1 345
Mayo	1 445
Junio	1 520
Julio	1 344
Agosto	1 289
Septiembre	1 743
Octubre	1 166
Noviembre	1 555
Diciembre	1 349

2020	Pronóstico	Error	E
Enero	1 289	454	454
Febrero	1 743	-577	1 031
Marzo	1 166	389	1 420
Abril	1 555	-206	1 626

Fuente: elaboración propia.

Para determinar el pronóstico se toma los valores de agosto a noviembre 2019, los cuales serán los valores para los meses de enero-abril 2020.

Tabla XXV. **Pronóstico método aritmético**

Año 2019	Batches
Enero	1 450
Febrero	1 390
Marzo	1 455
Abril	1 345
Mayo	1 445
Junio	1 520
Julio	1 344
Agosto	1 289
Septiembre	1 743
Octubre	1 166
Noviembre	1 555
Diciembre	1 349

Año 2020	Pronóstico	Error	Error
Enero	1 405	338	338
Febrero	1 443	-277	615
Marzo	1 415	140	755
Abril	1 428	-79	834

Fuente: elaboración propia.

Este método de pronosticar no es más que realizar la sumatoria de todas las ventas de los períodos anteriores donde se encuentran ubicados y dividirla entre el número de períodos que se están considerando.

$$\text{Pronóstico enero 2020} = \frac{1450 + 1390 + 1455 + 1345 + 1445 + 1520 + 1344 + 1289}{8} = 1405$$



Tabla XXVI. **Pronóstico método promedio móvil**

Año 2019	Batches
Enero	1 450
Febrero	1 390
Marzo	1 455
Abril	1 345
Mayo	1 445
Junio	1 520
Julio	1 344
Agosto	1 289
Septiembre	1 743
Octubre	1 166
Noviembre	1 555
Diciembre	1 349

Año 2020	Pronóstico	Error	Error
Enero	1 400	343	343
Febrero	1 474	-308	651
Marzo	1 386	169	820
Abril	1 439	-90	910

Fuente: elaboración propia.

Tiene las características particulares del método anterior, la diferencia estriba en que aquí se promedia el mismo número de períodos (repetitivo), solo que para nuevos pronósticos se va desplazando el valor del período más antiguo y se agrega el más reciente o inmediato.

$$\text{Pronóstico enero 2020} = \frac{1\,445 + 1\,520 + 1\,344 + 1\,289}{4} = 1\,400$$

Tabla XXVII. **Pronóstico método promedio móvil ponderado**

Año 2019	Batches
Enero	1 450
Febrero	1 390
Marzo	1 455
Abril	1 345
Mayo	1 445
Junio	1 520
Julio	1 344
Agosto	1 289
Septiembre	1 743
Octubre	1 166
Noviembre	1 555
Diciembre	1 349

Año 2018	Pronóstico	Error	Error
Enero	1 360	383	383
Febrero	1 555	-389	772
Marzo	1 326	229	1001
Abril	1 477	-128	1129

Fuente: elaboración propia.

Sigue las mismas características del método anterior, excepto que los períodos considerados dentro del ciclo se ponderan, o se a que se les asigna un valor.

$$\text{Pronóstico enero 2020} = \frac{(1\,445 * 0,5) + (1\,520 * 0,7) + (1\,344 * 0,8) + (1\,289 * 2)}{4} = 1\,360$$

El método que tiene menor error es el método aritmético, por lo cual es el que se debe utilizar para el estudio.

### 3.2.3. Cálculos para los productos

Se presentan los cálculos necesarios para pronosticar las ventas los siguientes 4 meses.

Tabla XXVIII. **Pronóstico que se utilizará**

Año 2020	Pronóstico	Error	Error
Enero	1 405	338	338
Febrero	1 443	-277	615
Marzo	1 415	140	755
Abril	1 428	-79	834

Este método de pronosticar no es más que realizar la sumatoria de todas las ventas de los períodos anteriores donde se encuentran ubicados y dividirla entre el número de períodos que se están considerando.

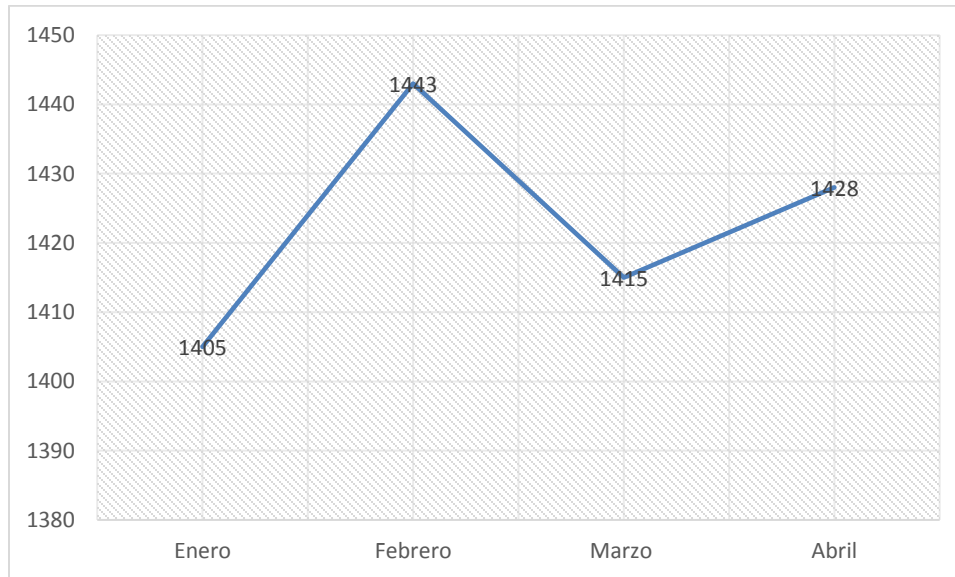
$$\text{Pronóstico enero 2020} = \frac{1450 + 1390 + 1455 + 1345 + 1445 + 1520 + 1344 + 1289}{8} = 1405$$

Fuente: elaboración propia.

### 3.2.4. Gráfica

Se muestra la representación gráfica de la proyección.

Figura 16. **Proyección 2020**



Fuente: elaboración propia.

### 3.3. **Determinación de la cantidad óptima de pedido**

Con base en el pronóstico efectuado se determina la cantidad óptima de pedido.

Tabla XXIX. **Cantidad de *batches***

Año 2020	Pronóstico
Enero	1 405
Febrero	1 443
Marzo	1 415
Abril	1 428
Promedio	1423

Fuente: elaboración propia.

### 3.3.1. Datos y variables necesarios para el cálculo de cantidad de pedido óptimo

Para determinar los datos se necesitan conocer las siguientes variables.

Tabla XXX. Variable para cálculo

Ítem	Datos	Detalle
Costo de ordenar (S)	55,08	por orden
Costo de mantener (H)	6,48	anual por unidad
Número de días de trabajo	277	por año
Costo	14,52	por unidad
Tiempo de espera por pedido	1	días

Fuente: elaboración propia.

### 3.3.2. Cálculo para los productos

A continuación, se presenta el cálculo para los pedidos óptimos.

Tabla XXXI. **Cálculo de valores para pedidos**

Ítem	Datos	Detalle
Demanda (D)	256 140	Bolsas anuales
Costo de ordenar (S)	55,08	por orden
Costo de mantener (H)	6,48	anual por unidad
Número de días de trabajo	277	por año
Costo ©	14,52	por unidad
Tiempo de espera por pedido	1	días
Cantidad óptima de pedido Q*	2 086,71	unidades
Número esperado de órdenes (N)	122,74	órdenes
Tiempo esperado entre órdenes (L)	2,27	días
Punto de reorden ®	924,69	unidades
Costo total (CT)	3 732 674,71	anual
Costo de ordenar	6 760,97	anual total
Costo de mantener	6 760,94	anual total

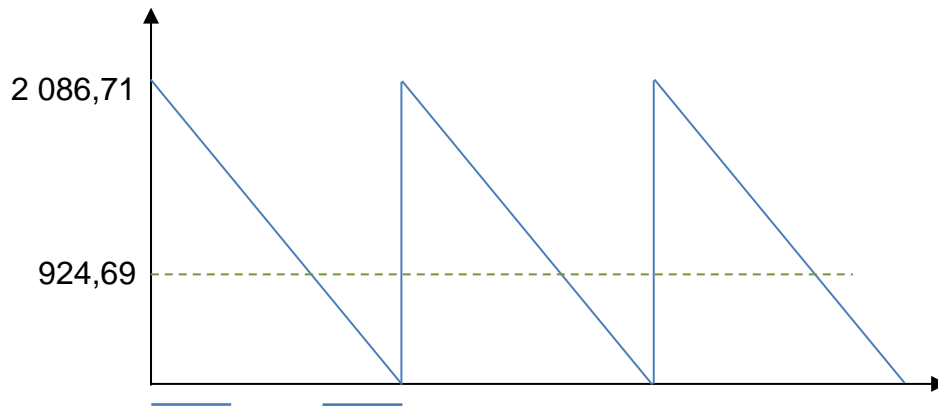
Se deben pedir 2 086,71 unidades por orden.
Se realizan 122,74 órdenes de pedido al año.
El tiempo entre órdenes es de 2,27 días.
Cuando el nivel de inventario esté en 924,69 unidades, se debe colocar una nueva orden.
El costo total anual de inventario es de Q 3 732 674,71.
El costo anual de ordenar es de Q 6 760,97.
El costo anual de mantener es de Q 6 760,94.

Fuente: elaboración propia.

### 3.3.3. Gráficas

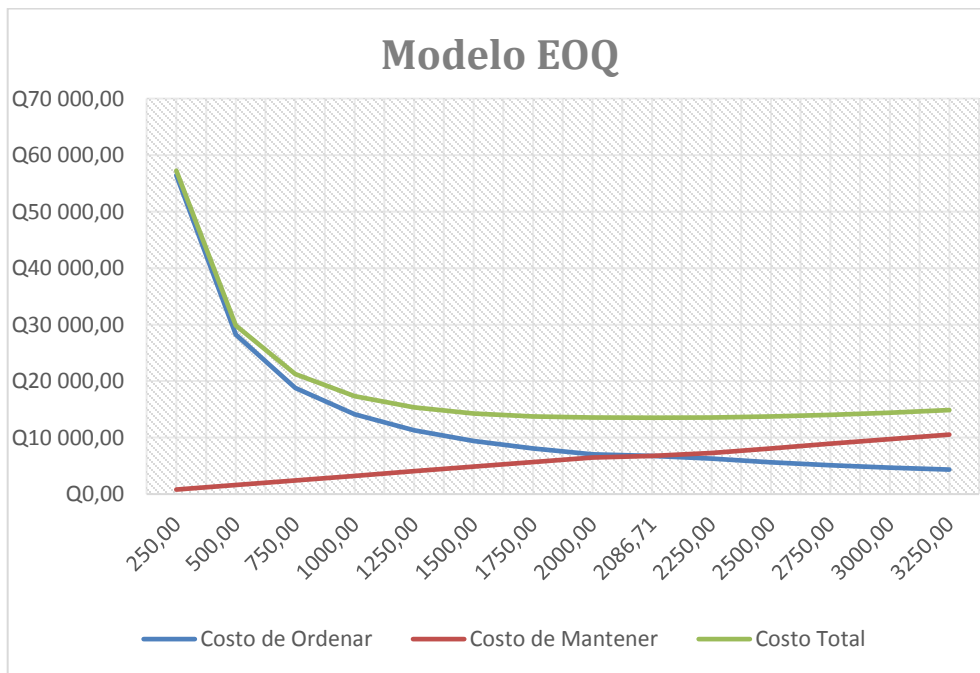
Se presenta la representación gráfica de modelo de EOQ.

Figura 17. **Modelo EOQ representación gráfica**



Fuente: elaboración propia.

Figura 18. **Modelo EOQ básico**



Fuente: elaboración propia.

### **3.4. Políticas de reorden e importaciones**

Se plantean nuevas políticas de reorden y de importación de insumos, materia prima, con esto lograr la eficiencia y eficacia en del proceso, ya que actualmente no cuentan con dichas políticas.

#### **3.4.1. Planeación de importaciones**

Es importante contar con una planeación de importaciones bien definida, para lograr los resultados requeridos, y para ello es importante seguir los siguientes pasos:

- Primero se realiza un plan de inventario y un plan de compras anual, el plan de inventario se utilizará para conocer el producto en stock que se utilizará al principio del año para cumplir con el pronóstico de la demanda y el plan de compras se utilizará para conocer cuánta materia prima comprar en cada período y un revisado de los próximos 3 meses.
- Se elaborará un presupuesto anual con la proyección de las importaciones, el cual también incluirá un seguimiento mensual del cumplimiento de estas.
- Luego se realizarán las compras al proveedor con las siguientes especificaciones: vía correo electrónico, anotando las instrucciones de embarque (a quien facturar, a donde embarcar, el precio pactado, vía de embarque, el *forwarder* a utilizar, la fecha estimada de salida (ETD = Estimated Time Delivery) y fecha estimada de arribo (ETA = Estimated Time Arrive).
- Por último, realizar informes trimestrales, con la ayuda del seguimiento mensual del cumplimiento de las proyecciones, con esto se podrán tomar decisiones importantes a futuro con respecto a las importaciones.



### **3.4.2. Objetivo de importaciones**

Es asegurar un insumo requerido, repuestos, que se empelara con base en la planificación de operaciones, mantenimiento, del plan operativo anual de la empresa.

### **3.4.3. Control interno de importaciones**

El área financiera lleva a cabo el control interno de las importaciones porque efectúan las compras y pagan a proveedores.

## **3.5. Políticas de reorden**

Se describen las políticas para reorden de materia prima, insumos, producto terminado, y se plantearán a partir del estudio previamente realizado conociendo la cantidad de pedido óptimo y el tiempo para realizarlo.

### **3.5.1. Planeación de reorden**

Este nivel indica el momento oportuno de volver a ordenar, es decir, cuándo se considera necesario hacer un pedido de nuevo para que el nivel de seguridad se mantenga lo más bajo posible de las existencias en bodega, para no tener agotamiento de producto en las líneas de producción.

- Para realizar la planeación del reorden se deberá tomar en cuenta la cantidad del consumo diario del producto.
- Es importante que el tiempo del departamento de compras no exceda más de 1 día para realizar la negociación y el pedido de los insumos.

- Conocer con certeza el tiempo en el que el producto llega a bodega, para ello se deben tener noticias desde que el proveedor recibe el pedido, ordena el despacho, realiza la facturación y, finalmente, el producto sale de bodega del proveedor. También es importante conocer el historial de retrasos.

### **3.5.2. Objetivos del reorden**

El objetivo es conocer la cantidad planificada la cual se divide con la suma de tiempos de entrega por la media, calculada en la ecuación:

$$\text{Nivel de reorden} = \left( \frac{\text{planificado}}{\text{ciclo}} \right) * \text{promedio de entrega} \left( \bar{X} \right)$$

### **3.5.3. Control interno**

El control interno se hace con base en el Kardex y su control en las entradas y salidas de todos los insumos, repuestos, materia prima.

## **3.6. Planeación de requerimiento de materiales**

Se describen la planeación de requerimientos de materiales.

### **3.6.1. Determinar el nivel óptimo de materia prima**

Para determinar el nivel óptimo de materia prima se toman los datos proporcionados por la gerencia de producción.

Tabla XXXII. **Tamaño de orden piedra caliza**

ítem	Datos	Detalle
Costo de ordenar (S)	4,08	por orden
Demanda (D)	417,23	anual piedra caliza
Costo de mantener (H)	8,15	anual por unidad
Número de días de trabajo	277	por año
Costo	693,12	por unidad
Tiempo de espera por pedido	2	días

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIII. **Tamaño de orden aserrín**

Ítem	Datos	Detalle
Costo de ordenar (S)	4,08	por orden
Demanda (D)	325	anual aserrín
Costo de mantener (H)	8,15	anual por unidad
Número de días de trabajo	277	por año
Costo	2 600	por unidad
Tiempo de espera por pedido	3	días

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIV. **Tamaño de orden bolsa para empaque**

Ítem	Datos	Detalle
Costo de ordenar (S)	4,08	por orden
Demanda (D)	256 140	anual bolsa empaque
Costo de mantener (H)	8,15	anual por unidad
Número de días de trabajo	277	por año
Costo	2,80	por unidad
Tiempo de espera por pedido	30	días

Fuente: elaboración propia.

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

Con los datos obtenidos se procedió a determinar el tamaño de la orden para cada producto.

Tabla XXXV. **Tamaño de orden piedra caliza**

	Tamaño de la orden	Costo total	Costo de ordenar	Costo de mantener
Óptimo	20,43	289 357,02	83,25	83,32

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVI. **Tamaño de orden aserrín**

	Tamaño de la orden	Costo total	Costo de ordenar	Costo de mantener
Óptimo	18,04	845 166,57	83,25	83,32

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVII. **Tamaño de orden bolsa para empaque**

	Tamaño de la orden	Costo total	Costo de ordenar	Costo de mantener
Óptimo	506,41	721 319,27	2 063,65	2 063,62

Fuente: elaboración propia.

### 3.6.1.2. Nivel de reorden

Se determinó el nivel de reorden por producto.

Figura 19. **Nivel de reorden de piedra caliza**

Número de pedidos al año	20,42
Tiempo esperado entre órdenes	13,56
Punto de Reorden con inventario de seguridad	<b>3,01</b>

Fuente: elaboración propia.

Figura 20. **Nivel de reorden de aserrín**

Número de pedidos al año	<b>18,01</b>
Tiempo esperado entre órdenes	<b>15,38</b>
Punto de Reorden con inventario de seguridad	<b>3,51</b>

Fuente: elaboración propia.

Figura 21. **Nivel de reorden de bolsa para empaque**

Número de pedidos al año	505,79
Tiempo esperado entre órdenes	0.54
Punto de Reorden con inventario de seguridad	27 740,79

Fuente: elaboración propia.

### 3.6.1.3. **Inventario de seguridad**

Calcular el nuevo costo total con el inventario de seguridad.

Tabla XXXVIII. **Inventario de seguridad**

Material	Tamaño de la orden	Costo de ordenar	Costo de mantener	Costo total
Óptimo Caliza	20,43	83,25	83,32	289 357,02
Óptimo Aserrín	18,04	83,25	83,32	845 166,57
Óptimo Bolsa	506,41	2 063,65	2 063,62	721 319,27
<b>TOTAL</b>				<b>1 855 842,86</b>

Fuente: elaboración propia.

## 3.7. **Métodos de valoración de inventarios**

Tomando datos obtenidos del área de comercialización se procedió a realizar una proyección utilizando la evaluación de inventarios.

### 3.7.1. **Método PEPS**

Se presenta el modelo de inventarios empleando primero en entrar primero en salir.

Tabla XXXIX. PEPS

ITEM	Fecha	Documento		DETALLE			Entradas		
		Guia	Factura				Cant.	P.U.	P.T.
1	01-ene	Saldo					150	10,00	1.500,00
2	01-ene	001-005	001-0225	Compra a Proveedor A			150	10,10	1.515,00
3	02-ene	001-266	123-2515	Compra a Proveedor A			350	9,98	3.493,00
4	10-ene	021-455	123-455	Compra a Proveedor B			700	9,95	6.965,00
5	19-ene	123-045	054-012	Compra a Proveedor C			900	10,20	9.180,00
6	20-ene	123-045	054-012	Devolucion de mercaderia dañada			-200	10,20	-2.040,00
7	23-ene	322-166	156-626	Compra a Proveedor A			250	9,96	2.490,00
8	24-ene	125-651	656-155	Compra a Proveedor B			500	10,10	5.050,00
9	27-ene	002-622	005-656	Compra a Proveedor A			700	10,00	7.000,00
TOTAL ENTRADAS							3500		33.663,00

Movimientos		Salidos	
CANT.	P.U.	P.T.	
150	10,00	1.500,00	-
150	10,10	1.515,00	-
350	9,98	3.493,00	-
700	9,95	6.965,00	-
900	10,20	9.180,00	-
-200	10,20	-2.040,00	-
250	9,96	2.490,00	-
500	10,10	5.050,00	-
340	10,00	3.400,00	-
3140		31.553,00	360
			3.600,00
			3.600,00

Documentos		Salidas	
ITEM	Fecha	CANT.	P.T.
10	07-ene	550	
11	08-ene	-150	
12	12-ene	300	
13	15-ene	100	
14	19-ene	355	
15	22-ene	635	
16	27-ene	600	
17	30-ene	400	
18	31-ene	350	
TOTAL SALIDAS		3140	

Comprobacion	
Inv. Inicial	1.500,00
(+) compras	33.663,00
(-) Inv. Final	-3.600,00
(=) Costo de ventas	31.563,00

Diferencia	
	-

Fuente: elaboración propia.

### 3.7.2. Costo promedio ponderado

Se presenta el modelo de inventarios empleando promedio ponderado.

Tabla XL. Promedio ponderado

Item	Fecha	Documento		DETALLE	Entradas			Salidas			Saldos				
		Guia	Factura		CANT.	P.U.	P.T.	CANT.	P.U.	P.T.	CANT.	P.U.	P.T.		
<b>1 01-ene SALDO INICIAL AL MES DE ENERO 2020</b>													150	10,00	1 500,00
2	01-ene	001-005	001-0225	Compra a Proveedor A	150	10,10	1 515,00	-	-	-	300	10,05	3 015,00		
3	02-ene	001-266	123-2515	Compra a Proveedor B	350	9,98	3 493,00	-	-	-	650	10,01	6 508,00		
4	07-ene	----	----	Ventas a la fecha			-	550	10,01	5 506,77	100	10,01	1 001,23		
5	08-ene	----	----	Devolucion por parte de cliente			-	<b>-150</b>	<b>10,01</b>	<b>-1 501,85</b>	250	10,01	2 503,08		
6	10-ene	021-455	123-455	Compra a Proveedor A	700	9,95	6 965,00	-	-	-	950	9,97	9 468,08		
7	12-ene	----	----	Ventas a la fecha			-	300	9,97	2 989,92	650	9,97	6 478,16		
8	15-ene	----	----	Ventas a la fecha			-	100	9,97	996,64	550	9,97	5 481,52		
9	19-ene	----	----	Ventas a la fecha			-	355	9,97	3 538,07	195	9,97	1 943,45		
10	19-ene	123-045	054-012	Compra a Proveedor C	900	10,20	9 180,00	-	-	-	1 095	10,16	11 123,45		
11	20-ene	123-045	054-012	Devolucion de mercaderia dañada	<b>-200</b>	<b>10,20</b>	<b>-2 040,00</b>				895	10,15	9 083,45		
12	22-ene	----	----	Ventas a la fecha			-	635	10,15	6 444,68	260	10,15	2 638,77		
13	23-ene	322-166	156-626	Compra a Proveedor A	250	9,96	2 490,00	-	-	-	510	10,06	5 128,77		
14	24-ene	125-651	656-155	Compra a Proveedor B	500	10,10	5 050,00	-	-	-	1 010	10,08	10 178,77		
15	27-ene	----	----	Ventas a la fecha			-	600	10,08	6 046,79	410	10,08	4 131,97		
16	27-ene	002-622	005-656	Compra a Proveedor A	700	10,00	7 000,00	-	-	-	1 110	10,03	11 131,97		
17	30-ene	----	----	Ventas a la fecha			-	400	10,03	4 011,52	710	10,03	7 120,45		
18	31-ene	----	----	Ventas a la fecha			-	350	10,03	3 510,08	360	10,03	3 610,37		
<b>Comprobacion</b>					<b>T-O-T-A-L-E-S</b>	3 500		33 653,00	3140		<b>31 542,63</b>	360		3 610,37	
	Iny. Inicial		1 500,00												
	(+) Compras		33 653,00												
	(-) Inv. Final		-3 610,37												
	(=) Costo de venta		<b>31 542,63</b>												
											<b>Diferencia</b>		<b>-</b>		

Fuente: elaboración propia.





## **4. DESARROLLO DE LA PROPUESTA**

### **4.1. Inventarios ABC**

Para el desarrollo de la propuesta se utiliza el método ABC para identificar los artículos con mayor rotación y tener un mejor control de las entradas y salidas de estos.

#### **4.1.1. Cálculo de la rotación de inventarios**

Para el caso de la empresa en estudio se toma como criterio de costo unitario del material juntamente con las cantidades mensuales de existencias reflejadas al final de cada periodo. Estas cantidades afectan directamente el volumen de dinero con el que se cierra el inventario mes a mes; se analiza el primer semestre del año 2019 así los clasificados con la letra A, B o C según su rotación.

#### **4.1.2. Clasificación por rotación**

Se presenta la clasificación por rotación de los insumos, materiales utilizados en el proceso de producción.

Tabla XLI. Inventario ABC

CÓDIGO	# elementos	# elementos acumulados	% ITEMS individual	% de items acumulados	Productos	Tipo de inventaio	Cantiad consumo anual	Costo unitario actual	Consumo	Consumo acumulado
1	1200	1200	5,96%	5,96%	Hojas de corte	A	1000	35	35000	35000
2	900	2100	4,47%	10,42%	Sacos	A	950	60	57000	92000
3	950	3050	4,71%	15,14%	Sacos pequeños	A	850	45	38250	130250
4	850	3900	4,22%	19,35%	Sacoas grandes	A	800	50	40000	170250
5	750	4650	3,72%	23,08%	Sacos medianos	A	480	30	14400	184650
6	630	5280	3,13%	26,20%	Caliza	A	470	30	14100	198750
7	230	5510	1,14%	27,34%	Aserrin	A	460	30	13800	212550
8	680	6190	3,37%	30,72%	Bolsas	A	450	45	20250	232800
9	236	6426	1,17%	31,89%	Molde	A	440	30	13200	246000
10	700	7126	3,47%	35,36%	Palangana pequeña	A	430	35	15050	261050
11	750	7876	3,72%	39,09%	Palangana grande	A	420	45	18900	279950
12	850	8726	4,22%	43,31%	Palangana extra grande	A	410	40	16400	296350
13	930	9656	4,62%	47,92%	Bascula	A	400	45	18000	314350
14	825	10481	4,09%	52,01%	Malla	A	390	40	15600	329950
15	450	10931	2,23%	54,25%	Cuchillas	A	380	50	19000	348950
16	890	11821	4,42%	58,67%	Aditivo A para cal	B	370	40	14800	363750
17	960	12781	4,76%	63,43%	Aditivo B para cal	B	360	40	14400	378150
18	845	13626	4,19%	67,62%	Panel	B	350	45	15750	393900
19	878	14504	4,36%	71,98%	Calibradores	B	340	40	13600	407500
20	230	14734	1,14%	73,12%	Test para roca	B	340	45	15300	422800
21	680	15414	3,37%	76,50%	Test para granito	B	320	50	16000	438800
22	236	15650	1,17%	77,67%	Medidores	B	300	35	10500	449300
23	700	16350	3,47%	81,14%	Aditivos para triturador	C	250	60	15000	464300
24	750	17100	3,72%	84,86%	Aciete	C	333	45	14985	479285
25	850	17950	4,22%	89,08%	Compustible	C	340	75	25500	504785
26	450	18400	2,23%	91,32%	Fajas	C	350	40	14000	518785
27	400	18800	1,99%	93,30%	Pernos	C	300	50	15000	533785
28	450	19250	2,23%	95,53%	Base grande	C	300	40	12000	545785
29	450	19700	2,23%	97,77%	Base mediana	C	300	30	9000	554785
30	450	20150	2,23%	100,00%	Base pequeña	C	300	30,00	9000	563785
<b>TOTAL</b>		20150							<b>563785</b>	

TIPO INV.	ITEMS	%	Q	%	% ACUM
A	15	50 %	348 950	62 %	62 %
B	7	23 %	100 350	18 %	80 %
C	8	27 %	114 485	20 %	100 %
<b>TOTAL</b>	<b>30</b>	<b>100 %</b>	<b>563 785</b>	<b>100 %</b>	

Fuente: elaboración propia.

## 4.2. Método de entrada de producto

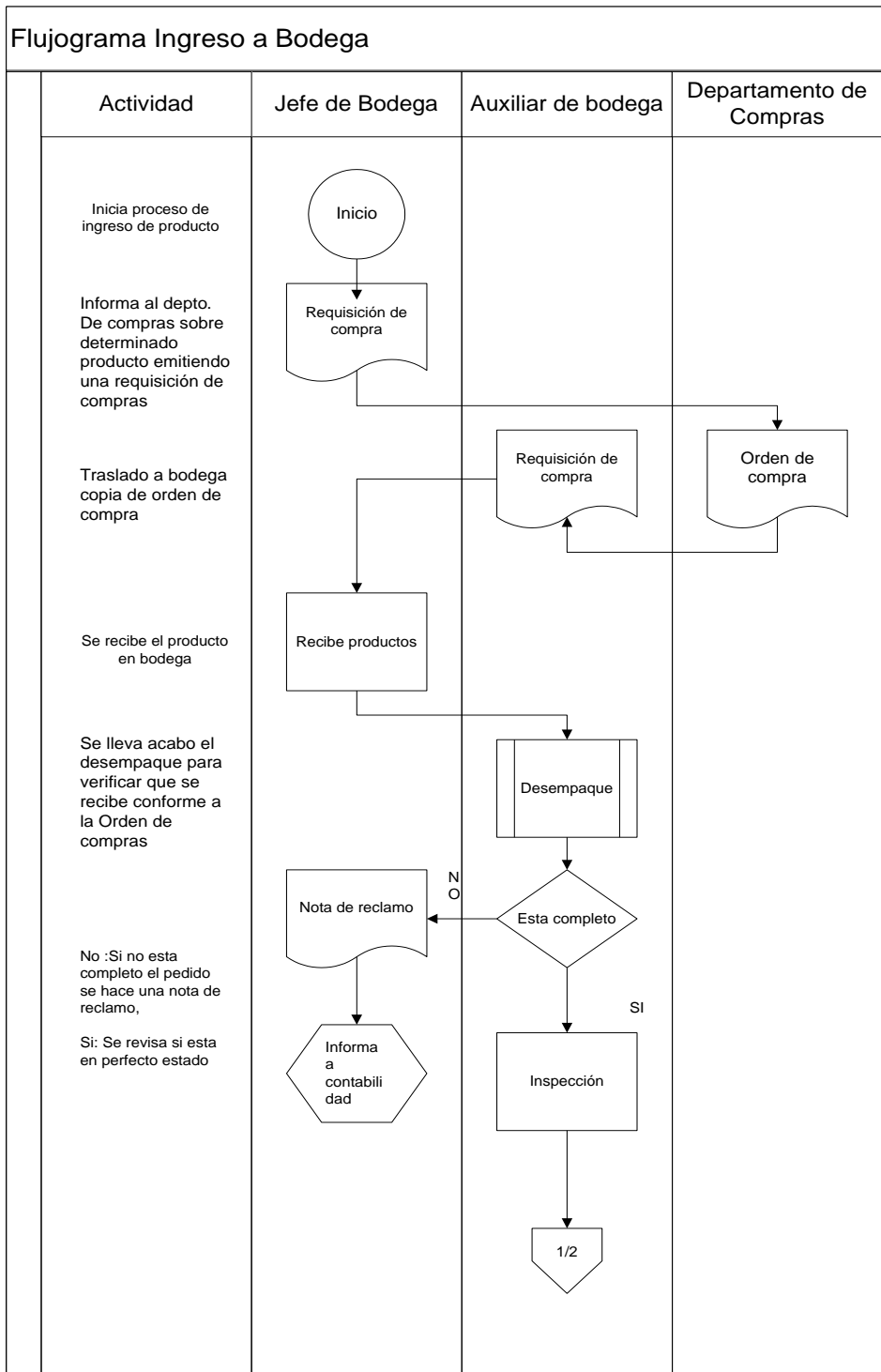
El procedimiento tiene como objetivo: detallar las actividades de ingreso de productos de bodega.

### 4.2.1. Recibo del producto

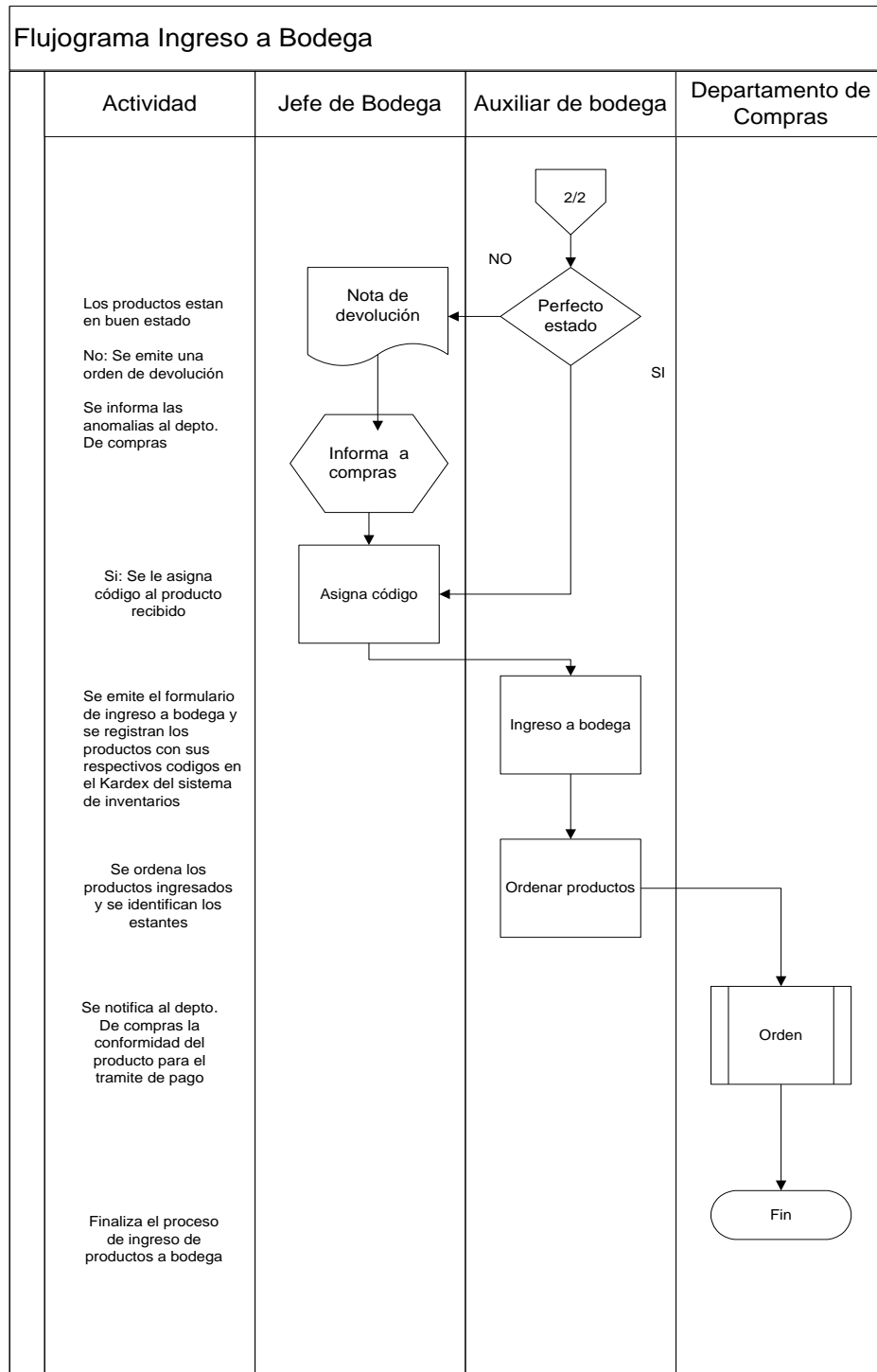
Detalle del proceso.

- El jefe de bodega informa al Departamento de compras la necesidad de un determinado producto, para ello, emite una requisición de compra.
- El Departamento de compras envía al Departamento de almacén una copia de la orden de compra enviada al proveedor con la fecha de entrega de la mercadería solicitada.
- Se recibe la mercadería y se revisa: el cumplimiento del tiempo acordado, el cumplimiento de las características indicadas y, calidad y buen estado del producto.
- Se lleva a cabo el desempaque para verificar que la mercadería se recibe conforme a lo estipulado en la orden de compra.
- Si el pedido no está completo se debe registrar el faltante y elaborar una nota de reclamo.
- Si el pedido está completo se inspecciona si se recibe en perfecto estado, esto lo debe realizar control de calidad.
- Si la mercadería no está en perfecto estado, se emite una nota de devolución y se envía de nuevo al proveedor.
- Departamento de compras.
  - Si la mercadería se recibe en perfecto estado, se le asigna código al producto recibido.
  - Se emite un formulario de Ingreso a Bodega.
  - Firma el formulario de Ingreso a Bodega.
  - Se ingresan los artículos recibidos en el Kardex del sistema de inventarios.
  - Se ordena la mercadería ingresada y se identifican los estantes para su pronta ubicación.
  - Se notifica al Departamento de compras la conformidad con el producto recibido, para que se inicie el trámite del cheque correspondiente.

Figura 22. Diagrama de ingreso a bodega



Continuación figura 22.



Fuente: elaboración propia.

#### 4.2.2. Ingreso del producto a los registros

Lograr que los inventarios se mantengan actualizados, utilizando una tarjeta para cada producto donde se registran manual o en forma computarizada los ingresos, salidas y saldos de cada uno de los artículos en existencia en el almacén.

Figura 23. Formato de ingreso a bodega

<b>Logo de la empresa</b>			
<i>INGRESO A BODEGA No.00001</i>			
<b>Nombre del Proveedor</b> _____		<b>Fecha</b> _____	
<b>Lote No.:</b> _____	<b>Factura No.</b> _____	<b>Fecha de factura</b> _____	
Cantidad	Descripción del producto	Costo Unitario	Total
Recibido por:	Comprado por:	Autorizado:	
(f) _____	(f) _____	(f) _____	

Fuente: elaboración propia.

### **4.3. Método de salida de producto**

Para evitar descuadres entre el inventario real y el del sistema, deben seguirse varios pasos al momento de querer retirar producto de la bodega. Ya que, si se toma algún producto, inmediatamente éste debe de ser descontado del sistema y así evitar problemas en el inventario.

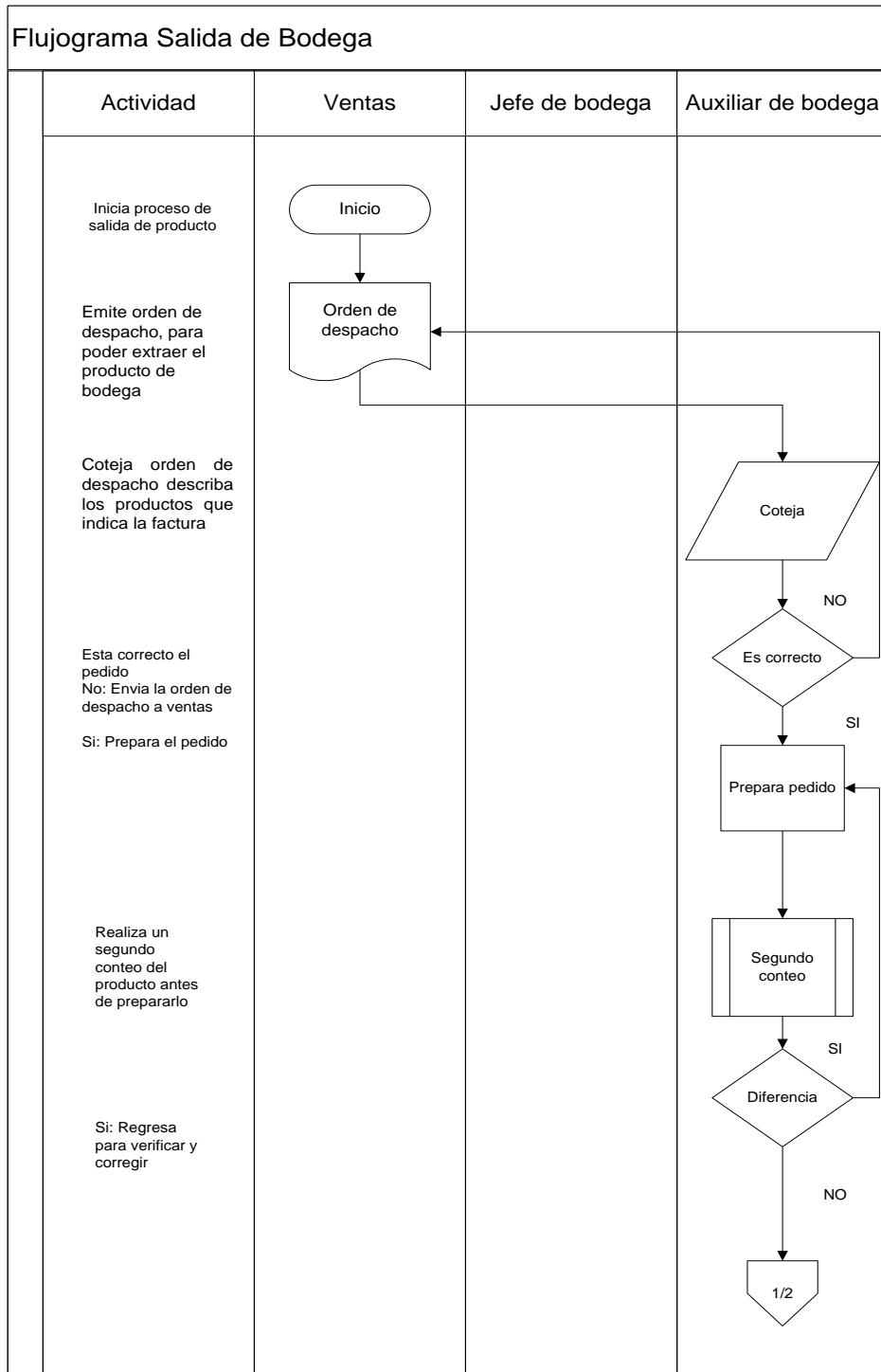
#### **4.3.1. Salida del producto de consumo interno**

El proceso de salidas de productos se llevará a cabo de la forma en que se detalla a continuación:

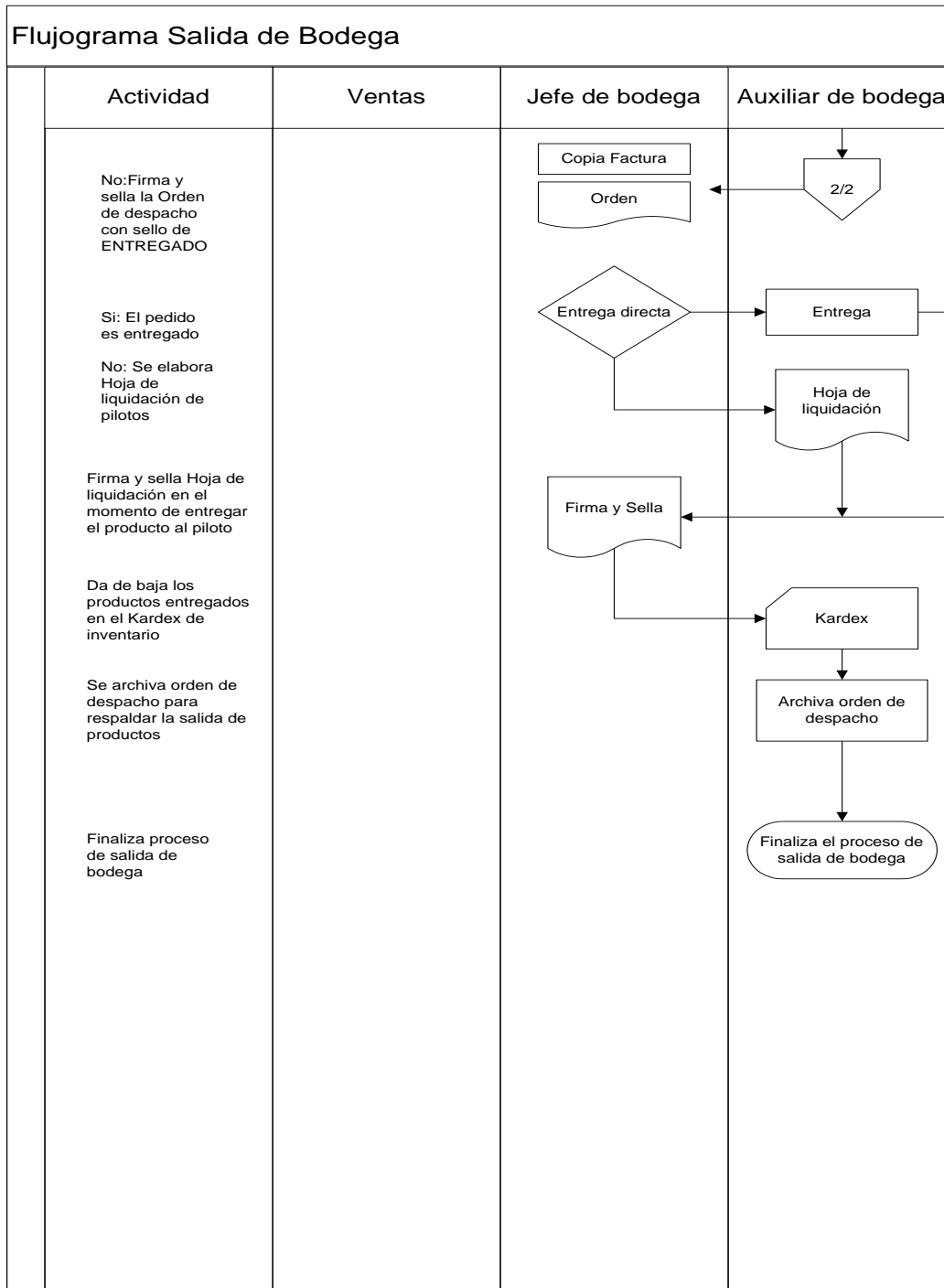
- El Departamento de ventas deberá emitir una orden de despacho para que en bodega se pueda preparar el producto.
- Cotejar que la orden de despacho describa debidamente los productos que indica la factura, tanto en cantidad como en descripción y código.
- El pedido solicitado es preparado.
- Se realiza un segundo conteo del pedido antes preparado.
- Si el pedido está incorrecto se regresa a la persona que lo ha preparado para verificación y corrección.
- Si el pedido está correcto y es entrega directa al cliente, se entrega, sellando los documentos de Orden de despacho y copia de factura con las palabras PRODUCTO ENTREGADO.
- Si los pilotos distribuyen la mercadería a los clientes, se elabora una hoja de liquidación de pilotos donde se describen los pedidos entregados.
- Firma y sella el pedido al momento de entregarlo al piloto.
- Se dan de baja en el Kardex de inventarios los productos entregados utilizando como soporte el número de orden de despacho respectivo.
- La orden de despacho es archivada para respaldar las salidas de bodega.



Figura 24. Diagrama de salida de bodega



Continuación figura 24.



Fuente: elaboración propia.

#### **4.4. Método de toma de inventario**

Se describe el método para la toma de inventarios para la empresa en estudio.

##### **4.4.1. Planificación de toma de inventario**

Como todas las empresas deben llevar un control de sus inventarios, ya sea en libros o en algún sistema de cómputo que maneje los inventarios. Por lo que se debe de llevar un control de las existencias de los productos en el sistema que maneja la empresa.

Así que, para observar la cantidad de producto que se encuentran en el sistema se puede usar la siguiente tabla, que es casi igual a la tabla de existencias físicas.

Tabla XLII. **Existencia de productos en el sistema**

<i>EXISTENCIA EN EL SISTEMA No.00001</i>			
FECHA _____			
ÁREA	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	EXISTENCIA EN EL SISTEMA
Recibido por:	Comprado por:	Autorizado:	
(f) _____	(f) _____	(f) _____	

Fuente: elaboración propia.

#### 4.4.2. Cronograma de actividades

Se presenta el cronograma de actividades para la toma de inventarios.

Tabla XLIII. Cronograma de actividades para toma de inventarios

Actividad	Diaria	Semanal	Mensual	Trimestral	Semestral
Verificación de entradas y salidas	X	X	X	X	X
Registro de compras	X	X	X	X	X
Verificación de espacios		X	X	X	X
Elaboración de reportes de movimientos	X	X	X	X	X
Reporte de devoluciones	X	X	X	X	X
Solicitud de pedidos			X	X	X

Fuente: elaboración propia.

#### 4.4.3. Toma física de inventario

Verificación de existencias físicas es el conteo de lo que se encuentra físicamente dentro del inventario. La empresa realiza un inventario físico dos

veces al año en todas las áreas, por lo que ahora se deberá incluir el área de la bodega. Para realizar el conteo físico de productos se debe utilizar lo siguiente:

#### **4.4.4. Ingreso de inventario a registros**

Todos los movimientos de entradas y salidas se deben anotar en los registros correspondientes para llevar un control de los movimientos de los inventarios y prevenir faltantes al momento de las auditorias.

#### **4.5. Método de almacén de mercadería**

Se describe el almacenamiento de mercadería en la bodega.

##### **4.5.1. Almacenamiento según método ABC**

Con base en la clasificación ABC, se deben identificar y codificar cada artículo en bodega colocando los objetos de mayor peso en las secciones de las estanterías de abajo, seguidamente un peso modera en las secciones de en medio.

##### **4.5.2. Distribución en bodega**

Se presenta la distribución en bodega de la empresa en estudio.

Figura 25. **Estantería**



Fuente: Empresa Caleras del Sur.

## **5. SEGUIMIENTO O MEJORA**

### **5.1. Evaluación de rotación de inventarios**

La rotación de inventarios es el indicador para saber el número de veces en que el inventario es realizado en un periodo determinado. Permite identificar cuantas veces el inventario se convierte en dinero o en cuentas por cobrar (se ha vendido).

La rotación de inventarios se determina dividiendo el costo de las mercancías vendidas en el periodo entre el promedio de inventarios durante el periodo. (Coste mercancías vendidas/Promedio inventarios) = N veces.

#### **5.1.1. Parámetros de evaluación**

Para realizar una evaluación de las razones de actividad se debe tener el estado de pérdidas y ganancias y el balance general para evaluar el indicar que se define como.

Rotación de inventario = costo de ventas/inventarios



## 5.2. Comparación de costos actuales con los propuestos

Se presenta el análisis de flujo de caja, con su periodo de recuperación.

Tabla XLIV. Flujo de caja

PERIODO DE RECUPERACIÓN - FLUJO DE CAJA PROYECTADO						
	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
Saldo Inicial	11 000,00	11 958,17	12 216,34	17 374,51	18 332,68	24 190,85
<b>(+) Ingresos</b>						
Ventas al contado	18 000,00	17 000,00	24 000,00	18 000,00	25 000,00	24 000,00
Cobros de ventas al crédito	-	-	-	-	-	-
Aportes adicionales de socios	-	-	-	-	-	-
<b>TOTAL DE INGRESOS</b>	18 000,00	17 000,00	24 000,00	18 000,00	25 000,00	24 000,00
<b>TOTAL DISPONIBLE</b>	<b>29 000,00</b>	<b>28 958,17</b>	<b>36 216,34</b>	<b>35 374,51</b>	<b>43 332,68</b>	<b>48 190,85</b>
<b>(-) Egresos</b>						
Costos Fijos	4 489,85	4 489,85	4 489,85	4 489,85	4 489,85	4 489,85
Costos Variables	5 400,00	5 100,00	7 200,00	5 400,00	7 500,00	7 200,00
Impuestos	-	-	-	-	-	-
Amortización de préstamos bancarios	2 485,31	2 514,31	2 543,64	2 573,32	2 603,34	2 633,71
Intereses	4 666,67	4 637,67	4 608,34	4 578,66	4 548,64	4 518,27
Otros egresos	-	-	-	-	-	-
<b>TOTAL DE EGRESOS</b>	17 041,83	16 741,83	18 841,83	17 041,83	19 141,83	18 841,83
<b>SALDO FINAL</b>	<b>11 958,17</b>	<b>12 216,34</b>	<b>17 374,51</b>	<b>18 332,68</b>	<b>24 190,85</b>	<b>29 349,02</b>

PERIODO DE RECUPERACIÓN - FLUJO DE CAJA PROYECTADO						
	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
Saldo Inicial	29 349,02	34 507,18	45 965,35	51 123,52	61 181,69	68 439,86
<b>(+) Ingresos</b>						
Ventas al contado	24 000,00	33 000,00	24 000,00	31 000,00	27 000,00	32 000,00
Cobros de ventas al crédito	-	-	-	-	-	-
Aportes adicionales de socios	-	-	-	-	-	-
<b>TOTAL DE INGRESOS</b>	24 000,00	33 000,00	24 000,00	31 000,00	27 000,00	32 000,00
<b>TOTAL DISPONIBLE</b>	<b>53 349,02</b>	<b>67 507,18</b>	<b>69 965,35</b>	<b>82 123,52</b>	<b>88 181,69</b>	<b>100 439,86</b>
<b>(-) Egresos</b>						
Costos Fijos	4 489,85	4 489,85	4 489,85	4 489,85	4 489,85	4 489,85
Costos Variables	7 200,00	9 900,00	7 200,00	9 300,00	8 100,00	9 600,00
Impuestos	-	-	-	-	-	-
Amortización de préstamos bancarios	2 664,44	2 695,53	2 726,97	2 758,79	2 790,97	2 823,53
Intereses	4 487,54	4 456,46	4 425,01	4 393,19	4 361,01	4 328,45
Otros egresos	-	-	-	-	-	-
<b>TOTAL DE EGRESOS</b>	18 841,83	21 541,83	18 841,83	20 941,83	19 741,83	21 241,83
<b>SALDO FINAL</b>	<b>34 507,18</b>	<b>45 965,35</b>	<b>51 123,52</b>	<b>61 181,69</b>	<b>68 439,86</b>	<b>79 198,03</b>

Fuente: Empresa Caleras del Sur.

### **5.3. Revisión y actualización**

Se describen las acciones para la revisión y actualización de los inventarios.

#### **5.3.1. Actualizar los inventarios**

Todos los inventarios deben actualizarse diariamente debido que cada día existen movimientos de entradas y salidas por lo cual, no debe haber faltantes para los procesos de auditoría.

#### **5.3.2. Capacitación del personal**

Capacitar es dar una preparación teórica al personal para que cuente con los conocimientos adecuados del puesto y lo desempeñe con eficiencia.

Tabla XLV. **Curso de técnica de administración eficiente de bodega**

Técnica de administración eficiente de bodega	
Objetivos	Al finalizar la capacitación los participantes están en condiciones de: emplear técnicas y herramientas diseñadas para la eficiente administración y control de inventario.
Número de horas	50 horas Cronológicas (60 min.)
Temario/ plan de estudio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Módulo I / Concepto básico de bodega e inventarios.</li> <li>• Módulo II / Modelo de control de inventarios.</li> <li>• Módulo III / Control de inventarios y aplicar técnicas para reducir perdidas.</li> </ul>
Metodología	El facilitador, utilizando medios didácticos digitalizados y de acuerdo con la modalidad formativa presencial, desarrolla el proceso de aprendizaje de los participantes en forma personalizada, desarrollando los contenidos del curso de manera interactiva, generando diálogos con los participantes, planteando ejemplos y casos de estudio empleando fuentes de información que permitan desarrollar y potenciar el proceso de adquisición de las habilidades y conocimientos definidos para el curso y sus redes de contenidos vinculados con la

Continuación tabla XLV.

	<p>utilización de técnicas y herramientas modernas que posibiliten la eficiente administración y control de inventario en un contexto de seguridad personal y cuidado del medio ambiente.</p> <p>En la ejecución de las actividades prácticas, el facilitador entrega herramientas y técnicas efectivas para realizar operaciones logísticas y explica los procedimientos operativos y administrativos mediante demostraciones didácticas. Asesora y entrega orientaciones a los participantes para que realicen el análisis de casos de estudio de empresas con experiencias exitosas en el gestionamiento logístico utilizando las guías de aprendizaje como material didáctico de apoyo, realizando sus experiencias desde una menor a una mayor complejidad, por lo cual al término de la unidad los participantes estarán en condiciones de:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Emplear los fundamentos y la terminología aplicada en los procesos de administración de bodega.</li><li>2. Interactuar con el relator para dar respuesta a consultas efectuadas en el marco de la actividad de capacitación.</li><li>3. Efectuar experiencias prácticas utilizando técnicas y herramientas diseñadas para la eficiente administración y control de inventario.</li><li>4. Actuar de acuerdo con normas y procedimientos establecidos para el sector logístico.</li></ol>
--	---

Continuación tabla XLV.

	<p>4. Actuar de acuerdo con normas y procedimientos establecidos para el sector logístico.</p> <p>5. Participar en juegos de roles asignados por el facilitador en guías de aprendizaje simulando problemáticas reales de empresas.</p> <p>6. Resolver casos.</p>
--	---

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLVI. **Descripción de los módulos de capacitación**

<p>Módulo I / Concepto básico de bodega e inventarios</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar y explicar los conceptos básicos de bodegas e inventarios.</li> <li>• Conceptos básicos de inventario.</li> <li>• <i>Stock</i>.</li> <li>• <i>stock</i> de seguridad.</li> <li>• <i>SKU (Stock Keeping Unit)</i>.</li> <li>• Punto de pedido.</li> <li>• Rotación de inventarios</li> <li>• <i>Picking</i> y preparación de pedidos.</li> <li>• Costo de inventario.</li> <li>• PEPS (primero en entrar, primero en salir).</li> <li>• UEPS (último en entrar, primero en salir).</li> <li>• PMP (Precio Promedio Ponderado).</li> <li>• Codificación de artículos.</li> </ul>
<p>Módulo II / Modelo de control de inventarios</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelo determinístico.</li> <li>• Cálculo costo de inventario.</li> <li>• Tamaño de lote económico.</li> <li>• Modelo ABC.</li> </ul>

Continuación tabla XLVI.

Módulo III / Control de inventarios y aplicar técnicas para reducir pérdidas	<ul style="list-style-type: none"><li>• Control de inventarios.</li><li>• Toma de inventarios.</li><li>• Mermas y pérdidas.</li><li>• Procedimientos y técnicas para la reducción de pérdidas y mermas.</li></ul>
--	---

Fuente: elaboración propia.

#### **5.4. Ventajas y beneficios**

Es importante que la gerencia operativa de la empresa se asegure de que se establezcan procedimientos apropiados mediante el involucramiento del personal en las áreas críticas de la operación, esto ayudará a asegurar que lo que está escrito realmente corresponde a lo que se está haciendo dentro de la operación.

#### **5.5. Acciones correctivas**

Se necesitan variables de control, con indicadores que midan en el ingreso a bodega:

- Cantidad de mercadería ingresada a bodega
- Tiempo utilizado para el ingresar la mercadería
- Porcentaje de mercadería no ingresada a bodega
- Porcentaje de mercadería rechazada

De igual manera se necesitan indicadores que midan la salida de mercadería de bodega:

- Cantidad de mercadería despachada de bodega
- Tiempo utilizado para despachar la mercadería

Al tener unas variables de control la empresa contará con:

- Manejo fluido y eficiente de las operaciones.
- Llevar un control específico de las operaciones de la empresa.
- Mejorar estabilidad en las cargas de trabajo.
- Llevar un control de la economía de producción.
- La empresa puede satisfacer las demandas de sus clientes con mayor rapidez.

## CONCLUSIONES

1. La empresa no tenía políticas definidas, ni procesos exactos para el control de inventarios, pedidos, recepción y distribución de los productos, los conteos eran empíricos y no había un sistema para la administración ordenada de la bodega y los productos almacenados en ella. Se diseñaron procesos sencillos y eficientes, se logró poner en marcha el programa requisiciones para administrar la bodega de mejor forma y se propuso la adquisición del equipo necesario para llevar las tareas diarias de forma adecuada.
2. En la empresa el inventario para la venta no se encuentra codificado y siendo este un procedimiento de suma importancia para el manejo de estos se debe implementar el código de barras para identificar los anaqueles y productos, con lo que se reducen errores en la captura de datos, aumenta la velocidad en el cálculo, la veracidad de los datos e incrementa la eficiencia de operación puesto que es una herramienta sencilla de aplicar para mejorar la administración de los inventarios.
3. Por el tipo de productos y las características de la empresa, se definió para el control de los inventarios, usar el sistema ABC, con el cual se clasificaron los productos por su participación en el costo total del inventario, para luego distribuirlos en la bodega de acuerdo con su rotación.



4. Los formatos de entrega y salida de bodega se modificaron para tener un mejor control y con el uso de la codificación de cada producto se cuenta con un orden en el sistema y facilita la toma de inventarios físicos.
  
5. Se realizó un inventario inicial para saber exactamente qué había en bodega, usando las herramientas de control de inventarios, se calculó el nivel de seguridad, el nivel de reorden, máximo de existencias, el consumo teórico y el pedido óptimo; con los cuales se sabe cuánto y cuándo ordenar para satisfacer la demanda, las cantidades máximas, mínimas y óptimas de producto en bodega, el tiempo en que se consumirán las existencias sin llegar al desabastecimiento, pero tampoco a sobre dimensionamiento de la bodega.

## RECOMENDACIONES

1. Es necesario dar mayor importancia a las operaciones relacionadas con los inventarios implementando un control computarizado de Kardex que permita llevar cuenta de cada uno de los artículos que integran el inventario con sus diferentes características y llevar a cabo el levantamiento de inventario físico por lo menos una vez al año.
2. Se debe realizar un levantamiento de inventario físico más frecuente para comparar los inventarios con las existencias en libros para conocer los faltantes y productos dañados.
3. Es importante continuar analizando la categorización de productos para mejorar los pronósticos de consumo y la administración de inventarios, de acuerdo con el análisis de cambios en la demanda.
4. A medida que crece la empresa aumentan las necesidades de administración y control de inventarios. Para ello, se recomienda buscar una plataforma tecnológica para llevar al día la gestión de la cadena de suministro. Microsoft Dynamics ERP es una buena alternativa.
5. Se debe establecer un programa de capacitación a los empleados que actualmente laboran en la empresa para que, al implementar el nuevo sistema de manejo de inventarios, lo apliquen efectivamente.



## BIBLIOGRAFÍA

1. ARRIAZA, Flor de María. *Administración y control de inventarios para una planta productora de alimentos*. Tesis de Ing. Industrial Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. 2000. 129 p.
2. BUFFA, Elwood Spencer, DYER, James S. *Ciencias de la administración e investigación de operaciones: formulación de modelos y métodos de solución*. México: Limusa.1983. 650 p.
3. CEPEDA, Gustavo. *Auditoría y Control Interno*. Colombia: McGraw-Hill Interamericana, S.A. 1997. 234 p.
4. CHIAVENATO, Idalberto. *Iniciación a la administración de ventas*. México: McGraw-Hill.1993. 653 p.
5. CÁRDENAS, Raúl. *Introducción a la investigación de operaciones y su aplicación en la toma de decisiones gerenciales*. 3a ed. Guatemala: Mayte, 2006. 145 p.
6. HILLER, Frederick S. *Introducción a la Investigación de Operaciones*. México: McGraw-Hill.1989. 640 p.
7. NIEBEL, Benjamín W.; FREIVALDS, Adris. *Ingeniería Industrial, Métodos, estándares y diseño del trabajo*. 11a ed. México: Alfaomega Grupo Editor, 2004, 745 p.

8. ORTIZ DE LA CRUZ, Raymundo. *Correlación de los inventarios de materia prima con el volumen de producción, ventas y utilidades en la industria de baterías*. Tesis de Ing. Industrial, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería.1992.130 p.

## ANEXOS

### Anexo 1. Calificación por nivelación sistema Westinghouse

#### Destreza o habilidad

+0,15	A1	Extrema
+0,13	A2	Extrema
+0,11	B1	Excelente
+0,08	B2	Excelente
+0,06	C1	Buena
+0,03	C2	Buena
0,00	D	Regular
-0,05	E1	Aceptable
-0,10	E2	Aceptable
-0,16	F1	Deficiente
-0,22	F2	Deficiente

#### Esfuerzo o desempeño

+0,13	A1	Excesivo
+0,12	A2	Excesivo
+0,10	B1	Excelente
+0,08	B2	Excelente
+0,05	C1	Buena
+0,02	C2	Buena
0,00	D	Regular
-0,04	E1	Aceptable
-0,08	E2	Aceptable
-0,12	F1	Deficiente
-0,17	F2	Deficiente

#### Consistencia

+0,04	A	Extrema
+0,03	B	Extrema
+0,01	C	Excelente
0,00	D	Excelente
-0,02	E	Aceptable
-0,04	F	Deficiente

#### Condiciones

+0,06	A	Ideales
+0,04	B	Excelente
+0,02	C	Buenas
0,00	D	Regulares
-0,03	E	Aceptable
-0,07	F	Deficiente

Fuente: GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Medición del trabajo*. p. 33.

Anexo2. **Tabla Westinghouse**

Cuando el tiempo por pieza o ciclos: (horas)	Número mínimo de ciclos a estudiar		
	Actividades más de 10 000 por año	1 000 a 10 000	Menos 1 000
1,000	5	3	2
0,800	6	3	2
0,500	8	4	3
0,300	10	5	4
0,200	12	6	5
0,120	15	8	6
0,080	20	10	8
0,050	25	12	10
0,035	30	15	12
0,020	40	20	15
0,012	50	25	20
0,008	60	30	25
0,005	80	40	30
0,003	100	50	40
0,002	120	50	50
Menos de 0,002 horas	120	80	60

Fuente: GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Medición del trabajo*. p. 32.