

**PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LA
PLANTA TRILLADORA DE LA COOPERATIVA DEPARTAMENTAL
CAFETERA DE CUNDINAMARCA (COODECAFEC)**

ANDRÉS LARRARTE ARENAS



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
BOGOTÁ D.C
MAYO 08 DE 2009**

TABLA DE CONTENIDO

1.	Introducción.....	11
2.	Presentación De La Empresa.....	12
2.1	Misión Y Objetivo.....	12
2.2	Principios De La Empresa	12
2.3	Valores Corporativos	12
2.4	Actividad Coodecafec.....	13
2.5	Organigrama	13
3.	Objetivo General.....	14
4.	Objetivos Específicos	14
5.	Situación Actual.....	15
5.1	Análisis Detallado Área De Producción	16
5.2	Oportunidades De Mejora.....	17
5.2.1	Organización Administrativa De La Producción	17
5.2.2	Planeación Y Control De La Producción	17
5.2.3	Almacenamiento De Materiales	17
5.2.4	Manejo De Materiales.....	17
5.2.5	Control De Inventarios.....	17
5.2.6	Proveedores	18
5.2.7	Control De Calidad	18
5.2.8	Métodos De Producción.....	18
5.2.9	Localización De La Planta	18
5.2.10	Distribución De La Planta	18
5.2.11	Seguridad Industrial.....	19
5.2.12	Ergonomía	19
5.2.13	Mantenimiento	19
5.2.14	Tratamiento De Desechos	19
5.2.15	Sistemas De Producción.....	19
5.3	Resumen Situación Actual.....	19
5.4	Formulación.....	20
6	Justificación.....	21
6.1	Justificación Académica	21
6.1.1	Desglose De Cada Principio	23
6.1.2	Planeación Y Control De La Producción	23
6.1.3	Control De Inventarios.....	24
6.1.4	Control De Calidad	24

6.2	Justificación Económica	24
6.2.1	Certificación Basc.....	24
6.2.2	Certificación Iso 9001	25
6.2.3	Planeación Y Control De La Producción	25
6.2.4	Control De Inventarios	26
6.3	Conclusión Final.....	26
7.	Propuesta Modelo Estadístico De Pronóstico	27
7.1	Periodos De Proyección	29
7.2	Pronósticos De La Demanda Año 2009.....	30
7.2.1	Promedio Media Móvil Simple.....	31
7.2.2	Suavización Exponencial	33
7.2.3	Regresión Lineal.....	34
7.2.3	Medición Y Análisis Del Error Para El Año 2009.....	36
7.3	Pronóstico De La Demanda Para El Año 2010.....	40
7.3.1	Promedio Media Móvil Simple.....	40
7.3.2	Suavización Exponencial	41
7.3.3	Regresión Lineal.....	42
7.3.4	Medición Y Análisis Del Error Para El Año 2010	43
7.4	Proyecciones Anualizadas Y Mensuales Para Los Años 2010-2011-2012-2013	44
7.5	Factores Controlables Y No Controlables Que Afectan La Demanda	45
8.	Sistemas De Inventario.....	50
8.1	Análisis Gerencial De La Materia Prima	52
8.2	Modelos De Inventario Para La Materia Prima	54
8.3	Modelos De Cantidad Fija De Orden Para La Materia Prima (Eoq Y Modelo Q)..	55
8.3.1	Cálculo Del Modelo De Cantidad Fija De Orden	56
8.3.2	Cálculo Del Modelo De Cantidad Fija De Orden Para El 2009.....	57
8.3.3	Cálculo Del Modelo De Cantidad Fija De Orden Para El Año 2010	62
8.3.4	Cálculo Del Modelo De Cantidad Fija De Orden Para El Año 2011	66
8.3.5	Cálculo Del Modelo De Cantidad Fija De Orden Para El Año 2012	70
8.3.6	Cálculo Del Modelo De Cantidad Fija De Orden Para El Año 2013	74
8.3.7	Resumen Cálculos Del Modelo De Cantidad Fija De Orden	78
8.4	Modelo De Cantidad Variable Y De Periodos Fijos De Tiempo (Modelo P).....	79
8.4.1	Cálculo Del Modelo P Para El Año 2009	81
8.4.2	Cálculo Del Modelo P Para El Año 2010	84
8.4.3	Cálculo Del Modelo P Para El Año 2011	86
8.4.4	Cálculo Del Modelo P Para El Año 2012	88

8.4.5	Cálculo Del Modelo P Para El Año 2013	91
8.4.6	Resumen Cálculos Del Modelo P	93
8.5	Diferencia De Costos En Los Modelos De Inventario	93
8.6	Análisis Gerencial Del Producto Terminado.....	94
9.	Documentación	97
9.1	Documentación Del Proceso De Trilla De Café Pergamino	97
9.1.1	Ficha Del Proceso De Trilla De Café Pergamino.....	97
9.1.2	Cursograma Analítico Del Proceso De Trilla De Café Pergamino	99
9.1.3	Diagrama De Recorrido Del Proceso De Trilla De Café Pergamino	100
9.2	Procedimiento De Documentación Para La Planeación Y Control De La Producción De Trilla	101
9.2.1	Registro De Resultados De Reunión De Equipo	103
9.2.2	Planilla Para El Control Diario De La Producción Para Codecafec.....	104
9.2.3	Planilla Para El Control De La Producción Real Frente A La Planeada..	105
9.3	Procedimiento De Documentación Del Mantenimiento De Las Máquinas	106
9.3.1	Registro De Mantenimiento De Las Máquinas	108
9.3.2	Registro De Reporte De Maquinaria Fuera De Servicio	108
9.4	Procedimiento De Documentación Para El Control De Inventario.	109
9.4.1	Registro De Evaluación Y Clasificación De Los Proveedores	113
9.4.2	Registro De Kardex Para Control De Existencia De Inventario	114
10.	Impacto Del Trabajo	115
11.	Análisis Financiero.....	117
12.	Conclusiones	123
13.	Bibliografía	125
14.	Anexos	127

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-Resultados diagnóstico empresarial	15
Tabla 2-Resultados diagnóstico área de producción	16
Tabla 3-Principios básicos críticos	20
Tabla 4-Criterios escogidos con respectiva ponderación	21
Tabla 5-Escala de calificación.....	22
Tabla 6-Matriz de priorización con principios calificados	22
Tabla 7-Matriz de priorización resultante	23
Tabla 8-Pronóstico de producción.....	26
Tabla 9-Error pronóstico en porcentaje	26
Tabla 10-Datos Históricos	30
Tabla 11-Pronóstico 2009 Media Móvil Simple.....	32
Tabla 12-Pronóstico 2009 Suavización Exponencial	34
Tabla 13-Cálculo del Error Pronóstico 2009.....	37
Tabla 14-Datos Históricos Mensuales.....	37
Tabla 15-Indicadores Históricos Mensuales.....	38
Tabla 16-Datos de trilla año 2009	39
Tabla 17-Proyección Trilla Año 2009.....	39
Tabla 18-Pronóstico Año 2010 Media Móvil Simple.....	40
Tabla 19-Pronóstico Año 2010 Suavización Exponencial.....	41
Tabla 20-Regresión Lineal Año 2010	42
Tabla 21-Cálculo Error de Pronóstico Año 2010	43
Tabla 22-Pronóstico Trilla Años 2009-2013	44
Tabla 23-Ponderación Mensual Histórica	45
Tabla 24-Pronóstico Mensual Años 2009-2013	45
Tabla 25-Exportaciones Clientes Febrero 2008.....	46
Tabla 26-Trilladoras Cundinamarca.....	47
Tabla 27-Manual de Políticas para Materia Prima.....	53
Tabla 28-Diferencias Modelos de Inventarios	54
Tabla 29-Incremento Costo de Energía	63
Tabla 30-Resumen Cálculos Modelo Q.....	78
Tabla 31-Resumen Cálculos Modelo P	93
Tabla 32-Costos Totales Modelos de Inventario	94
Tabla 33-Manual de Políticas para el Producto Terminado	96
Tabla 34-Registros documentación de la planeación de producción.....	103
Tabla 35-Relación de registros documentación del mantenimiento.....	108
Tabla 36-Relación de registros documentación del control de inventario	112
Tabla 37-Impacto Cualitativo del trabajo.....	115
Tabla 38-Costos Mano de Obra Año 2009	117
Tabla 39-Datos Años 2010-2013.....	117
Tabla 40-Costos totales Mano de Obra.....	118
Tabla 41-Costos Capacitación Año 2009.....	118
Tabla 42-Datos Costos de Capacitación.....	118
Tabla 43-Costos Totales de Capacitación	119
Tabla 44-Costos Totales.....	119

Tabla 45-Precio Materia Prima y Producto Terminado para el Año 2009	119
Tabla 46-Margen de contribución Año 2009.....	119
Tabla 47-Escenarios Análisis Financiero	120
Tabla 48-Beneficio Escenario Optimista	121
Tabla 49-Beneficio Escenario Realista.....	121
Tabla 50-Beneficio Escenario Pesimista.....	121
Tabla 51-VPN y TIR Escenario Optimista.....	121
Tabla 52-VPN y TIR Escenario Realista	122
Tabla 53-VPN y TIR Escenario Pesimista	122
Tabla 54- Datos históricos mensuales.....	127
Tabla 55-Costo promedio del kilo de pergamino	132
Tabla 56-Ponderaciones históricas del precio del pergamino	132
Tabla 57-Proyección precio de pergamino Año 2009	133
Tabla 58-Precios del kilo de Pergamino Años 2009-2013	133

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1-Datos Históricos.....	30
Gráfica 2-Pronóstico 2009.....	32
Gráfica 3-Pronóstico 2009.....	34
Gráfica 4-Pronóstico 2009.....	36
Gráfica 5-Indicadores Históricos.....	38
Gráfica 6-Pronóstico Año 2010 Media Móvil Simple.....	40
Gráfica 7-Pronóstico Año 2010 Suavización Exponencial.....	41
Gráfica 8-Pronóstico Año 2010 Regresión Lineal.....	42
Gráfica 9-Servicio de Trilla 2003-2013.....	44
Gráfica 10-Exportaciones Anuales.....	48
Gráfica 11-ABC por Volumen de Inventario.....	95
Gráfica 12- Demanda histórica Enero.....	127
Gráfica 13- Demanda histórica Febrero.....	128
Gráfica 14-Demanda historica Marzo.....	128
Gráfica 15-Demanda Historica Abril.....	129
Gráfica 16-Demanda Historica Mayo.....	129
Gráfica 17- Demanda histórica Junio.....	129
Gráfica 18-Demanda histórica Julio.....	130
Gráfica 19-Demanda histórica Agosto.....	130
Gráfica 20-Demanda Histórica Septiembre.....	130
Gráfica 21-Demanda histórica Octubre.....	131
Gráfica 22-Demanda histórica Noviembre.....	131
Gráfica 23-Demanda histórica Diciembre.....	131
Gráfica 24-Costos del kilo de pergamino.....	133

ÍNDICE DE DIAGRAMAS

Diagrama 1-Cursograma Analítico del Proceso de Trilla	99
Diagrama 2-Diagrama de Recorrido del Proceso de Trilla.....	100
Diagrama 3-Procedimiento Reuniones Quincenales	135
Diagrama 4-Diligenciamiento planilla control diario de producción	136
Diagrama 5-Planilla control de la producción real frente la planeada	137
Diagrama 6-Registro de mantenimiento.....	138
Diagrama 7-Reporte Maquinaria fuera de servicio	139
Diagrama 8-Inspección al silo de almacenamiento del pergamino.....	140
Diagrama 9-Inspección a la materia prima	141
Diagrama 10-Diligenciamiento del Kardex.....	142
Diagrama 11-Inspección silo del producto terminado	143

ÍNDICE DE FORMATOS

Formato 1-Resultados reunión equipo de producción	103
Formato 2-Control diario de producción	104
Formato 3-Control Mensual de Producción real frente a la planeada	105
Formato 4-Registro mantenimiento de maquinaria	108
Formato 5-Registro de maquinaria fuera de servicio	108
Formato 6-Planilla de evaluación de los proveedores	113
Formato 7-Kardex	114

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A: Estudio estacionalidad de la demanda.....	127
Anexo B: Cálculo del precio del kilo de pergamino	132
Anexo C: Procedimiento Reuniones Quincenales.....	135
Anexo D: Diagrama de flujo del diligenciamiento de la planilla del control diario de producción	136
Anexo E: Diagrama Planilla de Control de producción real v.s planeada	137
Anexo F: Diagrama de flujo del diligenciamiento del registro de mantenimiento	138
Anexo G: Diagrama de diligenciamiento del reporte de maquinaria fuera de servicio	139
Anexo H: Flujo de la inspección al silo de la materia prima.....	140
Anexo I: Diagrama de flujo de la inspección a la materia prima	141
Anexo J: Diagrama de flujo del diligenciamiento del Kardex.....	142
Anexo K: Diagrama de la inspección al silo del producto terminado.....	143
Anexo L: Entrevistas Realizadas.....	144

1. INTRODUCCIÓN

Colombia no solo es reconocida en todo el mundo por la calidad de su café (actualmente ocupa el primer puesto a nivel mundial en la categoría de cafés suaves¹), sino también es reconocida por ser uno de los países de mayor volumen de exportación de café a nivel mundial.

Lamentablemente Colombia no es el único país que exporta grandes volúmenes de café, hoy en día el primer puesto es ocupado por Brasil seguido por Colombia y Vietnam². Esto refleja que el mercado cafetero no es un monopolio lo que obliga a todas las personas y empresas que trabajan en este sector a buscar la excelencia con el fin de alcanzar el primer lugar no solo en cantidad sino en calidad. La calidad, quizás es el factor más importante para los países consumidores, puesto que ha sido costumbre en el mercado mundial la elaboración de mezclas de café para satisfacer el consumo local de cada país importador, y es por esto, que Colombia por haber sido desde un principio distinguido por su alta calidad, de manera permanente busca alternativas para el mejoramiento de la calidad para incrementar año a año sus niveles de exportación. Actualmente las autoridades cafeteras han elaborado un Plan Estratégico para que en el año 2012 alcancemos una cifra total de 17 millones de sacos³.

Esta búsqueda constante hacia la excelencia, a la que tratan de llegar los caficultores y las empresas dedicadas a trabajar con el café tales como: exportadoras, recolectoras, tostadoras, trilladoras y comercializadoras entre otras, es la razón de ser de este trabajo de grado en lo que compete al proceso de transformación del café para ser destinado a la exportación.

La cooperativa departamental cafetera de Cundinamarca –Coodecafec- empresa donde se desarrolla el trabajo, se dedica a la trilla de café pergamino para producir excelso tipo exportación. Para obtener un mayor valor agregado se deben redefinir los procesos de producción encaminados no solo a la optimización de la producción sino también al mejoramiento continuo de la calidad del producto final, sin importar la variabilidad de la calidad de la materia prima adquirida. Las directivas de Coodecafec se han trazado una labor permanente en búsqueda de posicionarse como planta transformadora de mayor excelencia tanto para la Federación Nacional de Cafeteros como su principal cliente, como para los demás exportadores debidamente registrados en esta actividad. El desarrollo de este trabajo y su debida implantación en los determinados procesos ha sido evaluado durante su transcurso por las diferentes personas responsables de los procesos señalando de antemano que su puesta en práctica aportará al logro de la planeación estratégica de la firma.

¹ Fuente: Federación Nacional de Cafeteros

² Fuente: Federación Nacional de Cafeteros

³ Fuente: Federación Nacional de Cafeteros

2. PRESENTACIÓN DE LA EMPRESA

La cooperativa departamental cafetera de Cundinamarca (Coodecafec) es una empresa asociativa de primer grado, sin ánimo de lucro, de carácter multiactivo, de responsabilidad limitada y con fines de interés social⁴.

2.1 Misión y Objetivo

El objetivo principal de la cooperativa es promover el desarrollo económico, técnico y social de sus asociados, a través de la comercialización y transformación del café de los productores del país, en el marco de las condiciones del mercado, propiciando los mejores precios posibles y una óptima calidad, por medio de una organización Cooperativa democrática, participativa, eficiente y competitiva que busca la satisfacción total de las expectativas de sus asociados⁵.

2.2 Principios de la Empresa

Los principios con los cuales trabaja la empresa son los siguientes⁶:

- Adhesión voluntaria y abierta.
- Gestión democrática por parte de los asociados.
- Participación económica de los asociados.
- Autonomía e independencia.
- Educación, formación e información.
- Cooperación entre cooperativas
- Compromiso con la comunidad.

2.3 Valores Corporativos

Los valores de Coodecafec son los siguientes⁷:

- Autoayuda
- Democracia
- Igualdad
- Equidad
- Solidaridad
- Honestidad

⁴ Fuente: Estatutos de la empresa

⁵ Fuente: Estatutos de la empresa

⁶ Fuente: Estatutos de la empresa

⁷ Fuente: Estatutos de la empresa

- Apertura
- Responsabilidad Social

2.4 Actividad Coodecafec

Actualmente Coodecafec es prestadora del servicio de trilla de café pergamino (sacos de 40Kg) para obtener como resultado café excelso tipo exportación, el excelso que se obtiene son de tres tipos: Europa, UGQ y Supremo donde sus únicas diferencias radican en el tamaño del gramo. La planta se encuentra ubicada en la ciudad de Bogotá y la dirección es carrera 65 No 14 -45. La producción media de la planta es de 12.000 sacos de 70 Kg mensuales de café excelso. Sin embargo el porcentaje de utilización de la planta es aproximadamente del 50% ya que la capacidad total es de 25.000 sacos de excelso de 70 Kg cada uno, el factor de rendimiento que se maneja en este trabajo es de 93 kilos de pergamino (cálculo de este factor en el capítulo nueve) para producir 70 kilos de excelso⁸.

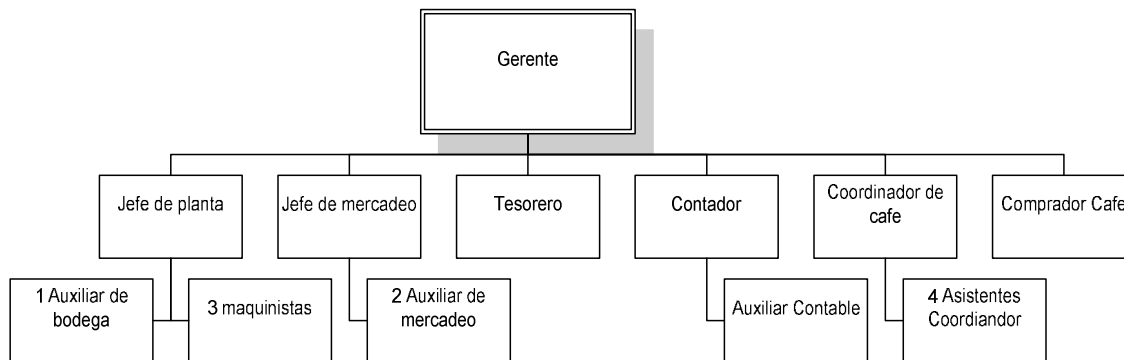
La materia prima del proceso es el café pergamino recibido de los proveedores, los cuales son los caficultores de distintos departamentos como: Cundinamarca, Huila, Meta y Santander. El producto final es el café excelso de tipo exportación.

Los clientes a los cuales se les presta el servicio de trilla son: la Federación Nacional de Cafeteros, Expocafé y Virmax.

2.5 Organigrama

A continuación se presenta el organigrama de Coodecafec:

Figura 1-Organigrama Coodecafec



Fuente: Coodecafec

⁸ Fuente: Entrevista realizada al gerente de la planta.

3. OBJETIVO GENERAL

Diseñar una propuesta de mejoramiento para el proceso de producción de la planta trilladora de Coodecafec, con el fin de solucionar los problemas críticos que se presentan actualmente.

4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Diseñar una propuesta de un modelo estadístico de pronósticos de producción y su respectivo análisis.
2. Con base en los pronósticos obtenidos, diseñar una propuesta de un modelo de inventario de demanda independiente para materia prima y producto terminado.
3. Documentar los procesos de producción, mantenimiento y control necesarios para garantizar la calidad.
4. Realizar un estudio de costo beneficio sobre las propuestas expuestas anteriormente.

5. SITUACIÓN ACTUAL

Con el fin de estudiar, entender y analizar la situación actual de la planta trilladora de Coodecafé se realizó un diagnóstico empresarial tomando como herramienta el diagnóstico propuesto por el área de proyección social de la facultad de ingeniería, carrera de industrial de la Pontificia Universidad Javeriana.

El diagnóstico se realizó por medio de un cuestionario realizado al encargado de la planta y al gerente de la empresa. Dicho cuestionario evalúa en cada área unos principios básicos, de acuerdo al resultado obtenido de cada principio básico se obtiene el resultado global del área.

El diagnóstico tiene como objetivo establecer criterios que permitan definir el perfil de la organización y sus características realizando técnicamente un diagnóstico de las áreas funcionales de la empresa. Se evalúan cada una de las gestiones básicas que deben desarrollarse en la organización con el fin de poder obtener resultados eficaces y eficientes, y además poder ser competitivos.

Se utiliza la siguiente escala de calificación la cual representa el grado de satisfacción con cada aspecto a valorar: bueno = 0, regular = 1, malo = 2, inexistente = 3. De acuerdo con lo anterior, si un aspecto es considerado como bueno, se le dará una puntuación de 0, mientras que si es regular correspondería a 1 punto, y así sucesivamente. Al calificar un aspecto en alguno de los niveles de la escala (bueno, mala, regular e inexistente), es indispensable que deben cumplirse todas y cada una de las características estipuladas en dicho nivel.

El cuestionario se encuentra disponible en el siguiente link (dar click en diagnóstico empresarial):

http://ingenierias.javeriana.edu.co/portal/page/portal/facultad_ingenieria/espanol/industrial/responsabilidad_social/TAB850078?tab=responsabilidad_social

A continuación se presentan las áreas evaluadas con sus debidos resultados. Los resultados expresan el nivel de cumplimiento en porcentaje de cada área en la planta trilladora de Coodecafé.

Tabla 1-Resultados diagnóstico empresarial

Áreas	Resultado
Gerencia	79%
Mercadeo	72%
Producción	51%
Personal	72%
Contabilidad y Finanzas	71%
Información	63%
Servicio	74%

Fuente: Autor del trabajo

Después de haber realizado el diagnóstico empresarial se procede a seleccionar cuál o cuáles son las áreas críticas de la planta trilladora de Coodecaféc. El criterio de selección escogido es clasificar como crítica aquella área con una calificación menor al 60% en el diagnóstico empresarial.

Según el criterio de selección establecido, a la fecha el área crítica en la organización es producción, por consiguiente se procede a realizar un análisis profundo y detallado de esta área.

5.1 Análisis detallado área de producción

El objetivo de este análisis es identificar los principales problemas del área de producción.

Como se explico anteriormente, el resultado del área se obtiene de evaluar una serie de principios básicos. A continuación se presentan los principios básicos evaluados en el diagnóstico empresarial para el área de producción con su debida calificación:

Tabla 2-Resultados diagnóstico área de producción

Principio Básico (Area de Producción)	Resultado
Organización administrativa de la producción	57%
Planeación y Control de la producción	57%
Almacenamiento de materiales	67%
Manejo de materiales	83%
Control de Inventarios	22%
Proveedores	78%
Control de calidad	43%
Métodos de producción	44%
Localización de la planta	67%
Distribución de la planta	60%
Seguridad Industrial	63%
Ergonomía	67%
Mantenimiento	6%
Tratamiento de desechos	63%
Sistemas de Producción	17%

Fuente: Autor del trabajo

A continuación se identificarán las oportunidades de mejora haciendo el respectivo análisis de cada principio básico del área de producción.

5.2 Oportunidades de Mejora

5.2.1 Organización Administrativa de la Producción

La planta trilladora actualmente no realiza entrenamiento al personal encargado de la producción, el entrenamiento se realiza a través del desempeño del cargo y sin supervisión.

Adicional a la capacitación, la comunicación entre la alta gerencia de la compañía y los operarios es deficiente lo cual hace que las sugerencias y opiniones de los trabajadores no se tengan en cuenta con mucha frecuencia.

5.2.2 Planeación y Control de la Producción

Al hablar de planeación de la producción se encontró que la empresa planea su producción teniendo en cuenta el comportamiento de las ventas, pero sin usar ninguna herramienta estadística o algún modelo matemático de pronósticos. Adicional a esto, los operarios no se enteran de la planeación de la producción y esporádicamente se llevan registros sobre dicha planeación.

En términos de control se identificó que el problema radica en la falta de documentación y registros, debido a la incompleta de documentación en la empresa no se puede comparar la producción actual con la planeada.

5.2.3 Almacenamiento de Materiales

El único inconveniente hallado en el almacenamiento de materiales es que no existe ningún procedimiento escrito sobre el manejo de los materiales. Es importante documentar sobre el manejo de materiales para evitar daños, desperdicios, contaminación, etc.

5.2.4 Manejo de Materiales

Se identificó que la planta trilladora tiene un alto nivel de cumplimiento (83%) en el manejo de los materiales, cabe resaltar que no se tiene planeación en la utilización de los recursos debido a la falta de planeación en la producción.

5.2.5 Control de Inventarios

Todos los problemas en el control de inventario radican en la inexistencia de un sistema de inventarios, debido a esto: las compras se realizan cada vez que se

necesitan y no se tiene en cuenta los inventarios, los kardex están incompletos y en algunos casos inexistentes.

5.2.6 Proveedores

El inconveniente se da al realizar un seguimiento a los proveedores ya que estos no son fijos. Es recomendable tratar de tener unos proveedores fijos en miras de realizar un seguimiento de: tiempos, calidad y condiciones de entrega.

5.2.7 Control de Calidad

En términos de calidad la planta trilladora presenta problemas una vez más debido a la falta de documentación del proceso, ya que debido a esto los productos no se encuentran normalizados, no existen procedimientos de calidad y no se cuenta con ninguna certificación de calidad. Es muy importante para la empresa trabajar en la calidad de su proceso ya que la calidad es un aspecto diferenciador con respecto a la competencia.

5.2.8 Métodos de Producción

Actualmente para la empresa es muy difícil planear su porcentaje de utilización de las máquinas, y en algunos casos no se tiene la certeza de en qué momento se cumplirá con la demanda estipulada o en otros casos no se sabe si están en capacidad de comprometerse con un cliente.

5.2.9 Localización de la Planta

Coodecaféc conoce sus proveedores y competencia, el problema radica en la inexistencia ya sea de un plano o de una ficha donde se tenga información de cada uno de ellos.

5.2.10 Distribución de la Planta

Actualmente la planta no tiene definida estaciones de trabajo, en cuanto a la documentación de la maquinaria se identificó que se encuentra incompleta y desactualizada y en algunas máquinas inexistente, lo cual no permite realizar un seguimiento del estado de las máquinas involucradas en el proceso de trilla de café.

5.2.11 Seguridad Industrial

Coodecaféc es una empresa consciente de la importancia de la seguridad industrial, pero fallan en la promoción de una cultura de dicha seguridad y de la correcta utilización de los equipos de protección ya que no cuenta con programas de seguridad dentro de la planta. Adicional a la carencia de programas de seguridad, las medidas que se toman respecto a las máquinas son mínimas lo cual podría ocasionar un daño en algún momento inesperado trayendo como consecuencia una detención indefinida en la producción. Todos los empleados de la trilladora se encuentran afiliados a la ARP de Colmena.

5.2.12 Ergonomía

El resultado obtenido en el factor ergonomía es de 67%. Esto se debe a la utilización de luz artificial en la mayor parte del proceso. Adicional a esto el personal se encuentra dotado de equipos de protección personal.

5.2.13 Mantenimiento

Al indagar sobre el área de mantenimiento se identificó que los problemas radican en la inexistencia de un programa de mantenimiento preventivo, en la planta trilladora solo se realiza mantenimiento correctivo.

Adicional a la carencia del programa de mantenimiento preventivo, se tiene conocimiento que se ha realizado mantenimiento sin llevar ningún registro de esto. Por último se identificó que algunas máquinas cuentan con manuales de mantenimiento, pero se encuentran desactualizados y en otras máquinas no existen los mencionados manuales.

5.2.14 Tratamiento de Desechos

Respecto al tratamiento de desechos, el resultado obtenido es de 63%. Se identificó que la reglamentación conocida por la empresa es muy limitada, al igual que se trata de prevenir los contaminantes pero los controles y conocimientos son casi inexistentes.

Adicional a lo anteriormente mencionado, se encontró que actualmente no se cuenta con equipos apropiados para la eliminación de gases tóxicos y humo.

5.2.15 Sistemas de Producción

Actualmente la empresa presenta problemas graves en este aspecto y es debido a la falta de documentación, no existen formatos de órdenes de producción al igual que los documentos y reportes de producción.

5.3 Resumen Situación Actual

Después de haber realizado el diagnóstico empresarial y el respectivo análisis a cada principio básico del área de producción se procede a seleccionar cuáles son los principios básicos críticos de la planta trilladora de Coodecaféc. Nuevamente el criterio de selección escogido es clasificar como crítico aquel principio que obtuvo una calificación menor al 60% en el diagnóstico empresarial.

A continuación se presenta una tabla con los principios básicos críticos una vez aplicado el criterio de selección:

Tabla 3-Principios básicos críticos

Principio Básico	Calificación
Organización administrativa de la producción	57%
Planeación y Control de la Producción	57%
Control de Inventarios	22%
Control de Calidad	43%
Métodos de Producción	44%
Mantenimiento	6%
Sistemas de Producción	17%

Fuente: Autor del trabajo

5.4 Formulación

Con base en el diagnóstico de la situación actual se formula la siguiente pregunta:

¿Cómo se puede mejorar el proceso de producción de la planta trilladora de Coodecafec con el objetivo de mejorar el puntaje obtenido en el diagnóstico empresarial actual, encaminado a solucionar los problemas críticos detectados? Con el objetivo de identificar específicamente en cuales principios básicos estudiar a fondo en este trabajo y así poder responder la pregunta formulada, a continuación se presentan una serie de justificaciones que darán como resultado los temas a trabajar.

6 JUSTIFICACIÓN

6.1 Justificación Académica

Para definir el alcance del trabajo de grado, en vista de que cada principio encontrado es de gran magnitud se aplicó la matriz de priorización.

La matriz de priorización es una herramienta que ayuda a la selección de alternativas. En el caso particular de este trabajo de grado ayuda a seleccionar cuál principio se debe trabajar por medio de unos criterios establecidos, la metodología de la matriz es la siguiente:⁹

1. Identificar los principios básicos en los cuales se refleja la necesidad de trabajar. (Principios ya definidos en el resumen de la situación actual, tabla 3, página 20).
2. Seleccionar criterios a calificar en cada principio básico escogido anteriormente. Estos criterios son escogidos por el autor del trabajo y avalados por el jefe de la planta trilladora.
3. Asignar una ponderación a cada criterio (sin exceder el 100%) seleccionado en el punto anterior.
4. Establecer una escala de calificación y calificar cada aspecto de acuerdo al criterio que se está analizando.

Los principios básicos que tienen una calificación menor al 60% y por consiguiente serán los principios a estudiar en esta matriz de priorización son:

- Organización administrativa de la producción.
- Planeación y control de la producción.
- Control de inventarios.
- Control de calidad.
- Métodos de producción.
- Mantenimiento.
- Sistemas de producción.

Los criterios escogidos y su respectiva ponderación se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 4-Criterios escogidos con respectiva ponderación

Criterio	Ponderación
Aplicación conceptos de la carrera	40%
Impacto económico para la empresa	30%
Impacto en el cliente	30%

⁹ Fuente: VILAR.BARRIO.JOSE. Las 7 nuevas herramientas para medir la mejora de la calidad. Editorial Fundación Confemetal. 2 Edición.

Fuente: Autor del trabajo

La escala de calificación se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 5-Escala de calificación

Calificación	Significado
1	Ninguno
2	Bajo
3	Normal
4	Alto
5	Muy Alto

Fuente: Autor del trabajo

A continuación se presenta la matriz de priorización con los principios y criterios debidamente calificados:

Tabla 6-Matriz de priorización con principios calificados

Principio/Criterio	Aplicación conceptos de la carrera (40%)	Impacto económico para la empresa (30%)	Impacto en el cliente (30%)
Organización administrativa de la producción	3	3	4
Planeación y control de la producción	5	4	4
Control de inventarios	5	4	4
Control de calidad	4	4	4
Métodos de producción	4	3	3
Mantenimiento	1	3	3
Sistemas de producción	3	4	4

Fuente: Autor del trabajo

El paso siguiente consiste en multiplicar cada calificación por el factor de ponderación de cada criterio, se suman los resultados y los principios que arrojen los valores más grandes son los que se deberían estudiar. La tabla presentada a continuación muestra los resultados obtenidos:

Tabla 7-Matriz de priorización resultante

Principio/Criterio	Aplicación conceptos de la carrera (40%)	Impacto económico para la empresa (30%)	Impacto en el cliente (30%)	Total
Organización administrativa de la producción	1,2	0,9	1,2	3,3
Planeación y control de la producción	2	1,2	1,2	4,4
Control de inventarios	2	1,2	1,2	4,4
Control de calidad	1,6	1,2	1,2	4
Métodos de producción	1,6	0,9	0,9	3,4
Mantenimiento	0,4	0,9	0,9	2,2
Sistemas de producción	1,2	1,2	1,2	3,6

Fuente: Autor del trabajo

Se observa que los principios de planeación y control de la producción, control de inventarios y control de calidad dan como resultado los tres mayores puntajes con un total de 4.4, 4.4 y 4 respectivamente. Lo que indica que en estos principios se debe enfocar el estudio.

A continuación se desglosa cada uno de los principios arrojados por la matriz de priorización con el fin de identificar los problemas críticos existentes en cada uno de ellos.

6.1.1 Desglose de cada principio

6.1.2 Planeación y control de la producción

Los problemas críticos en este principio son los siguientes:

- La programación de la producción con base en la experiencia del comportamiento de la demanda, pero sin tener en cuenta condiciones actuales del mercado ni usando herramientas estadísticas. La empresa no utiliza un modelo estadístico de pronósticos.
- El encargado de la producción realiza la planeación y programación a su criterio, dicha programación no se lleva por escrito.
- Al no existir documentación sobre la planeación de la producción no es posible comparar la producción real con la planeada.

6.1.3 Control de inventarios

Los problemas críticos en el control de inventarios son:

- Las compras se realizan sin tener en cuenta los inventarios, o los pedidos.
- El kardex es manual, incompleto y en algunos casos inexistentes.
- No se ha definido el nivel de inventario que se deba manejar.
- No se tiene documentación sobre el inventario en proceso lo cual hace más difícil realizar control sobre el inventario.
- No existe sistema alguno para coordinar los programas de producción, con los requerimientos de ventas y los inventarios.

6.1.4 Control de Calidad

Los problemas críticos que se presentan en el control de calidad son:

- Ningún producto esta normalizado.
- Los procedimientos de calidad no se tienen documentados por lo tanto no están debidamente reglamentados y no son suficientes.

6.2 Justificación Económica

Es inevitable no detectar el factor común que hay entre los problemas críticos del área de producción: la falta de documentación. No se tiene documentación sobre la planeación de la producción, los procedimientos de calidad tampoco se encuentran documentado y no se tiene documentación sobre el inventario.

Con el fin de justificar la importancia de tener una documentación ordenada y actualizada para Coodecafec se presentan las siguientes exigencias de los clientes:

6.2.1 Certificación BASC

El trámite o la certificación para la alianza empresarial para un comercio seguro (BASC) es un requisito impuesto por la Federación Nacional de Cafeteros para todas las plantas que les prestan servicio de trilla.

Actualmente la Federación de Cafeteros tiene nueve plantas trilladoras propias, todas con certificación BASC. A nivel nacional hay un registro de 118 trilladoras y por medio de una entrevista realizada al Dr. Luís Fernando Hernández (Jefe de certificaciones Cafecert y Almacafé) se identificó que alrededor de 100 trilladoras que equivalen al 85% del total ya tienen dicha certificación.

Coodecafec se encuentra en el proceso de trámite de la certificación BASC, el inconveniente para adquirirla es su falta de documentación ya que para certificarse se requiere de una amplia documentación sobre el proceso.

Sin la documentación necesaria Coodecafec no podrá adquirir la certificación BASC lo que traería como consecuencia perder al principal cliente el cual es la Federación Nacional de Cafeteros.

6.2.2 Certificación ISO 9001

Hoy la certificación ISO 9001 no es un requisito por parte de los clientes, la Federación de Cafeteros está en el proceso de certificación con sus trilladoras propias (específicamente Armenia)¹⁰. Una vez adquirida esta certificación será requisito para todas las trilladoras que le prestan servicio de trilla a la Federación estar certificados con ISO 9001.

Es por esto, que en un futuro no muy lejano adicional a la certificación BASC, la certificación ISO 9001 será un requisito para Coodecafec si quiere seguir contando con la Federación de Cafeteros como cliente. Al igual que con BASC, ISO requiere de una amplia documentación, y es ahí donde se demuestra una vez más la razón por la cual Coodecafec debe trabajar este aspecto crítico de forma inmediata.

Es importante resaltar que ya hay algunas trilladoras de cooperativas con certificación ISO 9001 tales como: cooperativa Montenegro, cooperativa Andes, cooperativa Chinchiná. Lo cual hace que estas cooperativas tengan una ventaja frente a Coodecafec.

6.2.3 Planeación y Control de la producción

Adicional al diagnóstico se evidencio en las entrevistas realizadas el siguiente error en el pronóstico:

¹⁰ Fuente: Entrevista al Dr. Luís Fernando Hernández.

Tabla 8-Pronóstico de producción

Planeación de Producción			
Periodo	Producción Real (Sacos de excelso)	Pronóstico (Sacos de excelso)	Error pronóstico (Sacos de excelso)
Jun-08	12510	10331	2179
Jul-08	12510	8197	4313
Aug-08	11373	6473	4900
Sep-08	14232	9202	5030

Fuente: Tomado de Coodecafec

El error del pronóstico en porcentaje se presenta a continuación:

Tabla 9-Error pronóstico en porcentaje

Periodo	% Error del pronóstico
Jun-08	26,57%
Jul-08	51,04%
Sep-08	81,26%
Oct-08	46,15%

Fuente: Autor del trabajo

Se observa que actualmente hay errores en los pronósticos, por consiguiente se refleja la necesidad de trabajar este aspecto en la planta trilladora de Coodecafec.

6.2.4 Control de Inventarios

La justificación de trabajar sobre el control de inventarios se evidencia por la ausencia de un modelo de inventario definido. Las compras se realizan sin tener en cuenta los inventarios, los kardex se encuentran desactualizados y en algunos casos inexistentes.

6.3 Conclusión Final

Los numerales anteriores evidencian la necesidad que tiene la planta trilladora de Coodecafé en mejorar sus procesos con el fin de mantener e incrementar su competitividad en el mercado cafetero. Las justificaciones presentadas demuestran la necesidad de realizar un trabajo de ingeniería industrial, por lo cual este trabajo de grado es considerado un reto para el autor a nivel académico, profesional y personal.

7. PROPUESTA MODELO ESTADÍSTICO DE PRONÓSTICO

La planeación de la producción es una necesidad que tiene Coodecafé y que sin duda es un factor que afecta directamente a la productividad de la organización. Al comienzo de este trabajo se identificaron los problemas existentes en este aspecto para así diseñar una propuesta que logre mejorar la planeación de la producción.

Toda planeación de producción tiene su punto de partida en los pronósticos, es decir; si no hay pronósticos adecuados no habrá una buena planeación de la producción. Coodecafé es un ejemplo que sustenta lo anterior, no hay un sistema o modelo eficiente para pronosticar la demanda y por ende no cuenta con una buena planeación.

Al no tener unos pronósticos adecuados, Coodecafé no podrá:

- Determinar volúmenes adecuados de producción.
- Comparar presupuesto y tomar acciones correctivas.
- Generar políticas de inventarios.
- Analizar tendencias futuras del producto.
- Determinar políticas de precio.
- Promover las ventas.

Actualmente el “modelo” usado por Coodecafé para pronosticar su demanda consiste en tomar el dato que se demandó el mes del año anterior y ese mismo dato se convierte en el pronóstico para el año vigente. En algunos casos como se observa en la tabla 9 de la página 26 el pronóstico no presenta un porcentaje de error elevado pero en otro sí, como es el caso de Septiembre del 2008 en el que el porcentaje de error de ese mes es del 81.26%.

Haciendo referencia nuevamente a la tabla 9 de la página 26, el promedio de error de los pronósticos de tan solo esos cuatro meses es del 51.23% el cual ilustra la urgencia de mejorar la eficiencia de Coodecafé para pronosticar la demanda mensual. Al hallar este problema de importante magnitud se ve la necesidad de trabajar esta área, realizando un trabajo de ingeniería industrial donde el benefactor sea Coodecafé obteniendo grandes beneficios y entre estos: disminución de costos (evaluación financiera en el capítulo 11).

Existen distintos modelos para pronosticar la demanda, por ejemplo: cualitativos, análisis de tiempo (cuantitativos), causales y de simulación.¹¹ Los modelos cualitativos son usados en empresa nuevas en el mercado, y son basados en supuestos y estimaciones ya que no se tienen datos históricos de producción o

¹¹ Fuente: CHASE. JACOBS. AQUILANO. Administración de la producción y las operaciones. Editorial MC Graw Hill. 10 Edición.

datos históricos de la demanda. Entre los modelos cualitativos más conocidos están la investigación de mercado y el método Delphi.

Los modelos cuantitativos o de análisis de series de tiempo se usan para prever el futuro con base en una serie de datos históricos de la demanda, son los más acertados y usados por las organizaciones que planean de manera eficiente su producción. Los causales consisten en entender el sistema básico en torno al elemento que será pronosticado, un ejemplo de los causales son los modelos econométricos. Por último los modelos de simulación son modelos dinámicos que permiten formular supuestos de variables internas del entorno externo del modelo.

Para el desarrollo de este trabajo se ofrece una propuesta de modelos de pronósticos para Coodecafé usando los modelos de análisis de series de tiempos ya que se cuenta con datos históricos de la demanda, y dichos modelos son los más aplicados en el campo de la ingeniería industrial. En específico se trabajarán los siguientes modelos cuantitativos para llegar a establecer uno solo con base en la exactitud:

1. Promedio media móvil simple.
2. Modelo suavización exponencial.
3. Modelo de regresión lineal.

Es importante resaltar que el modelo que seleccione la empresa debe depender de los siguientes aspectos¹²:

- La disponibilidad de datos
- La exactitud requerida
- El periodo cubierto por el pronóstico
- El presupuesto existente para pronosticar
- La disponibilidad de personal calificado

Otro aspecto que se debe considerar son los factores que restringen el consumo de la demanda en el mercado, dichos factores se catalogan en controlables y no controlables. No es suficiente únicamente pronosticar la demanda y obtener el número de sacos de café que se trillarán, es muy importante realizar el estudio de dichos factores para determinar que tan afectados se verán los pronósticos obtenidos por los modelos matemáticos. El estudio de los factores se desarrollará al final de este capítulo.

A continuación se procede a realizar la proyección de la demanda para el año actual (2009), y así tener toda la información necesaria para proseguir con el estudio de los tres modelos propuestos (promedio móvil simple, aminorado exponencial y regresión lineal), evaluación del error de cada pronóstico por medio de el MAD (desviación media absoluta) y ST (señal de rastreo) y se

¹² Fuente: CHASE. JACOBS. AQUILANO. Administración de la producción y las operaciones. Editorial MC Graw Hill. 10 Edición.

concluye el capítulo con el análisis de los factores que restringen el consumo de la demanda (factores controlables y no controlables).

Cabe aclarar que la producción a proyectar será de café pergamino para obtener excelso por consiguiente los resultados serán sacos de café excelso sin diferenciar sus diferentes clasificaciones (UGQ, Europa y Supremo) ya que los datos históricos que se tienen por parte de la empresa no tienen en cuenta dichas clasificaciones, ya que para obtener cada clasificación son usados los mismos recursos (máquinas). Otra de las razones por la cual se proyecta por sacos de excelso se debe a que la planta trilladora cobra a sus clientes el mismo valor sin importar su clasificación.¹³

7.1 Periodos de Proyección

Los problemas de planeación de producción y en consecuencia “los problemas de pronósticos se pueden clasificar de acuerdo a varias dimensiones. Una de ellas es el horizonte de tiempo”¹⁴. Estas clasificaciones pueden ser a corto, mediano y largo plazo según la clase de información que se quiere pronosticar y el uso que se le vaya a dar dentro de la organización.

Por ejemplo el pronóstico a corto plazo es usado para la programación diaria el de mediano plazo tienes sus métricas en semanas o meses y el de largo plazo son parte de la estrategia general de la empresa.

Para el caso de este trabajo se tomaron los datos de trilla de café históricos de seis años (2003-2004-2005-2006-2007-2008) y con estos se busca proyectar lo que correspondería al restante del 2009. Con la trilla real de los últimos cinco años se crea una matriz de índices históricos y con esta se calcula la trilla de café en los meses restantes al 2009, ya que adicional a los datos históricos de producción del 2003-2004-2005-2006-2007 y 2008 se tienen los de Enero, Febrero y Marzo del 2009.

Luego, tomando los datos del 2009 como un dato “real”, se pronostica la trilla de café para los próximos cuatro años. (2010-2011-2012-2013). De tal manera se define que el plazo de proyección para este trabajo es de cuatro años.

La razón por la cual se hace por este plazo es que es un periodo de tiempo en el cual se puede estimar con cierto grado de certidumbre que la trilla de café se comportara de la forma proyectada o pronosticada. Si se llegara a tomar un periodo mayor, se corre el riesgo de perder el control del error de las proyecciones realizadas.

En resumen la información histórica con la que se cuenta es la siguiente:

¹³ Fuente: Coodecafec

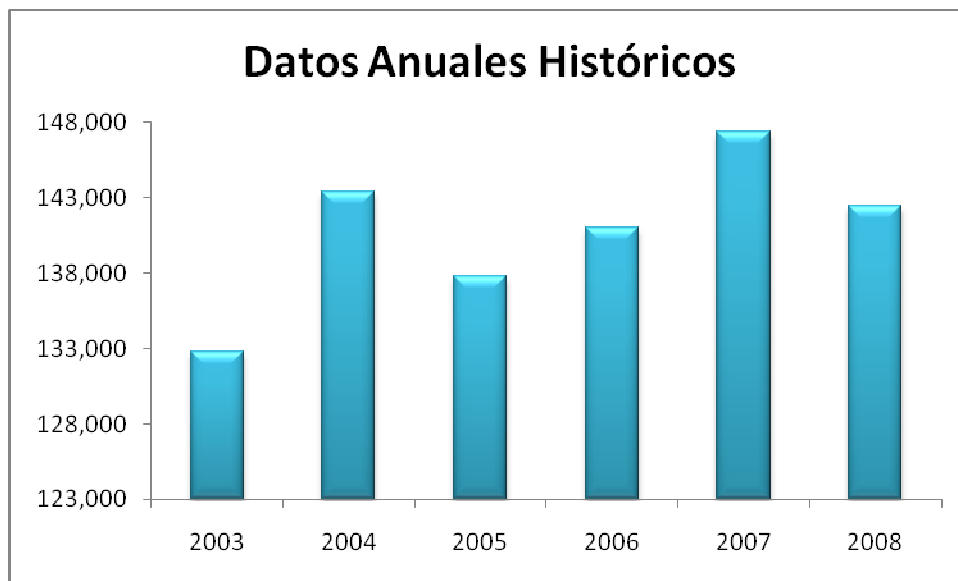
¹⁴ Fuente: NAHMIAS, STEVEN. Análisis de la producción y las operaciones. Editorial MC Graw Hill. 5ª Edición

Tabla 10-Datos Históricos

Datos Históricos	
Año	Demanda de excelso
2003	132,818
2004	143,383
2005	137,766
2006	141,044
2007	147,380
2008	142,423

Fuente: Coodecafec.

Gráfica 1-Datos Históricos



Fuente: Autor del trabajo

Antes de realizar los pronósticos de la demanda, se debe analizar la estacionalidad del servicio de trilla para Coodecafec. Se realizó dicho análisis del cual se concluye que la demanda de Coodecafec no presenta ninguna estacionalidad (Estudio de estacionalidad en anexos).

7.2 Pronósticos de la demanda año 2009

Una vez obtenidos los datos de producción históricos de la planta, se procede a proyectar como se comportaría dicha producción en el año siguiente (2009). Estas proyecciones se harán por tres técnicas para análisis de series de tiempo: Promedio Media móvil, suavización exponencial y Regresión Lineal.

- Promedio Media Móvil simple: El modelo consiste en promediar los datos de la demanda del periodo anterior con el fin de obtener así el pronóstico del siguiente periodo.
- Suavización Exponencial: Es una primera aproximación a relacionar datos de series de tiempo con su pasado anticipando los cambios de tendencia un periodo adelante.
- Regresión Lineal: Es una técnica de pronósticos que se basa en la teoría de mínimos cuadrados para hallar la recta que mejor interpreta el comportamiento de los datos históricos y los proyecta a futuro, al número de periodos que se desee.

Posterior a esto, se analiza el error de los pronósticos por medio de la desviación media absoluta (DMA) y la señal de rastreo (TS) con el fin de identificar que tan desviado está dicha proyección.

El paso siguiente consiste en calcular los índices mensuales y teniendo en cuenta que se posee información sobre la producción real de Enero, Febrero y Marzo del 2009, se realiza el cálculo de lo que sería la producción de trilla para los meses restantes de este año. Para así finalmente realizar los pronósticos de los próximos cuatro años.

7.2.1 Promedio Media Móvil Simple

El modelo consiste en promediar los datos de la demanda del periodo anterior con el fin de obtener así el pronóstico del siguiente periodo. El inconveniente con este modelo es el definir cuantos periodos históricos se tomarán en la fórmula. En el caso de tomar un plazo corto se produce mayor oscilación, pero se tiene un mejor seguimiento de la tendencia. En caso contrario, si se toma un plazo largo produce una respuesta más certera pero no tiene un seguimiento efectivo de la tendencia¹⁵.

La decisión de cuantos datos tomar para el cálculo del pronóstico queda en manos de la persona encargada de la planeación de producción, teniendo en cuenta las recomendaciones resaltadas en el párrafo anterior.

La ecuación para calcular el pronóstico por medio del modelo de promedio móvil simple es:

$$F_t = \frac{A_{t-1} + A_{t-2} + A_{t-3} + \dots + A_{t-n}}{n}$$

¹⁵ Fuente: CHASE. JACOBS. AQUILANO. Administración de la producción y las operaciones. Editorial MC Graw Hill. 10 Edición.

Donde:

F_t = Pronóstico para el periodo futuro.

N = Número de que promediarán

A_{t-1} = Hechos ocurridos en el periodo pasado

$A_{t-2}, A_{t-3}, A_{t-n}$ = Hechos ocurridos en dos, tres, n periodos anteriores

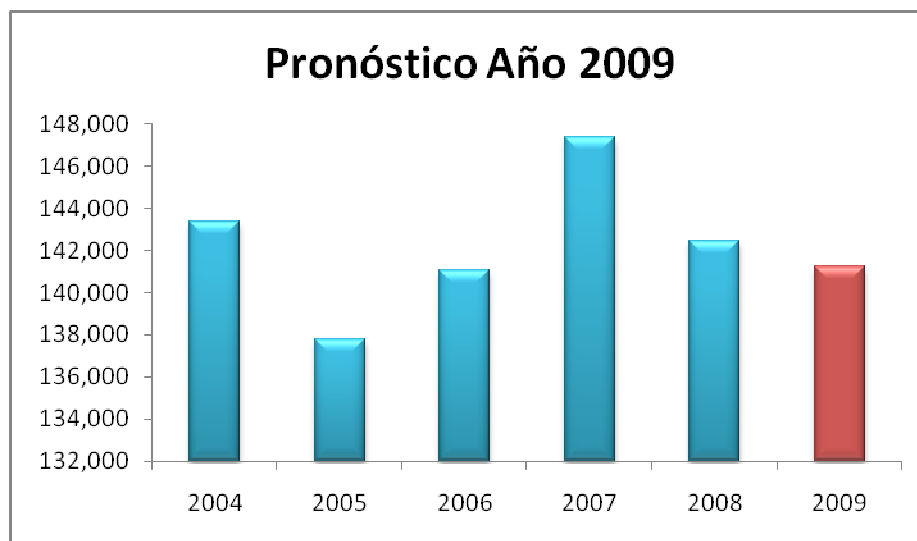
Aplicando la expresión anterior se obtiene el pronóstico de producción para el año corriente (2009), mostrado en la siguiente tabla:

Tabla 11-Pronóstico 2009 Media Móvil Simple

Pronóstico Año 2009 Promedio Móvil Simple			
Año	Periodo	Sacos Anuales Trillados	Sacos Anuales Pronosticados
2003	1	135,383	
2004	2	143,383	
2005	3	137,766	139,383
2006	4	141,044	138,844
2007	5	147,380	139,394
2008	6	142,423	140,991
2009	7		141,230

Fuente: Autor del Trabajo

Gráfica 2-Pronóstico 2009



Fuente: Autor del Trabajo

Con el método del promedio media móvil simple se obtiene que el pronóstico de la demanda de trilla para el año 2009 será de 141,230 sacos de excelso.

7.2.2 Suavización Exponencial

El método suavización exponencial consiste en ponderar los puntos de datos recientes con un valor alto, y el peso va disminuyendo de forma exponencial a medida que pasa el tiempo. Este método es muy útil debido a que no requiere de una gran cantidad de datos históricos.

El método de suavizado exponencial solo necesita de tres conjuntos de datos para poder pronosticar: el pronóstico más reciente, la demanda real que ocurrió en ese periodo y la constante de atenuación (α). Dicha constante determina la velocidad de la reacción ante las diferencias entre las ventas reales y los pronósticos.

La fórmula para calcular la constante de atenuación es la siguiente:¹⁶

$$\alpha = \frac{2}{n+1}$$

Donde n es el número de periodos de tiempo.

Para pronosticar usando este método se emplea la siguiente fórmula:¹⁷

$$F_t = F_{t-1} + \alpha(A_{t-1} - F_{t-1})$$

Donde:

F_t : El pronóstico que se va a calcular

F_{t-1} : El pronóstico para el periodo anterior

A_{t-1} : La demanda real en el periodo anterior

α : La constante de atenuación

Aplicando el método de suavizado exponencial, con una constante de atenuación de $\alpha=2/(4+1)=40\%$. El pronóstico de producción será de:

¹⁶ Fuente: CHASE. JACOBS. AQUILANO. Administración de la producción y las operaciones. Editorial MC Graw Hill. 10 Edición.

¹⁷ Fuente: CHASE. JACOBS. AQUILANO. Administración de la producción y las operaciones. Editorial MC Graw Hill. 10 Edición.

Tabla 12-Pronóstico 2009 Suavización Exponencial

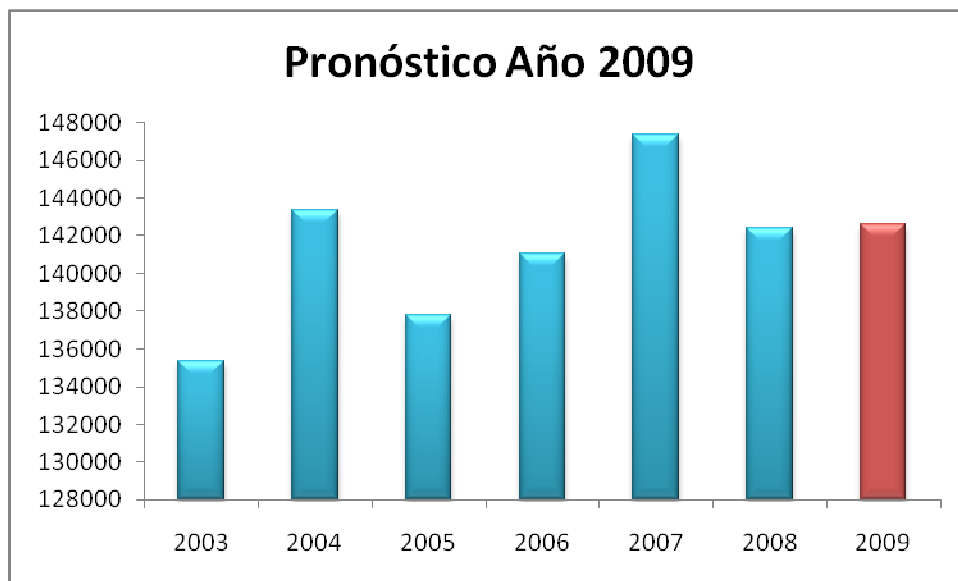
Pronóstico Año 2009 Aminorado Exponencial			
Año	Periodo	Sacos Anuales Trillados	Sacos Anuales Pronosticados
2003	1	135,383	
2004	2	143,383	
2005	3	137,766	139,383
2006	4	141,044	138,736
2007	5	147,380	139,659
2008	6	142,423	142,748
2009	7		142,618

Fuente: Autor del Trabajo

Con el método suavizado exponencial se obtiene que el pronóstico de la demanda de trilla de todo el año 2009 será de 142,618 sacos de excelso

Nota: El pronóstico del año 2005 se obtiene de promediar la demanda real de los dos últimos años.

Gráfica 3-Pronóstico 2009



Fuente: Autor del Trabajo

7.2.3 Regresión Lineal.

El método de análisis de regresión lineal consiste en suponer que los datos del pasado y las proyecciones del futuro quedan aproximadamente en una línea

recta. La técnica más común de adaptación es la de los mínimos cuadrados. Para pronosticar usando el método de mínimos cuadrados se usan las siguientes fórmulas:¹⁸

$$Y = a + bX$$

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

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

Donde:

a: Intersección con Y

b: Pendiente de la línea

\bar{y} : Promedio de todas las y

\bar{x} : Promedio de todas las x

n: Número de puntos de los datos

Y: Valor de la variable dependiente calculada mediante la regresión. (Pronóstico)

Para el calcular el pronóstico mediante el método de regresión lineal se recomienda realizar la siguiente tabla:

Año	Periodo (x)	Demanda (y)	xy	x ²	y ²	Y
2003	1	132,818	132,818	1	17,640,621,124	136,281
2004	2	143,383	286,766	4	20,558,684,689	138,090
2005	3	137,766	413,298	9	18,979,470,756	139,898
2006	4	141,044	564,176	16	19,893,409,936	141,707
2007	5	147,380	736,900	25	21,720,864,400	143,515
2008	6	142,423	854,538	36	20,284,310,929	145,323
2009	7					147,132

Con base a la tabla anterior y las fórmulas expuestas en esta sección se procede a calcular la ecuación de la regresión lineal.

$$b=31647/17.5 = 1808.4$$

$$a=140802.33-(1808.4*3.5) = 134472.93$$

Obteniendo que la ecuación de la recta es:

$$Y=134472.93+1808.4x$$

¹⁸ Fuente: CHASE. JACOBS. AQUILANO. Administración de la producción y las operaciones. Editorial MC Graw Hill. 10 Edición.

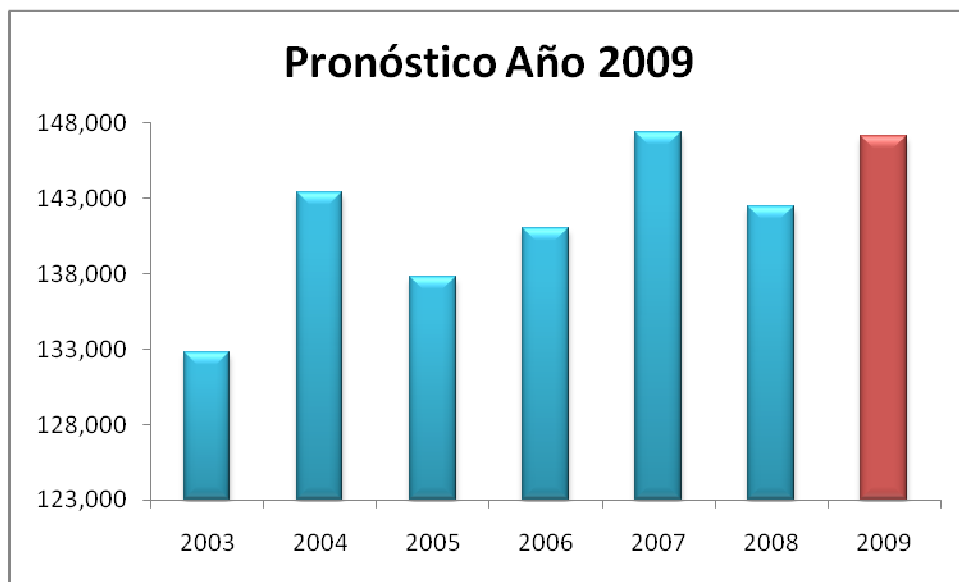
Con esta expresión se calculan los pronósticos para el respectivo periodo, por ejemplo para el periodo uno, año 2003:

$$Y=134472.93+1808.4*1= 136281$$

El pronóstico del año 2009 usando el método de regresión lineal es de 147,132 sacos de café excelso.

A continuación se presenta la gráfica de la producción anual pronosticando el año 2009.

Gráfica 4-Pronóstico 2009



Fuente: Autor del Trabajo

7.2.3 Medición y Análisis del Error para el año 2009

Existen dos criterios para evaluar o realizar un análisis del error que arrojan los pronósticos, los cuales son¹⁹:

- El valor del último MAD por cada técnica usada debe ser el menor posible. Esto significa que la desviación estadística de la media es más pequeña y a su vez más confiable.
- El valor del último TS (señal de rastreo) se encuentra en un intervalo entre 0 y 3 el modelo es aceptable, si es mayor se recomienda cambiar el modelo.

¹⁹ Fuente: NAHMIAS, STEVEN. Análisis de la producción y las operaciones. Editorial MC Graw Hill. 5ª Edición

A continuación se presenta la tabla en donde se analizó cada técnica empleada con su respectivo MAD y TS.

Tabla 13-Cálculo del Error Pronóstico 2009

Cálculo del Error del Pronóstico										
Técnica	Año	T	Pronóstico	Demanda	Desviación	SCEP	DA	SDA	MAD	TS
Promedio Móvil Simple	2003	1	0	135,383	135,383	135,383	135,383	135,383	135,383	1.00
	2004	2	0	143,383	143,383	278,766	143,383	278,766	139,383	2.00
	2005	3	139,383	137,766	-1,617	277,149	1,617	280,383	93,461	2.97
	2006	4	138,844	141,044	2,200	279,349	2,200	282,583	70,646	3.95
	2007	5	139,394	147,380	7,986	287,335	7,986	290,569	58,114	4.94
	2008	6	140,991	142,423	1,432	288,767	1,432	292,001	48,667	5.93
Aminorado Exponencial	2003	1	0	135,383	135,383	135,383	135,383	135,383	135,383	1.00
	2004	2	0	143,383	143,383	278,766	143,383	278,766	139,383	2.00
	2005	3	139,383	137,766	-1,617	277,149	1,617	280,383	93,461	2.97
	2006	4	138,736	141,044	2,308	279,457	2,308	282,691	70,673	3.95
	2007	5	139,659	147,380	7,721	287,177	7,721	290,411	58,082	4.94
	2008	6	142,748	142,423	-325	286,853	325	290,736	48,456	5.92
Regresión Lineal	2003	1	136,281	135,383	-898	-898	898	898	898	-1.00
	2004	2	138,090	143,383	5,293	4,395	5,293	6,192	3,096	1.42
	2005	3	139,898	137,766	-2,132	2,263	2,132	8,324	2,775	0.82
	2006	4	141,707	141,044	-663	1,600	663	8,986	2,247	0.71
	2007	5	143,515	147,380	3,865	5,465	3,865	12,851	2,570	2.13
	2008	6	145,323	142,423	-2,900	2,565	2,900	15,752	2,625	0.98

Fuente: Autor del Trabajo

Por el criterio del MAD se observa que la técnica de regresión lineal es la óptima ya que $2,625 < 48,456 < 48,667$.

Usando el criterio de TS, la mejor técnica resulta ser la regresión lineal ya que es la única técnica que arroja un TS menor a 3 ($0.98 < 3$). De esta manera se puede validar el modelo de regresión lineal como el modelo más confiable.

Con el fin de proyectar un año completo a futuro, se realiza la matriz de trilla mensual por año ya que el pronóstico para 2009 no puede ser tomado como un año completo pues ya ha corrido parte del mismo.

Tabla 14-Datos Históricos Mensuales

Datos Históricos Mensuales Año 2003-2008													
Año	Enero	Feb	Mar	Abril	May	Junio	Julio	Agost	Sept	Oct	Nov	Dec	Total
2003	9,836	12,097	11,061	10,752	11,803	12,390	10,371	11,217	10,395	9,859	12,295	10,742	132,818
2004	12,871	10,047	13,074	12,311	11,008	10,381	9,963	13,048	12,305	11,214	14,769	12,392	143,383
2005	10,213	10,617	12,387	11,462	10,807	13,411	11,356	12,728	10,083	11,564	13,202	9,936	137,766
2006	9,958	9,261	10,189	10,333	11,614	12,894	11,892	14,524	11,770	13,013	14,371	11,225	141,044
2007	9,678	11,289	14,800	10,900	13,755	13,754	14,771	10,253	9,914	9,957	14,699	13,610	147,380
2008	13,796	10,749	11,248	12,629	13,630	12,510	12,510	11,373	14,232	9,351	9,676	10,219	142,423
Total	66,352	64,060	72,759	68,387	72,617	75,340	70,863	73,643	68,699	64,958	79,012	68,124	844,814

Fuente: Coodecafec

Con esta información se procede a calcular los indicadores históricos mensuales:

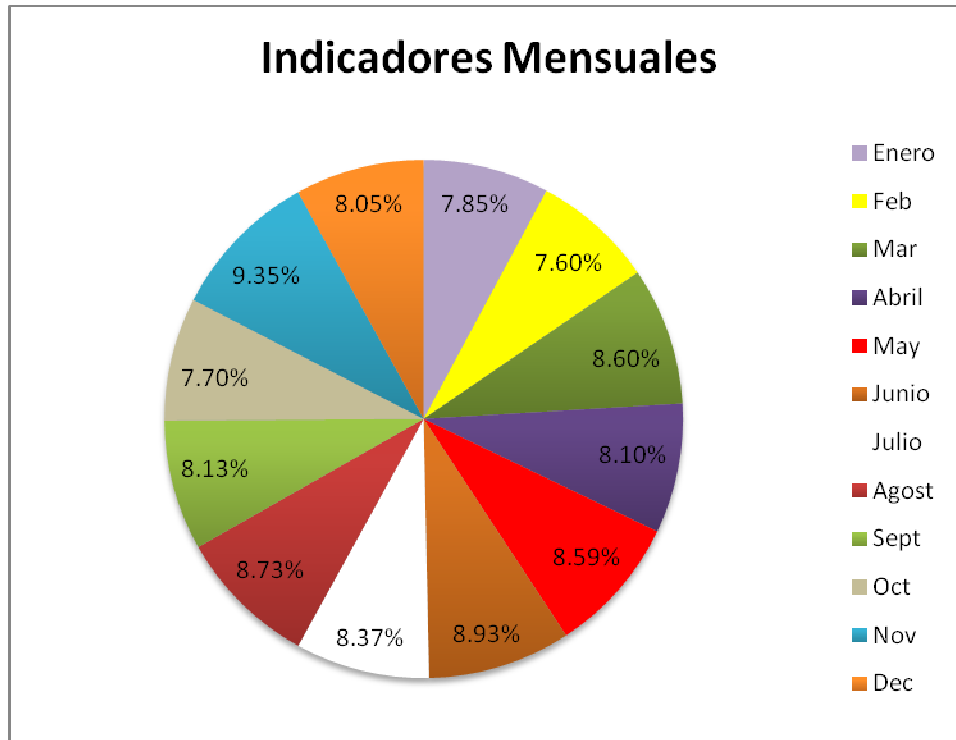
Tabla 15-Indicadores Históricos Mensuales

Indicadores Históricos Mensuales Año 2003-2008													
Año	Enero	Feb	Mar	Abril	May	Junio	Julio	Agost	Sept	Oct	Nov	Dec	Total
2003	7.41%	9.11%	8.33%	8.10%	8.89%	9.33%	7.81%	8.45%	7.83%	7.42%	9.26%	8.09%	100%
2004	8.98%	7.01%	9.12%	8.59%	7.68%	7.24%	6.95%	9.10%	8.58%	7.82%	10.30%	8.64%	100%
2005	7.41%	7.71%	8.99%	8.32%	7.84%	9.73%	8.24%	9.24%	7.32%	8.39%	9.58%	7.21%	100%
2006	7.06%	6.57%	7.22%	7.33%	8.23%	9.14%	8.43%	10.30%	8.34%	9.23%	10.19%	7.96%	100%
2007	6.57%	7.66%	10.04%	7.40%	9.33%	9.33%	10.02%	6.96%	6.73%	6.76%	9.97%	9.23%	100%
2008	9.69%	7.55%	7.90%	8.87%	9.57%	8.78%	8.78%	8.34%	9.99%	6.57%	6.79%	7.18%	100%
Promedio	7.85%	7.60%	8.60%	8.10%	8.59%	8.93%	8.37%	8.73%	8.13%	7.70%	9.35%	8.05%	100%

Fuente: Autor del Trabajo

Para mayor claridad se presenta una torta con el índice promedio mensual histórico:

Gráfica 5-Indicadores Históricos



Fuente: Autor del Trabajo

Teniendo en cuenta que se tienen datos reales de Enero, Febrero y Marzo del 2009, se usaron los índices para calcular lo que sería la producción de trilla en los meses restantes.

Tabla 16-Datos de trilla año 2009

Trilla Año 2009													
Año	Enero	Feb	Mar	Abril	May	Junio	Julio	Agost	Sept	Oct	Nov	Dec	Total
2009	10,753	9,659	11,592										32,004

Fuente: Coodecafec

Como se aprecia en la tabla anterior, en lo que va del 2009 Coodecafec ha trillado 32,004 sacos de café, sin embargo la regresión lineal proyecta que el total de trilla de este año será de 147,132 sacos de excelso. Entonces se hace la siguiente operación para calcular el volumen de trilla para los meses restantes del año actual. (2009).

$$\text{Trilla Proyectada mes } x = (\text{trilla proyectada año en curso} - \text{trilla real año en curso}) * \frac{\text{índice del mes } x}{\sum \text{índices de meses a calcular}}$$

Por ejemplo para el mes de Abril el cálculo sería:

$$\text{Trilla proyectada mes Abril} = (147,132 - 32,004) * 8.10\% / (8.10\% + 8.59\% + \dots + 8.05\%)$$

Trilla proyectada mes Abril= 12,276 sacos.

Se usa esa misma fórmula para todos los meses y se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 17-Proyección Trilla Año 2009

Trilla Proyectada Año 2009													
Año	Enero	Feb	Mar	Abril	May	Junio	Julio	Agost	Sept	Oct	Nov	Dec	Total
2009	10,753	9,659	11,592	12,276	13,023	13,532	12,692	13,232	12,327	11,668	14,172	12,205	147,132

Fuente: Autor del Trabajo

Tomando esta producción proyectada de trilla como si fuesen “reales”, el paso siguiente consiste en realizar el pronóstico para el año 2010.

7.3 Pronóstico de la demanda para el año 2010

7.3.1 Promedio Media Móvil Simple

Usando nuevamente la fórmula del promedio móvil simple se pronostica el año 2010, obteniendo como resultado:

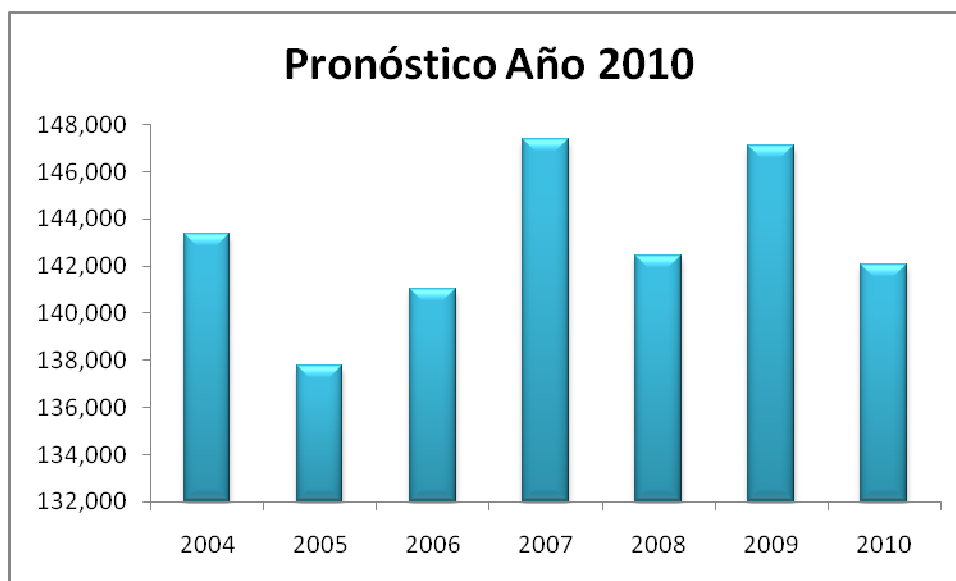
Tabla 18-Pronóstico Año 2010 Media Móvil Simple

Pronóstico Año 2010 Promedio Móvil Simple			
Año	Periodo	Sacos Anuales Trillados	Sacos Anuales Pronosticados
2003	1	135,383	
2004	2	143,383	
2005	3	137,766	139,383
2006	4	141,044	138,844
2007	5	147,380	139,394
2008	6	142,423	140,991
2009	7	147,132	141,230
2010	8		142,073

Fuente: Autor del Trabajo

La técnica del promedio móvil simple arroja un pronóstico de 142,073 sacos de excelso para el año 2010.

Gráfica 6-Pronóstico Año 2010 Media Móvil Simple



Fuente: Autor del Trabajo

7.3.2 Suavización Exponencial

Mediante el uso de la fórmula del método aminorado o suavizado exponencial y teniendo en cuenta que $\alpha=0.4$, se calcula el pronóstico para el año 2010 obteniendo:

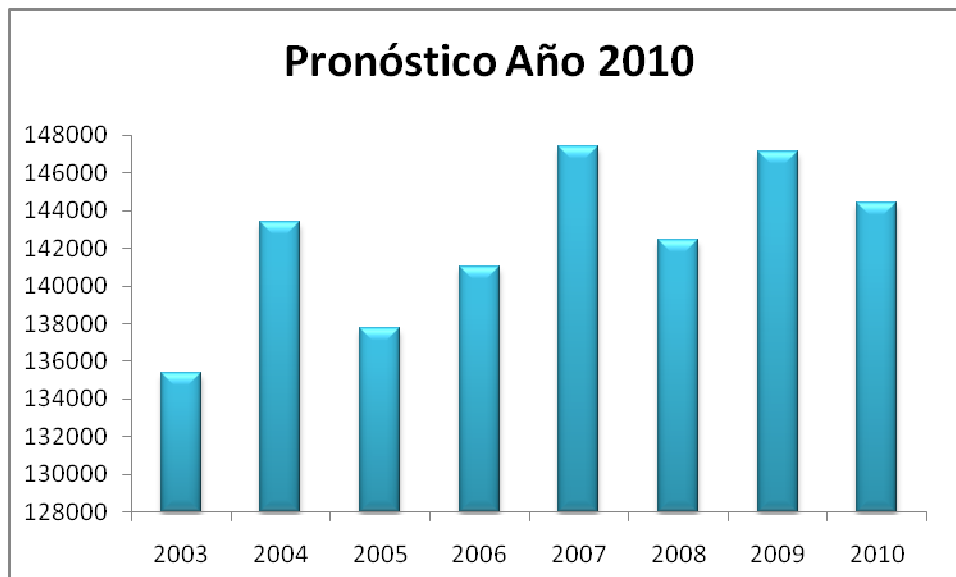
Tabla 19-Pronóstico Año 2010 Suavización Exponencial

Pronóstico Año 2009 Aminorado Exponencial			
Año	Periodo	Sacos Anuales Trillados	Sacos Anuales Pronosticados
2003	1	135,383	
2004	2	143,383	
2005	3	137,766	139,383
2006	4	141,044	138,736
2007	5	147,380	139,659
2008	6	142,423	142,748
2009	7	147,132	142,618
2010	8		144,423

Fuente: Autor del Trabajo

El método aminorado exponencial arroja un pronóstico para el año 2010 es de 144,423 sacos de excelso.

Gráfica 7-Pronóstico Año 2010 Suavización Exponencial



Fuente: Autor del Trabajo

7.3.3 Regresión Lineal

Teniendo en cuenta la fórmula de regresión lineal. Se desarrolla el método de regresión partiendo con la siguiente tabla:

Tabla 20-Regresión Lineal Año 2010

Año	Periodo (x)	Demanda (y)	Xy	x ²	y ²	Y
2003	1	132,818	132,818	1	17,640,621,124	136,281
2004	2	143,383	286,766	4	20,558,684,689	138,090
2005	3	137,766	413,298	9	18,979,470,756	139,898
2006	4	141,044	564,176	16	19,893,409,936	141,707
2007	5	147,380	736,900	25	21,720,864,400	143,515
2008	6	142,423	854,538	36	20,284,310,929	145,323
2009	7	147,132	1,029,924	49	21,647,825,424	147,132
2010	8					148,940

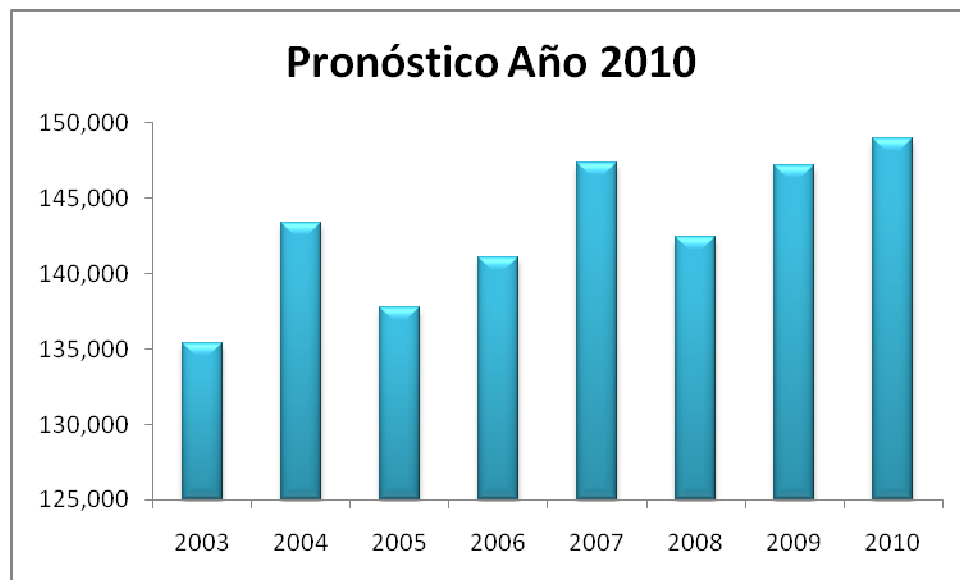
Fuente: Autor del Trabajo.

Es importante resaltar que la ecuación de la regresión no cambia ya que el nuevo punto se encuentra sobre la recta. Por consiguiente la ecuación de la regresión es:

$$Y=134472.93+1808.4x$$

Con el modelo de regresión se obtiene que el pronóstico para el año 2010 (reemplazar x por 8) es de 148,940 sacos de excelso.

Gráfica 8-Pronóstico Año 2010 Regresión Lineal



Fuente: Autor del Trabajo.

Una vez calculado el pronóstico por los distintos métodos se procede a estimar y analizar el error de cada uno de ellos para así elegir la técnica más confiable con el fin de poder realizar las demás proyecciones de los años restantes (2011-2012-2013)

7.3.4 Medición y Análisis del Error para el año 2010

Utilizando los criterios expuestos para la evaluación del error de un modelo de pronósticos: la menor desviación media absoluta (MAD) y la señal de rastreo (TS) en un intervalo entre 0 y 3. Se procede a evaluar cada técnica empleada en la siguiente tabla:

Tabla 21-Cálculo Error de Pronóstico Año 2010

Técnica	Año	T	Pronóstico	Demanda	Desviación	SCEP	DA	SDA	MAD	TS
Promedio Móvil Simple	2003	1	0	135,383	135,383	135,383	135,383	135,383	135,383	1.00
	2004	2	0	143,383	143,383	278,766	143,383	278,766	139,383	2.00
	2005	3	139,383	137,766	-1,617	277,149	1,617	280,383	93,461	2.97
	2006	4	138,844	141,044	2,200	279,349	2,200	282,583	70,646	3.95
	2007	5	139,394	147,380	7,986	287,335	7,986	290,569	58,114	4.94
	2008	6	140,991	142,423	1,432	288,767	1,432	292,001	48,667	5.93
	2009	7	141,230	147,132	5,902	294,669	5,902	297,903	42,558	6.92
Aminorado Exponencial	2003	1	0	135,383	135,383	135,383	135,383	135,383	135,383	1.00
	2004	2	0	143,383	143,383	278,766	143,383	278,766	139,383	2.00
	2005	3	139,383	137,766	-1,617	277,149	1,617	280,383	93,461	2.97
	2006	4	138,736	141,044	2,308	279,457	2,308	282,691	70,673	3.95
	2007	5	139,659	147,380	7,721	287,177	7,721	290,411	58,082	4.94
	2008	6	142,748	142,423	-325	286,853	325	290,736	48,456	5.92
	2009	7	142,618	147,132	4,514	291,367	4,514	295,250	42,179	6.91
Regresión Lineal	2003	1	136,281	135,383	-898	-898	898	898	898	-1.00
	2004	2	138,090	143,383	5,293	4,395	5,293	6,192	3,096	1.42
	2005	3	139,898	137,766	-2,132	2,263	2,132	8,324	2,775	0.82
	2006	4	141,707	141,044	-663	1,600	663	8,986	2,247	0.71
	2007	5	143,515	147,380	3,865	5,465	3,865	12,851	2,570	2.13
	2008	6	145,323	142,423	-2,900	2,565	2,900	15,752	2,625	0.98
	2009	7	147,132	147,132	0	2,565	0	15,752	2,250	1.14

Fuente: Autor del Trabajo

Al evaluar los dos criterios previamente explicados se puede concluir que:

- Por el criterio de la desviación media absoluta DMA, la mejor técnica resulta ser la de regresión lineal ya que tiene la menor DMA de todos (2,250 < 42,179 < 42,558).
- Por el criterio de la señal de rastreo TS, la mejor técnica también resulta ser la de regresión lineal ya que es la única que se encuentra entre el intervalo de 0 a 3.

Como este modelo de pronóstico resultó ser el más confiable estadísticamente, y además su forma de cálculo permite proyectar a futuro más de un periodo, se puede decir que las proyecciones realizadas para los años comprendidos entre 2010 y 2013 podrían ser igualmente tomadas como valores estadísticamente confiables.

A continuación se procede a realizar las proyecciones anualizadas del servicio de trilla de café y posteriormente usando los indicadores históricos mensuales se calcularán las proyecciones mensuales de los años 2010-2011-2012-2013.

7.4 Proyecciones Anualizadas y Mensuales para los Años 2010-2011-2012-2013

Como se menciona al final de la sección anterior para calcular las proyecciones anualizadas de los próximos cuatro años (2009 ya fue calculado), se usa la ecuación arrojada por el modelo de regresión lineal:

$$Y=134472.93+1808.4x$$

Las demandas anualizadas obtenidas son:

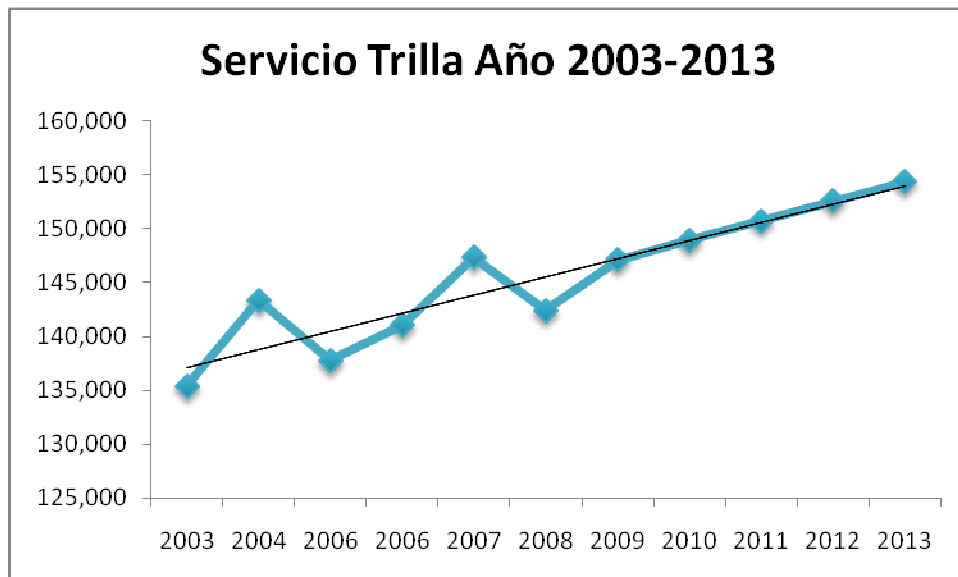
Tabla 22-Pronóstico Trilla Años 2009-2013

Pronóstico del servicio de trilla		
Año	t	Y
2009	7	147,132
2010	8	148,940
2011	9	150,749
2012	10	152,557
2013	11	154,365

Fuente: Autor del trabajo

A continuación se presenta la gráfica con todas las demandas históricas y proyectadas desde el 2003 hasta el 2013 (eje x: años y eje y: Sacos de café)

Gráfica 9-Servicio de Trilla 2003-2013



Fuente: Autor del Trabajo

Una vez se cuenta con el pronóstico anualizado de la demanda se procede a obtener dicho pronóstico mensual para cada año, con base en los indicadores mensuales históricos ya presentados en secciones anteriores y tomando como

supuesto que los indicadores van a tener una tendencia similar en los próximos años.

Tabla 23-Ponderación Mensual Histórica

Ponderación Mensual Histórica												
Enero	Feb	Mar	Abril	May	Junio	Julio	Agost	Sept	Oct	Nov	Dec	Total
7.85%	7.60%	8.60%	8.10%	8.59%	8.93%	8.37%	8.73%	8.13%	7.70%	9.35%	8.05%	100%

Fuente: Autor del trabajo

Usando nuevamente la siguiente ecuación, se estiman los pronósticos mensuales haciendo uso de los indicadores o ponderaciones:

$$Trilla\text{Proyectada mes } x = (trilla\text{ proyectada año en curso} - trilla\text{ real año en curso}) * \frac{\text{índice del mes } x}{\sum \text{índices de meses a calcular}}$$

Los resultados obtenidos se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 24-Pronóstico Mensual Años 2009-2013

Pronóstico Mensual Años 2009-2013 (Sacos de Excelso)													
Año	Enero	Feb	Mar	Abril	May	Junio	Julio	Agost	Sept	Oct	Nov	Dec	Total
2009	10,753	9,659	11,592	12,276	13,023	13,532	12,692	13,232	12,327	11,668	14,172	12,205	147,132
2010	11,694	11,318	12,809	12,062	12,795	13,296	12,471	13,001	12,112	11,465	13,925	11,992	148,940
2011	11,836	11,456	12,965	12,208	12,951	13,457	12,622	13,159	12,259	11,604	14,094	12,138	150,749
2012	11,978	11,593	13,120	12,355	13,106	13,619	12,773	13,317	12,406	11,743	14,263	12,284	152,557
2013	12,120	11,730	13,276	12,501	13,261	13,780	12,925	13,475	12,553	11,882	14,432	12,429	154,365

Fuente: Autor del Trabajo

Con esto se da fin al diseño de la propuesta estadística de los pronósticos, para así dar paso al análisis de los factores que restringen o afectan la demanda de servicio de trilla. En la siguiente sección se analizan dichos factores con el fin de presentar un completo diseño de una propuesta de pronósticos para la planta trilladora de Coodecafec.

7.5 Factores Controlables y No Controlables que Afectan la Demanda

En los casos en la que la demanda fuera inagotable no sería necesario realizar pronósticos y la producción dependería netamente de las condiciones técnicas de capacidad de la planta. La demanda desafortunadamente no es inagotable ya que existen factores que la restringen o la afectan, dichos factores se denominan: Factores controlables y no controlables.

De nada le sirve a una organización realizar pronósticos sin estudiar dichos factores. Por consiguiente, esta sección se dedica a realizar el estudio de los factores que afectan la demanda de trilla para Coodecafec.

Los factores controlables son aquellos que como su nombre lo dice la empresa en cierto modo puede controlar o tener conocimiento certero, entre ellos se encuentran: clientes, competencia.

- Clientes: Coodecafec se dedica a prestar servicio de trilla es por eso que cualquier exportador de café del país podría llegar a ser un cliente potencial de ellos. Actualmente los dos grandes clientes son: Federación Nacional de Cafeteros y Expocafé. Estos son los clientes fijos que tiene Coodecafec, en algunos casos le prestan servicio de trilla a otras exportadoras tales como: Carcafé, Laumayer, empresas de Nariño, Promotora de Inversiones²⁰.

Como se observa Coodecafec tiene un gran número de posibles clientes que actualmente se encuentran exportando. La siguiente tabla muestra la cantidad de café exportada por los clientes no fijos de Coodecafec:

Tabla 25-Exportaciones Clientes Febrero 2008

Cantidad exportada en Feb-08	
Exportador	Cantidad
Laumayer	34562
Carcafe	116551
Empresas de Nariño	14975
Promotora de Inversiones	3875
Total	169963

Fuente: Federación Nacional de Cafeteros

El factor cliente para el caso de Coodecafec puede afectar positiva como negativamente. Positivamente ya que si los exportadores aumentan el volumen de exportación ya sean los fijos o los no fijos requerirán mayor servicio de trilla y por ende contrataran para tal labor a Coodecafec. En caso contrario, si el volumen de exportación del país disminuye por ende disminuiría la demanda de servicio de trilla para Coodecafec. (Se realizará un análisis de las exportaciones más adelante).

- Competencia: Este es un factor de gran importancia para analizar, ya que el desconocimiento de la competencia puede afectar el negocio de la empresa. La competencia de Coodecafec son todas las plantas registradas que prestan servicio de trilla en el país las cuales son 116²¹ y específicamente las que se encuentran en la región de Cundinamarca.

²⁰ Fuente: Coodecafec

²¹ Entrevista Realizada al Dr. Octavio Castilla Gutiérrez. Director Nacional de Compras y Director logística y aprovisionamiento Almacafé S.A

Tabla 26-Trilladoras Cundinamarca

Trilladoras en Cundinamarca	
1	Trilladora Bachué
2	Trilladora Bogotá Carcafé
3	Trilladora Rocafé y Cía.
4	Almacafé Bogotá
5	Coodecafec Ltda.

Fuente: Federación Nacional de Cafeteros

El factor de competencia podría llevar a pensar que la demanda de Coodecafec se puede ver afectada sustancialmente pero en realidad no es así. Coodecafec al ser de una cooperativa tiene unos privilegios frente a otras plantas trilladoras ya que algunos exportadores como lo son la Federación Nacional de Cafeteros y Expocafé tienen un compromiso social de darle prioridad a las cooperativas para la prestación de servicio de trilla²².

El compromiso social de los exportadores con el país puede dar un grado de tranquilidad para Coodecafec ya que se le asegura que serán los elegidos por grandes exportadores para trillar el café de exportación. Este compromiso asegura que en el peor de los casos (exportaciones y/o producción baja) Coodecafec tendrá la certeza que serán los elegidos por los exportadores.

Los factores no controlables son aquellos factores que son indeterminados para la organización, entre ellos se encuentran: Producción de café, exportaciones y crisis económicas.

- Producción de café a nivel Nacional: Esto es un factor no controlable ya que Coodecafec no puede hacer nada al respecto con la producción de café (plantación de nuevas plantas o creación de cultivos). Este factor afectaría negativamente si la producción bajase drásticamente pero ocurriría el fenómeno contrario si aumentaría. Según la Federación Nacional de Cafeteros la producción de café en Colombia no va a disminuir por el contrario existe una alta probabilidad que aumente, esto se debe a un programa que se encuentra en desarrollo por parte de la Federación Nacional de Cafeteros (FNC).

Dicho programa llamado “plan de renovación” consiste en renovar los cultivos cafeteros del país es decir; mejorar los cultivos brindando mejores sistemas de riego para las plantas, brindar capacitaciones a los caficultores, mejorar las estructuras usadas para cultivar.²³ Este programa tal vez no asegura la creación de nuevos cultivos, pero

²² Entrevista realizada al Dr. Carlos Hernando Duque Peláez. Gerente General Expocafé.

²³ Entrevista realizada al Dr. Henry Parra Rodríguez. Director Programa beneficio del café de la Federación nacional de Cafeteros.

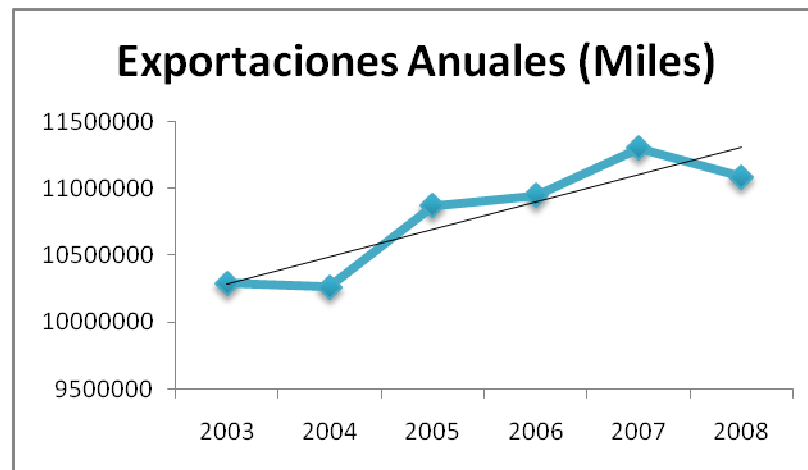
asegura que los cultivos actuales van a mejorar sus condiciones y por ende se podrá producir mejor café y mayor volumen.

En conclusión el factor de producción, muestra un panorama que puede transferir cierta tranquilidad a Coodecafec ya que el volumen de producción de café no presentara caídas en los próximos años si no por el contrario podría incrementar. Al incrementar el volumen de café en el país, habría más café para exportar y así se requeriría mayor servicio de trilla por parte de Coodecafec para sus clientes los exportadores.

- **Exportaciones:** Las exportaciones es otro de los factores no controlables que podrían afectar la demanda de trilla para Coodecafec. Si las exportaciones cayeran entonces se requiere menos trilla y así la demanda para Coodecafec bajaría, pero por el contrario si hay un aumento en las exportaciones por ende se requeriría mayor café y así la demanda de trilla aumentaría.

Según los pronósticos de la federación Nacional de Cafeteros las exportaciones no bajarán en los próximos años²⁴, a continuación se presenta la gráfica de exportaciones con su tendencia:

Gráfica 10-Exportaciones Anuales



Fuente: Federación Nacional de Cafeteros

Los pronósticos de la Federación Nacional de Cafeteros dan cierta tranquilidad a Coodecafec ya que suponen que las exportaciones crecerán o se mantendrán en los próximos años, ellos no contemplan una gran caída en los volúmenes de exportaciones de café Colombiano.

²⁴ Entrevista realizada al Dr. Luis Genaro Muñoz Ortega. Gerente Administrativo de la Federación Nacional de Cafeteros.

- Crisis Económica: La crisis económica es un factor indispensable que se debe analizar en este trabajo de grado. Es importante resaltar que los modelos estadísticos realizados tienen como base datos históricos en épocas de no crisis, hoy en día se habla o se está viviendo un ambiente de crisis mundial.

Esta crisis puede llegar a afectar la demanda de trilla para Coodecafec, ya que si los grandes importadores de Café Colombiano como lo son: Estados Unidos, Japón y Alemania²⁵ en su respectivo orden entran en recesión podrían dejar de importar café y por consiguiente bajarán las exportaciones Colombianas lo que a su vez podría disminuir la demanda del servicio de trilla para Coodecafec.

Sin embargo, un punto que la Federación de Cafeteros contempla que podría contrarrestar la crisis mundial en gran parte: Brasil el mayor productor de café en el mundo bajará drásticamente sus niveles de producción en los próximos años, esto debido a la época de sequías que se van a presentar²⁶. Si Brasil no tiene el suficiente café para suplir la demanda de exportación, los restantes países productores de café se verán en la necesidad de suplir dicha falencia ocasionada por la sequía en el territorio Brasileño. Colombia entraría a ser uno de esos países responsables de suplir demanda ya que es el segundo productor y uno de los exportadores más grandes de café a nivel mundial con Vietnam²⁷. Si Colombia tiene que exportar mayor cantidad de café, se va a requerir un mayor servicio de trilla y por consiguiente la demanda de servicio de trilla para Coodecafec podría verse afectada positivamente.

Como conclusión es posible que la crisis económica mundial afecte la demanda de Coodecafec, pero gracias a los pronósticos realizados por la Federación de Cafeteros hay un entorno optimista para el sector caficultor en Colombia²⁸.

Con esto se da fin al capítulo y se cumple el objetivo específico número uno que consiste en diseñar una propuesta de un modelo estadístico de pronósticos de producción y su respectivo análisis (medición del error, factores controlables y no controlables).

²⁵ Entrevista Realizada al Dr. Edgar Echeverry Gómez. Gerente Técnico de la Federación Nacional de Cafeteros.

²⁶ Entrevista Realizada al Dr. Luis Genaro Muñoz Ortega -Gerente Administrativo de la Federación de Cafeteros

²⁷ Entrevista Realizada al Dr. Carlos Alberto Saldías Barreneche - Líder Nacional de Extensión Rural de la Federación de Cafeteros

²⁸ Entrevista Realizada al Dr. Carlos Hernando Duque Peláez- Gerente General Expocafé

8. SISTEMAS DE INVENTARIO

El tema de inventarios, es otro aspecto indispensable en el área de producción ya que el no tener un control de los mismos trae como consecuencia a cualquier organización pérdidas económicas. Por el contrario, al tener un sistema claro y definido de inventarios una organización logra reducir sus costos, los beneficios económicos que se derivan de reducir los inventarios quedan claros con sólo analizar la estadística siguiente: “En Estados Unidos, el costo promedio de un inventario representa entre el 30 y 35 por ciento de su valor. Por ejemplo, si una empresa mantiene un inventario de 20 millones de dólares, éste le cuesta más de seis millones de dólares al año”.²⁹

Con el fin de diseñar una propuesta de mejoramiento para el proceso de producción de la trilladora de Coodecafec en este trabajo se estudia la forma como se manejan los inventarios internamente para así proceder con el diseño de una propuesta que optimice dicho manejo y a su vez exista una relación con la planeación elaborada en el capítulo anterior.

Es importante comenzar el capítulo aterrizando los conceptos básicos que se trabajan al realizar un estudio de sistemas de inventarios. El primer concepto a repasar es el de inventario, un inventario representa la cantidad de un material, recurso, o bien que sea usado en la organización. Por lo general el inventario en términos de producción se refiere a los materiales o bienes que contribuyen al producto que fabrica la empresa. El inventario para la producción generalmente se divide en³⁰:

- Materia Prima.
- Producto terminado.
- Componentes.
- Abastos.
- Materiales en proceso.

²⁹ Fuente: CHASE. JACOBS. AQUILANO. Administración de la producción y las operaciones. Editorial MC Graw Hill. 10 Edición.

³⁰ Fuente: CHASE. JACOBS. AQUILANO. Administración de la producción y las operaciones. Editorial MC Graw Hill. 10 Edición.

El proceso de Coodecafec se resume en el siguiente diagrama:

Figura 2-Proceso de Trilla



Fuente: Autor del Trabajo

Gracias a este diagrama se identifica los bienes que se trabajan en este capítulo de la siguiente manera:

- **Materia Prima:** es el café pergamino que entra para ser trillado. Se realiza el análisis de modelos de inventarios y un análisis de distribución de los mismos.
- **Producto terminado:** Café excelso, el cual es el resultado de trillar el pergamino. Se realiza un análisis de distribución del producto terminado.

Otro concepto importante al estudiar los inventarios, son los sistemas de inventarios. Un sistema de inventarios se define como las políticas y series de controles que regulan los inventarios y ayudan a determinar en qué niveles se debe mantener dicho inventario, cuándo se debe reabastecer de materia prima, y cuál debe ser el volumen de pedido.³¹ Los sistemas de inventarios en resumen buscan responder los siguientes dos interrogantes:

- ✓ ¿Cuándo ordenar?
- ✓ ¿Cuánto ordenar?

Las razones por las cuales las empresas mantienen un cierto nivel de inventarios son las siguientes³²:

1. Permite flexibilidad al programar la producción.
2. Afrontar las variaciones de la demanda.
3. Ofrece seguridad ante una variación en los tiempos de entrega de las materias primas.
4. Sacar provecho del tamaño económico de la orden de compra.

³¹ Fuente: CHASE. JACOBS. AQUILANO. Administración de la producción y las operaciones. Editorial MC Graw Hill. 10 Edición.

³² Fuente: CHASE. JACOBS. AQUILANO. Administración de la producción y las operaciones. Editorial MC Graw Hill. 10 Edición

Con el fin de tener control sobre los sistemas de inventarios, es necesario tener conocimiento de los siguientes aspectos:

- Costos (costos de inventario).
- Restricciones (espacio físico y peso).
- Volumen de pedido (variable o constante).
- Tiempos (punto de reorden, periodo de reorden y periodo de gestión).
- Demanda (dependiente o independiente).

Estos aspectos se van aclarando e identificando a medida que se va desarrollando de este trabajo.

8.1 Análisis Gerencial de la Materia Prima

El análisis gerencial de los inventarios consiste en hacerle entender a toda la organización que el éxito de una buena gestión de los inventarios depende de toda la organización y no de las personas encargadas de esta sección. Es importante que Coodecafec como organización entienda la importancia de un buen manejo de los inventarios tanto en términos de compras como de almacenamiento. Con el fin de lograr dicho entendimiento se debe realizar un manual de políticas de inventarios, el cual parte del análisis de distribución de los inventarios. Por ende se procede a realizar el análisis de distribución de los inventarios comenzando por la materia prima (café pergamino) para Coodecafec y a su vez se realiza también el manual de políticas con base en el análisis de la distribución.

Un análisis de distribución se conoce también con el nombre de clasificación ABC, la cual consiste en realizar un pareto el cual se basa en la lógica: “unos pocos tienen mucha importancia y muchos otros tienen poca importancia”. Aterrizando esto al tema de inventarios consiste en clasificar las referencias existentes de inventario en:³³

1. Grupo A: son las referencias de más importancia, por lo general abarcan el 15% superior de los bienes.
2. Grupo B: Son las referencias de media importancia, por lo general abarcan el siguiente 35% de los bienes.

³³ Fuente: CHASE. JACOBS. AQUILANO. Administración de la producción y las operaciones. Editorial MC Graw Hill. 10 Edición

3. Grupo C: Referencias de menor importancia, y generalmente abarcan el 50% restante.

El objetivo de aplicar esta ley en los inventarios es establecer un grado de control adecuado sobre cada uno de ellos, y este grado de control es conocido como manual de políticas de los inventarios.³⁴

Las clasificaciones más comunes se realizan por costo unitario (para análisis de distribución de materia prima), por precio de venta (para producto terminado) y por volumen de inventario (para producto terminado).³⁵ En esta sección se realiza la clasificación ABC de la materia prima, para el caso puntual de Coodecafec se presenta un caso particular: no es posible realizar la clasificación por grupos ya que la única referencia de materia prima es el café pergamino por consiguiente solo hay una referencia de inventario por clasificar, lo cual deja como resultante un solo grupo que en este caso sería el café pergamino y tendría clasificación A.

Es por esto que el manual de políticas para la materia prima se convierte en el manual de políticas para el manejo, control y almacenamiento del café pergamino. A continuación se presenta la propuesta del manual de políticas para la materia prima en coodecafec.

Tabla 27-Manual de Políticas para Materia Prima

Manual de políticas para el control, manejo y almacenamiento del pergamino (Grupo A) (Todas estas políticas se definen en el capítulo de documentación)	
Control	<ol style="list-style-type: none"> 1. Definir el tipo de inspección al silo de almacenamiento. 2. Definir el tipo de inspección a los sacos de pergamino. 3. Definir un sistema de evaluación y clasificación de proveedores con base en el cumplimiento de los requisitos establecidos. 4. Definir el stock mínimo de seguridad de acuerdo al modelo de inventario utilizado. (Definidos en los cálculos de los modelos de inventario)
Manejo	<ol style="list-style-type: none"> 1. Definir el personal indicado para manipular la materia prima.

³⁴ Fuente: CHASE. JACOBS. AQUILANO. Administración de la producción y las operaciones. Editorial MC Graw Hill. 10 Edición

³⁵ Fuente: CHASE. JACOBS. AQUILANO. Administración de la producción y las operaciones. Editorial MC Graw Hill. 10 Edición

Almacenamiento	<ol style="list-style-type: none"> 1. Definir las zonas de almacenamiento óptimas para la materia prima. 2. Definir las personas autorizadas a ingresar a las zonas de almacenamiento.
-----------------------	--

Fuente: Autor del trabajo.

Con esto se concluye el análisis gerencial y de distribución para la materia prima, para así dar paso a los modelos de inventarios (EOQ, modelo P y modelo Q) para la materia prima y concluir el capítulo con el análisis gerencial y de distribución del producto final o terminado (café excelso). La razón de trabajar en este orden se debe a que es más conveniente analizar y trabajar primero todo lo correspondiente a materia prima y después producto terminado.

8.2 Modelos de Inventario para la Materia Prima

Como se ha enunciado en varias ocasiones en este capítulo los modelos de inventario que se realizan son el modelo del lote económico conocido como el modelo EOQ, el modelo Q o también conocido como modelo de cantidad fija y tiempo variable, y por último el modelo P o también conocido como el modelo de tiempo fijo y cantidades variables. En conclusión los modelos de cantidad fija de orden son el modelo EOQ y el modelo Q, y el modelo de cantidad variable es el modelo P.

A continuación se presenta una tabla donde se muestran algunas diferencias entre los modelos de cantidad fija y cantidad variable:

Tabla 28-Diferencias Modelos de Inventarios

Característica	Modelo de cantidad fija	Modelo de cantidad variable
Cantidad de la orden	Cantidad constante	Cantidad variable
Cuándo colocar el pedido	Cuando el inventario se baja al punto de reorden	Cuando llega el periodo de revisiones
Llevar un registro	Cada vez que se añade o se retira una unidad del inventario	Solo se computa en el periodo de revisiones.
Tamaño del inventario	Inferior al modelo de cantidad variable	Mayor al modelo de cantidad fija de orden.

Fuente: Apuntes de clase de producción, profesor Jairo Alfonso Vargas.

Es importante aclarar que estos modelos son para demanda independiente, es decir; una demanda que no depende de otra. La demanda independiente es la demanda que se pronostica, por consiguiente es correcto usar estos modelos en este trabajo de grado ya que la demanda de Coodecafec es una demanda independiente.

Las siguientes secciones de este capítulo se dedican explícitamente a la aplicación de los modelos enunciados a la planta trilladora de Coodecafec, seguido del análisis gerencial del producto terminado para así cumplir el objetivo propuesto de diseñar una propuesta de un modelo de inventario de demanda independiente para materia prima y producto terminado.

8.3 Modelos de Cantidad fija de Orden para la Materia Prima (EOQ y Modelo Q)

El objetivo de los modelos de cantidad fija de orden es establecer el punto específico (ROP), y el tamaño de esa orden Q. Ese tamaño de orden es conocido como el lote económico (EOQ). Por consiguiente los pasos a seguir para la utilización de los modelos de cantidad fija de orden son calcular la cantidad óptima de pedido o el lote económico (EOQ) y calcular el ROP.

Para calcular el EOQ se usa la siguiente expresión matemática³⁶:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 * D * Cp}{Cu * Ca}}$$

Donde:

D: Demanda anual

Cp: Costo de colocar un pedido

Cu: Costo unitario

Ca: Costo de almacenamiento (% del costo unitario que representa mantener el inventario).

Es importante tener en cuenta las siguientes recomendaciones al hacer uso de la expresión anterior:³⁷

- La fórmula puede utilizarse solo si el pronóstico de la demanda es anualizado.
- La fórmula se puede usar cuando la demanda está en unidades únicamente.
- La fórmula solo sirve para modelos de recepción instantánea.

³⁶ Fuente: NAHMIA, STEVEN. Análisis de la producción y las operaciones. Editorial MC Graw Hill. 5ª Edición

³⁷ Fuente: NAHMIA, STEVEN. Análisis de la producción y las operaciones. Editorial MC Graw Hill. 5ª Edición

Para calcular el punto de reorden se usa la siguiente expresión:³⁸

$$ROP = \bar{d} * L + z\sigma_L$$

Donde:

\bar{d} : Demanda diaria promedio.

L: tiempo de entrega en días.

z: Número de desviaciones estándar para una probabilidad específica de servicio. Se obtiene de la gráfica de la distribución normal.

$z\sigma_L$: Inventario de seguridad.

σ_L : Desviación estándar de uso durante el tiempo de entrega.

Para calcular la desviación estándar de uso durante el tiempo de entrega se usa la siguiente expresión:³⁹

$$\sigma_L = \sqrt{\sum_{i=1}^L \sigma_{d_i}^2}$$

Donde:

L: Tiempo de entrega en días.

$\sigma_{d_i}^2$: Varianza de los días individuales.

Resumiendo, la solución del modelo de cantidad fija de orden ilustra la siguiente situación: Cuando el inventario se encuentre en el ROP se hace un nuevo pedido por un volumen igual al del EOQ.

En la siguiente sección se realizan los cálculos pertinentes al modelo de inventario de cantidad fija para los años que se realizaron las proyecciones de la demanda (2009-2010-2011-2012-2013).

8.3.1 Cálculo del Modelo de Cantidad Fija de Orden

Una vez expuesta la información en la sección anterior se procede a realizar todos los cálculos del modelo de cantidad fija de inventario para Coodecafec tomando como base los pronósticos de la demanda y los datos suministrados por la empresa.

³⁸ Fuente: CHASE. JACOBS. AQUILANO. Administración de la producción y las operaciones. Editorial MC Graw Hill. 10 Edición

³⁹ Fuente: NAHMIA, STEVEN. Análisis de la producción y las operaciones. Editorial MC Graw Hill. 5ª Edición

A continuación se procede a realizar los cálculos para los años 2009, 2010, 2011, 2012 y 2013 usando el modelo de cantidad fija de inventario. Teniendo en cuenta que las demandas que se usan son las proyecciones calculadas en el capítulo anterior y que esas demandas son de excelso, por consiguiente es necesario considerar el factor de rendimiento del 93 (para producir un saco de excelso de 70 kilos se requieren 93 kilos de pergamino) ya que este modelo es para materia prima (pergamino).

8.3.2 Cálculo del Modelo de Cantidad Fija de Orden para el 2009

Los datos para este año son:

- Demanda anual: 147,132 sacos de excelso. (Proyección calculada en el capítulo anterior, tabla 22 página 44).
- Costo unitario del pergamino: 4,849 por kilo (ver anexo A).
- La tasa de almacenamiento para este año es del 0.18% por kilo. (Fuente: Coodecafec).
- El costo de colocar una orden de pergamino es de 2234 (el proceso de pedir se explique más adelante).
- Lead time: 4 días. (Fuente: Coodecafec).
- Desviación estándar diaria de producción: 94 sacos de excelso. (Fuente: Coodecafec).
- Nivel de servicio estimado por Coodecafec: 95%. Valor de z para este nivel de servicio: 1.645 (Se obtiene de la función de la distribución normal).

Para facilidad en los cálculos se presentan los datos en kilos de café pergamino.

- Demanda anual:

$$147,132 \text{ sacos de excelso} * 70 \frac{\text{kilos}}{\text{saco de excelso}} = 10'299,240 \text{ kilos de excelso}$$

$$10'299,240 \text{ kilos de excelso} * \left(\frac{93 \text{ kilos de pergamino}}{70 \text{ kilos de excelso}} \right) = 13'683,276 \text{ kilos de pergamino}$$

- Desviación estándar diaria de producción:

$$103 \text{ sacos de excelsa} * 70 \frac{\text{kilos}}{\text{saco de excelsa}} = 7,210 \text{ kilos de excelsa}$$

$$7,210 * \left(\frac{93 \text{ kilos de pergamino}}{70 \text{ kilos de excelsa}} \right) = 9,579 \text{ kilos de pergamino}$$

- Costo de pedir: el costo de pedir está compuesto en este caso por mano de obra, teléfono, luz e impresión.

1. Mano de obra: en el proceso se involucran tres personas; el jefe de planta, el auxiliar de compras, y el ayudante del auxiliar. El costo que representa este proceso en mano de obra se refleja de la siguiente manera:

Jefe de planta: salario de \$3'473.000 mensuales (incluido factor prestacional) y dedica 10 minutos de su tiempo cuando hay compras. Esos 10 minutos equivalen a:

$(3'743,000 * 10) / 14,400 = \$2,412$ (el jefe de planta gana ese sueldo por trabajar 14,400 minutos al mes).

Auxiliar de compras: salario de \$1'434,500 mensuales (incluido factor prestacional) y dedica 30 minutos de su tiempo cuando hay compras. Estos 30 minutos equivalen a:

$(1'434,500 * 30) / 14400 = \2989 (el auxiliar de compras trabaja 14,400 minutos al mes).

Ayudante del auxiliar: salario de \$750,000 mensuales (incluido factor prestacional) y dedica 30 minutos de su tiempo cuando hay compras. Estos 30 minutos equivalen a:

$(750,000 * 30) / 14400 = \1563 (el ayudante labora 14400 minutos en el mes).

Por consiguiente el costo total de mano de obra al hacer un pedido es igual a:

$$\$2412 + \$2989 + \$1563 = \mathbf{\$6963}$$

2. Teléfono: los pedidos se elaboran por teléfono. Todos los proveedores se encuentran fuera de la ciudad por lo tanto el costo de la llamada se refleja de la siguiente manera:

Valor del minuto: \$120 por minuto (fuente: Coodecafec)

Duración de la llamada: 7 minutos (fuente: Coodecafec)
Costo total de la llamada: \$840

3. Gastos de impresión: en esta sección se contabilizan los costos del papel, computador, luz, tinta que se gastan al realizar una orden de compra. Según Coodecafec el gasto de todos estos rubros es de aproximadamente \$30 por orden de pedido.

Teniendo todos estos costos se procede a calcular el costo total de pedir el cual es el resultante de sumar los costos identificados en los numerales anteriores:

$$C_p = \$6,963 + \$840 + \$30 = \$7,833$$

El primer paso consiste en calcular el tamaño del lote económico o EOQ para este año:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 * D * C_p}{C_u * C_a}}$$

Reemplazando en la fórmula los datos correspondientes, se obtiene:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 * 13683276 * 7833}{4849 * 0.0018}}$$

$$**EOQ = 156,715 Kilos de Pergamino**$$

El tamaño del lote económico para el año 2009 es de 156,715 kilos de pergamino lo cual equivale a 3,918 sacos de pergamino. (Cada saco de pergamino es de 40 kilos).

Para calcular cuantas veces se realizan pedidos en el año se usa la siguiente fórmula:

$$N = \frac{\text{Demanda Anual}}{EOQ}$$

$$N = \frac{13683276}{156,715} = 87 \text{ veces}$$

Bajo estas condiciones Coodecafec debe realizar aproximadamente 87 pedidos en el año.

A continuación se calcula el punto de reorden o ROP:

$$ROP = \bar{d} * L + z\sigma_L$$

Es necesario calcular la desviación estándar de uso durante el tiempo de entrega, mediante el siguiente cálculo:

$$\sigma_L = \sqrt{9579^2 * 4}$$

$$\sigma_L = 19,158$$

La desviación estándar de uso o de producción durante el tiempo de entrega (4 días) es de 19,158 kilos de pergamino.

La demanda diaria es el resultado de dividir la demanda anual en el número de días laborales del año (se asumen 52 semanas por año y Coodecafec labora 6 días a la semana), por ende la demanda diaria para el 2009 es de 47,844 kilos de pergamino. El procedimiento se expone a continuación:

$$\bar{d} = \left(\frac{147,132}{286}\right) * (70) * \left(\frac{93}{70}\right)$$

$$\bar{d} = 47,844$$

Teniendo ya todos los datos requeridos se calcula el ROP:

$$ROP = \bar{d} * L + z\sigma_L$$

$$ROP = (47,844 * 4) + (1.645 * 19,158)$$

$$ROP = 222,891$$

Para este año el inventario de seguridad es de 31,515 kilos de pergamino. (1.645*19,158) el cual equivale a 788 sacos.

El punto de reorden es de 222,891 kilos de pergamino, lo que equivale a 5,572 sacos de café pergamino.

Por consiguiente si Coodefec usa el modelo de cantidad fija de orden tendría el siguiente comportamiento, cada vez que el inventario llegue a 5,572 sacos de pergamino debe pedir 3,918 sacos.

Como se menciona al comienzo de este capítulo los inventarios tienen una representación importante en los costos, el costo total anual de modelo (implica mantener el inventario de seguridad únicamente) para Coodecafec por medio

del modelo de cantidad fija de orden se calcula mediante el uso de la siguiente expresión.

$$CT = (Is * C_u * C_A) + \left(\frac{D}{EOQ} * C_P \right) + \left(\frac{EOQ}{2} * C_A * C_u \right)$$

CT = Costo de mantener inventario + costo de pedido + costo de almacenamiento

Donde:

D: Demanda Anual

C_U: Costo Unitario

C_A: Costo de almacenamiento (% del costo unitario que representa mantener el inventario).

EOQ: Tamaño del lote económico.

C_P: Costo de pedir

Is: Inventario de seguridad

Reemplazando los valores en la ecuación, el costo total anual para el año 2009 es de cómo los datos de los costos están por kilo, se trabaja con la demanda en kilos:

$$CT = (31,515 * 4,849 * 0.0018) + \left(\frac{13'683,276}{156715} * 7833 \right) + \left(\frac{156715}{2} * 0.0018 * 4849 \right)$$

$$CT = 275,069 + 683,923 + 683,920$$

$$CT = \$1'642,912$$

Al comparar el costo de almacenamiento y el costo anual de pedir se demuestra que el costo que se obtiene es el costo mínimo del modelo, ya que son aproximadamente iguales.⁴⁰

En conclusión usando el modelo de cantidad fija de orden la situación para Coodecafec para el año en curso (2009) es: cada vez que el inventario llegue a 5,572 sacos de pergamino debe pedir 3,918 sacos. Teniendo un costo total anual el modelo de aproximadamente \$1'642,912

⁴⁰ Fuente: CHASE. JACOBS. AQUILANO. Administración de la producción y las operaciones. Editorial MC Graw Hill. 10 Edición

8.3.3 Cálculo del Modelo de Cantidad Fija de Orden para el Año 2010

Los datos para este año son:

- Demanda anual: 148,940 sacos de excelso (Demanda pronosticada en el capítulo anterior, tabla 22 página 44).
- Costo unitario del pergamino: \$4639 por kilo (ver anexo A).
- La tasa de almacenamiento para este año es del 0.18% por kilo. Esta tasa no cambia ya que está sujeta a cambios debido a un siniestro, se supone que en el año 2009 no habrá ninguno.
- El costo de colocar una orden de pergamino es de \$7972 el cual se obtiene de:
 1. Mano de obra: salario del jefe de planta se mantiene constante en 3'473,000 (incluido factor prestacional) y el tiempo dedicado será de 10 minutos. Estos 10 minutos equivalen a \$2412

Auxiliar de compras: salario se mantiene constante en \$1'434,500 (incluido factor prestacional) el tiempo dedicado será de 30 minutos. Estos 30 minutos equivalen a: \$2989

Ayudante del auxiliar de compras: En este caso según el gerente de la planta el salario para el ayudante del auxiliar de compras para el año 2010 será de \$815,400 (incluido factor prestacional) y el tiempo dedicado será de 30 minutos. Estos 30 minutos con un nuevo salario de \$540,000 equivalen a: \$1699

Por consiguiente el costo total de mano de obra al colocar un pedido para el año 2010 es de: $\$2412 + \$2989 + \$1699 = \mathbf{\$7099}$

2. Teléfono: los pedidos se seguirán realizando por teléfono y gracias a una tarifa empresarial que tiene Coodecafec el valor del minuto nacional seguirá siendo \$120 por minuto. Las llamadas duran aproximadamente siete minutos, por lo tanto el costo del teléfono es de \$840 por orden de pedido.
3. Gatos de impresión: En este rubro se supone un incremento promedio al de los últimos dos años en la energía, el cual sería del 8.73%. Con este supuesto el costo de colocar un pedido para el año 2010 será de \$32.62 (ver tabla presentada a continuación)

Tabla 29-Incremento Costo de Energía

Incremento del costo de la energía		
Año	\$ kWh	Incremento (%)
2007	245.05	
2008	267.17	9.03%
2009	289.6952	8.43%
2010	314.9824	8.73%
2011	342.0077	8.58%
2012	371.6065	8.65%
2013	403.6285	8.62%

Fuente: Codensa

El costo total de colocar una orden para el año 2010 es de:
 $\$7099 + \$840 + \$32.62 = \mathbf{\$7972}$

- Lead Time: 4 días. Se exigirá a los proveedores el mismo plazo de entrega que el año anterior.
- Desviación estándar diaria de producción: 104 sacos de excelso, suponiendo que se mantendrá el mismo porcentaje de variación (20%).
- Nivel de servicio estimado por Coodecafec: 95%. Valor de z para este nivel de servicio: 1.645 (Se obtiene de la función de distribución normal).

Para facilidad en los cálculos se presentan los datos en kilos de café pergamino.

- Demanda anual:

$$148,940 \text{ sacos de excelso} * 70 \frac{\text{kilos}}{\text{saco de excelso}} = 10'425,800 \text{ kilos de excelso}$$

$$10'425,800 \text{ kilos de excelso} * \left(\frac{93 \text{ kilos de pergamino}}{70 \text{ kilos de excelso}} \right) = 13'651,420 \text{ kilos de pergamino}$$

- Desviación estándar diaria de producción:

$$104 \text{ sacos de excelso} * 70 \frac{\text{kilos}}{\text{saco de excelso}} = 7,280 \text{ kilos de excelso}$$

$$7,280 * \left(\frac{93 \text{ kilos de pergamino}}{70 \text{ kilos de excelso}} \right) = 9,672 \text{ kilos de pergamino}$$

Calculando el EOQ para este año se obtiene:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 * 13851420 * 7972}{4639 * 0.0018}}$$

$$EOQ = 162,629$$

El tamaño del lote económico para el año 2010 con las condiciones expuestas es de 162,629 kilos pergamino, los cuales corresponden a 4066 sacos de café pergamino.

Para calcular cuantas veces se realizan pedidos en el año se usa la siguiente fórmula:

$$N = \frac{\text{Demanda Anual}}{EOQ}$$

$$N = \frac{13851420}{162629} = 85 \text{ veces}$$

Bajo estas condiciones Coodecafec debe realizar aproximadamente 85 pedidos en el año.

A continuación se calcula el punto de reorden o ROP para el año 2010:

$$ROP = \bar{d} * L + z\sigma_L$$

Es necesario calcular la desviación estándar de uso durante el tiempo de entrega, mediante el siguiente cálculo:

$$\sigma_L = \sqrt{9672^2 * 4}$$

$$\sigma_L = 19,344$$

La desviación estándar de uso o de producción durante el tiempo de entrega (4 días) es de 19,344 kilos de pergamino.

La demanda diaria es el resultado de dividir la demanda anual en el número de días laborales del año, por ende la demanda diaria para el 2010 es de 48,432 kilos de pergamino. El procedimiento se expone a continuación:

$$\bar{d} = \left(\frac{148940}{286}\right) * (70) * \left(\frac{93}{70}\right)$$

$$\bar{d} = 48,432$$

Teniendo ya todos los datos requeridos se calcula el ROP:

$$ROP = \bar{d} * L + z\sigma_L$$

$$ROP = (48,432 * 4) + (1.645 * 19,344)$$

$$ROP = 225,549$$

El punto de reorden es de 225,549 kilos de pergamino, lo que equivale a 5,639 sacos de café pergamino.

En el año 2010 el inventario de seguridad es de 31,821 kilos de pergamino.

Por consiguiente si Coodefec usa el modelo de cantidad fija de orden tendría el siguiente comportamiento, cada vez que el inventario llegue a 5,639 sacos de pergamino debe pedir 4066 sacos.

Como se menciona al comienzo de este capítulo los inventarios tienen una representación importante, el costo total anual del modelo de inventario para Coodecafec por medio del modelo de cantidad fija de orden se calcula mediante el uso de la siguiente expresión.

$$CT = (Is * C_u * C_A) + \left(\frac{D}{EOQ} * C_P\right) + \left(\frac{EOQ}{2} * C_A * C_u\right)$$

CT = Costo de mantener inventario + costo de pedido + costo de almacenamiento

Donde:

D: Demanda Anual

C_U: Costo Unitario

C_A: Costo de almacenamiento (% del costo unitario que representa mantener el inventario).

EOQ: Tamaño del lote económico.

C_P: Costo de pedir

Is: Inventario de seguridad

Reemplazando los valores en la ecuación, el costo total anual para el año 2010 es de cómo los datos de los costos están por kilo, se trabaja con la demanda en kilos:

$$CT = (31821 * 4639 * 0.0018) + \left(\frac{13851420}{162629} * 7972 \right) + \left(\frac{162629}{2} * 0.0018 * 4639 \right)$$

$$CT = 265,712 + 678,990 + 678,992$$

$$CT = \$1'623,694$$

Al comparar el costo de almacenamiento y el costo anual de pedir se demuestra que el costo que se obtiene es el costo mínimo de inventario, ya que son aproximadamente iguales.

En conclusión usando el modelo de cantidad fija de orden la situación para Coodecafec para el año 2010 es: cada vez que el inventario llegue a 5,639 sacos de pergamino debe pedir 4066 sacos. Teniendo un costo total anual el modelo aproximado de \$1'623,694

8.3.4 Cálculo del Modelo de Cantidad Fija de Orden para el Año 2011

Los datos para este año son:

- Demanda anual: 150,749 sacos de excelso (Demanda pronosticada en el capítulo anterior, tabla 22 página 44).
- Costo unitario del pergamino: \$4891 por kilo (ver anexo A).
- La tasa de almacenamiento para este año es del 0.18% por kilo. Esta tasa no cambia ya que está sujeta a algún siniestro y se hace la suposición que no habrá siniestros.
- El costo de colocar una orden de pergamino es de \$8971 el cual se obtiene de:
 1. Mano de obra: sueldo del jefe de planta según Coodecafec para el año 2011 estará en 3'775,000 (incluido factor prestacional) y el tiempo dedicado será de 10 minutos. Estos 10 minutos equivalen a \$2622

Auxiliar de compras: según Coodecafec se espera que en el 2011 el salario de esta persona sea de \$1'736,500 (incluido factor prestacional), el tiempo dedicado será de 30 minutos. Estos 30 minutos equivalen a: \$3618

Ayudante del auxiliar de compras: En este caso según el gerente de la planta el salario para el ayudante del auxiliar de compras

para el año 2011 será de \$890,900 (incluido factor prestacional) y el tiempo dedicado será de 30 minutos. Estos 30 minutos con un nuevo salario de \$890,900 equivalen a: \$1856

Por consiguiente el costo total de mano de obra al colocar un pedido para el año 2011 es de: \$2622+\$3618+\$1856 = **\$8095**

2. Teléfono: los pedidos se seguirán realizando por teléfono y gracias a una tarifa empresarial (fuente: gerente de la planta) que tiene Coodecafec el valor del minuto nacional seguirá siendo \$120 por minuto. Las llamadas duran aproximadamente siete minutos, por lo tanto el costo del teléfono es de \$840 por orden de pedido.
3. Gastos de impresión: En este rubro se supone un incremento del 8.58% con respecto al año anterior. Con este supuesto el costo de colocar un pedido para el año 2011 será de \$35.42 (ver tabla 29)

Con estos datos, el costo total de realizar un pedido para el año 2011 es: \$840+\$35.42+8095=\$8971

- Lead Time: 4 días. Se exigirá a los proveedores el mismo plazo de entrega que el año anterior.
- Desviación estándar diaria de producción: 105 sacos de excelso, suponiendo que se mantendrá el mismo porcentaje de variación (20%).
- Nivel de servicio estimado por Coodecafec: 95%. Valor de z para este nivel de servicio: 1.645 (Se obtiene de la función de distribución normal).

Para facilidad en los cálculos se presentan los datos en kilos de café pergamino.

- Demanda anual:

$$150,749 \text{ sacos de excelso} * 70 \frac{\text{kilos}}{\text{saco de excelso}} = 10',552,430 \text{ kilos de excelso}$$

$$10',552,430 \text{ kilos de excelso} * \left(\frac{93 \text{ kilos de pergamino}}{70 \text{ kilos de excelso}} \right) = 14',019,657 \text{ kilos de pergamino}$$

- Desviación estándar diaria de producción:

$$105 \text{ sacos de excelso} * 70 \frac{\text{kilos}}{\text{saco de excelso}} = 7,350 \text{ kilos de excelso}$$

$$7,350 * \left(\frac{93 \text{ kilos de pergamino}}{70 \text{ kilos de excelsa}} \right) = 9,765 \text{ kilos de pergamino}$$

Calculando el EOQ para este año se obtiene:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 * 14019657 * 8971}{4891 * 0.0018}}$$

$$EOQ = 169,032$$

El tamaño del lote económico para el año 2011 con las condiciones expuestas es de 169,032 kilos pergamino, los cuales corresponden a 4,226 sacos de café pergamino.

Para calcular cuantas veces se realizan pedidos en el año se usa la siguiente fórmula:

$$N = \frac{\text{Demanda Anual}}{EOQ}$$

$$N = \frac{14019657}{169032} = 83 \text{ veces}$$

Bajo estas condiciones Coodecafec debe realizar aproximadamente 83 pedidos en el año.

A continuación se calcula el punto de reorden o ROP para el año 2011:

$$ROP = \bar{d} * L + z\sigma_L$$

Es necesario calcular la desviación estándar de uso durante el tiempo de entrega, mediante el siguiente cálculo:

$$\sigma_L = \sqrt{9765^2 * 4}$$

$$\sigma_L = 19,530$$

La desviación estándar de uso o de producción durante el tiempo de entrega (4 días) es de 19,530 kilos de pergamino.

La demanda diaria es el resultado de dividir la demanda anual en el número de días laborales del año, por ende la demanda diaria para el 2011 es de 49,020 kilos de pergamino. El procedimiento se expone a continuación:

$$\bar{d} = \left(\frac{150749}{286}\right) * (70) * \left(\frac{93}{70}\right)$$

$$\bar{d} = 49,020$$

Teniendo ya todos los datos requeridos se calcula el ROP:

$$ROP = \bar{d} * L + z\sigma_L$$

$$ROP = (49,020 * 4) + (1.645 * 19,530)$$

$$ROP = 228,207$$

El punto de reorden es de 228,207 kilos de pergamino, lo que equivale a 5,705 sacos de café pergamino.

Para el año 2011 el inventario de seguridad es de 32,127 kilos de pergamino.

Por consiguiente si Coodefec usa el modelo de cantidad fija de orden tendría el siguiente comportamiento, cada vez que el inventario llegue a 5,705 sacos de pergamino debe pedir 2,917 sacos de pergamino.

Como se menciona al comienzo de este capítulo los inventarios tienen una representación importante, el costo total anual del inventario para Coodecafec por medio del modelo de cantidad fija de orden se calcula mediante el uso de la siguiente expresión.

$$CT = (Is * C_u * C_A) + \left(\frac{D}{EOQ} * C_P\right) + \left(\frac{EOQ}{2} * C_A * C_u\right)$$

CT = Costo de mantener inventario + costo de pedido + costo de almacenamiento

Donde:

D: Demanda Anual

C_U: Costo Unitario

C_A: Costo de almacenamiento (% del costo unitario que representa mantener el inventario).

EOQ: Tamaño del lote económico.

C_P: Costo de pedir

Is: Inventario de seguridad

Reemplazando los valores en la ecuación, el costo total anual del modelo para el año 2011 es de cómo los datos de los costos están por kilo, se trabaja con la demanda en kilos:

$$CT = (32,127 * 4891 * 0.0018) + \left(\frac{14019657}{169032} * 8971 \right) + \left(\frac{169032}{2} * 0.0018 * 4891 \right)$$

$$CT = 282,840 + 744,062 + 744,062$$

$$CT = \$1'770,964$$

Al comparar el costo anual por mantener inventario y el costo anual de la orden se demuestra que el costo que se obtiene es el costo mínimo de inventario, ya que son aproximadamente iguales.

En conclusión usando el modelo de cantidad fija de orden la situación para Coodecafec para el año 2011 es: cada vez que el inventario llegue a 5,705 sacos de pergamino debe pedir 4,226 sacos. Teniendo un costo total anual el modelo aproximado de \$1'770,964

8.3.5 Cálculo del Modelo de Cantidad Fija de Orden para el Año 2012

Los datos para este año son:

- Demanda anual: 152,557 sacos de excelso (Demanda pronosticada en el capítulo anterior, tabla 22 página 44).
- Costo unitario del pergamino: \$5143 por kilo (ver anexo A).
- La tasa de almacenamiento para este año es del 0.18% por kilo. Esta tasa no cambia ya que está sujeta a algún siniestro y se hace la suposición que no habrá siniestros.
- El costo de colocar una orden de pergamino es de \$9100 el cual se obtiene de:
 1. Mano de obra: salario del jefe de planta según Coodecafec para el año 2012 será de 3'775,000 (incluido factor prestacional) y el tiempo dedicado será de 10 minutos. Estos 10 minutos equivalen a \$2622

Auxiliar de compras: según Coodecafec se espera que en el 2012 el salario de esta persona sea de \$1'736,500, el tiempo dedicado será de 30 minutos. Estos 30 minutos equivalen a: \$3618

Ayudante del auxiliar de compras: En este caso según el gerente de la planta el salario para el ayudante del auxiliar de compras para el año 2012 será de \$951,300 y el tiempo dedicado será de 30 minutos. Estos 30 minutos con un nuevo salario de \$951300 equivalen a: \$1982

Por consiguiente el costo total de mano de obra al colocar un pedido para el año 2012 es de: \$2622+\$3618+\$1982=**\$8221**

2. Teléfono: los pedidos se seguirán realizando por teléfono y gracias a una tarifa empresarial (fuente: gerente de la planta) que tiene Coodecafec el valor del minuto nacional seguirá siendo \$120 por minuto. Las llamadas duran aproximadamente siete minutos, por lo tanto el costo del teléfono es de \$840 por orden de pedido.
3. Gastos de impresión: En este rubro se supone un incremento del 8.65% con respecto al año anterior. Con este supuesto el costo de colocar un pedido para el año 2012 será de \$38.48 (ver tabla 29)

Con estos datos, el costo total de realizar un pedido para el año 2012 es: \$840+\$38.48+8221=\$9100

- Lead Time: 4 días. Se exigirá a los proveedores el mismo plazo de entrega que el año anterior.
- Desviación estándar diaria de producción: 107 sacos de excelso, suponiendo que se mantendrá el mismo porcentaje de variación (20%).
- Nivel de servicio estimado por Coodecafec: 95%. Valor de z para este nivel de servicio: 1.645 (Se obtiene de la función de distribución normal).

Para facilidad en los cálculos se presentan los datos en kilos de café pergamino.

- Demanda anual:

$$152,557 \text{ sacos de excelso} * 70 \frac{\text{kilos}}{\text{saco de excelso}} = 10,678,990 \text{ kilos de excelso}$$

$$10,678,990 \text{ kilos de excelso} * \left(\frac{93 \text{ kilos de pergamino}}{70 \text{ kilos de excelso}} \right) = 14,187,801 \text{ kilos de pergamino}$$

- Desviación estándar diaria de producción:

$$107 \text{ sacos de excelsa} * 70 \frac{\text{kilos}}{\text{saco de excelsa}} = 7,490 \text{ kilos de excelsa}$$

$$7,490 * \left(\frac{93 \text{ kilos de pergamino}}{70 \text{ kilos de excelsa}} \right) = 9,951 \text{ kilos de pergamino}$$

Calculando el EOQ para este año se obtiene:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 * 14187801 * 9100}{5143 * 0.0018}}$$

$$EOQ = 167,012$$

El tamaño del lote económico para el año 2012 con las condiciones expuestas es de 167,012 kilos pergamino, los cuales corresponden a 4175 sacos de café pergamino.

Para calcular cuantas veces se realizan pedidos en el año se usa la siguiente fórmula:

$$N = \frac{\text{Demanda Anual}}{EOQ}$$

$$N = \frac{14187801}{167012} = 85 \text{ veces}$$

Bajo estas condiciones Coodecafec debe realizar aproximadamente 85 pedidos en el año.

A continuación se calcula el punto de reorden o ROP para el año 2012:

$$ROP = \bar{d} * L + z\sigma_L$$

Es necesario calcular la desviación estándar de uso durante el tiempo de entrega, mediante el siguiente cálculo:

$$\sigma_L = \sqrt{9951^2 * 4}$$

$$\sigma_L = 19,902$$

La desviación estándar de uso o de producción durante el tiempo de entrega (4 días) es de 18,228 kilos de pergamino.

La demanda diaria es el resultado de dividir la demanda anual en el número de días laborales del año, por ende la demanda diaria para el 2012 es de 49,608 kilos de pergamino. El procedimiento se expone a continuación:

$$\bar{d} = \left(\frac{152557}{286}\right) * (70) * \left(\frac{93}{70}\right)$$

$$\bar{d} = 49,608$$

Teniendo ya todos los datos requeridos se calcula el ROP:

$$ROP = \bar{d} * L + z\sigma_L$$

$$ROP = (49,608 * 4) + (1.645 * 19,902)$$

$$ROP = 231,171$$

El punto de reorden es de 231,171 kilos de pergamino, lo que equivale a 5,779 sacos de café pergamino.

El inventario de seguridad para el año 2012 es de 32,739 kilos de pergamino.

Por consiguiente si Coodefec usa el modelo de cantidad fija de orden tendría el siguiente comportamiento, cada vez que el inventario llegue a 5,779 sacos de pergamino debe pedir 4175 sacos de pergamino.

Como se menciona al comienzo de este capítulo los inventarios tienen una representación importante, el costo total anual del inventario para Coodecafec por medio del modelo de cantidad fija de orden se calcula mediante el uso de la siguiente expresión.

$$CT = (Is * C_u * C_A) + \left(\frac{D}{EOQ} * C_P\right) + \left(\frac{EOQ}{2} * C_A * C_u\right)$$

CT = Costo de mantener inventario + costo de pedido + costo de almacenamiento

Donde:

D: Demanda Anual

C_U: Costo Unitario

C_A : Costo de almacenamiento (% del costo unitario que representa mantener el inventario).

EOQ: Tamaño del lote económico.

C_P : Costo de pedir

I_s : Inventario de seguridad

Reemplazando los valores en la ecuación, el costo total anual para el año 2012 es de cómo los datos de los costos están por kilo, se trabaja con la demanda en kilos:

$$CT = (32,739 * 5143 * 0.0018) + \left(\frac{14187801}{167012} * 9100 \right) + \left(\frac{167012}{2} * 0.0018 * 5143 \right)$$

$$CT = 303,078 + 773,052 + 773,049$$

$$CT = \$1'849,179$$

Al comparar el costo anual por mantener inventario y el costo anual de la orden se demuestra que el costo que se obtiene es el costo mínimo del modelo de inventario, ya que son aproximadamente iguales.

En conclusión usando el modelo de cantidad fija de orden la situación para Coodecafec para el año 2012 es: cada vez que el inventario llegue a 5,779 sacos de pergamino debe pedir 4175 sacos. Teniendo un costo total anual este modelo aproximado de \$1'849,179

8.3.6 Cálculo del Modelo de Cantidad Fija de Orden para el Año 2013

Los datos para este año son:

- Demanda anual: 154,365 sacos de excelso (Demanda pronosticada en el capítulo anterior, tabla 22 página 44).
- Costo unitario del pergamino: \$5395 por kilo (ver anexo A).
- La tasa de almacenamiento para este año es del 0.18% por kilo. Esta tasa no cambia ya que está sujeta a algún siniestro y se hace la suposición que no habrá siniestros.
- El costo de colocar una orden de pergamino es de \$9264 el cual se obtiene de:
 1. Mano de obra: salario del jefe de planta según Coodecafec para el año 2013 será de 3'775,000 y el tiempo dedicado será de 10 minutos. Estos 10 minutos equivalen a \$2622

Auxiliar de compras: según Coodecafec se espera que en el 2013 el sueldo de esta persona sea de \$1'736,500, el tiempo dedicado será de 30 minutos. Estos 30 minutos equivalen a: \$3618

Ayudante del auxiliar de compras: En este caso según el gerente de la planta el sueldo para el ayudante del auxiliar de compras para el año 2013 será de \$1'028,640 y el tiempo dedicado será de 30 minutos. Estos 30 minutos con un nuevo salario de \$1'028,640 equivalen a: \$2143

Por consiguiente el costo total de mano de obra al colocar un pedido para el año 2013 es de: \$2622+\$3618+\$2143=**\$8382**

2. Teléfono: los pedidos se seguirán realizando por teléfono y gracias a una tarifa empresarial (fuente: gerente de la planta) que tiene Coodecafec el valor del minuto nacional seguirá siendo \$120 por minuto. Las llamadas duran aproximadamente siete minutos, por lo tanto el costo del teléfono es de \$840 por orden de pedido.
3. Gastos de impresión: En este rubro se supone un incremento del 8.62% con respecto al año anterior. Con este supuesto el costo de colocar un pedido para el año 2013 será de \$41.8 (ver tabla 29)

Con estos datos, el costo total de realizar un pedido para el año 2013 es: \$840+\$41.8+9392=\$9264

- Lead Time: 4 días. Se exigirá a los proveedores el mismo plazo de entrega que el año anterior.
- Desviación estándar diaria de producción: 108 sacos de excelso, suponiendo que se mantendrá el mismo porcentaje de variación (20%).
- Nivel de servicio estimado por Coodecafec: 95%. Valor de z para este nivel de servicio: 1.645 (Se obtiene de la función de distribución normal).

Para facilidad en los cálculos se presentan los datos en kilos de café pergamino.

- Demanda anual:

$$154,365 \text{ sacos de excelso} * 70 \frac{\text{Kilos}}{\text{saco de excelso}} = 10'805,550 \text{ kilos de excelso}$$

$$10'805,550 \text{ kilos de excelso} * \left(\frac{93 \text{ kilos de pergamino}}{70 \text{ kilos de excelso}} \right) = 14'355,945 \text{ kilos de pergamino}$$

- Desviación estándar diaria de producción:

$$108 \text{ sacos de excelsa} * 70 \frac{\text{kilos}}{\text{saco de excelsa}} = 7.560 \text{ kilos de excelsa}$$

$$7.560 * \left(\frac{93 \text{ kilos de pergamino}}{70 \text{ kilos de excelsa}} \right) = 10.044 \text{ kilos de pergamino}$$

Calculando el EOQ para este año se obtiene:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 * 14355945 * 9264}{5395 * 0.0018}}$$

$$EOQ = 165,500$$

El tamaño del lote económico para el año 2013 con las condiciones expuestas es de 165,500 kilos pergamino, los cuales corresponden a 4,138 sacos de café pergamino.

Para calcular cuantas veces se realizan pedidos en el año se usa la siguiente fórmula:

$$N = \frac{\text{Demanda Anual}}{EOQ}$$

$$N = \frac{14355945}{165500} = 87 \text{ veces}$$

Bajo estas condiciones Coodecafec debe realizar aproximadamente 87 pedidos en el año 2013.

A continuación se calcula el punto de reorden o ROP para el año 2013:

$$ROP = \bar{d} * L + z\sigma_L$$

Es necesario calcular la desviación estándar de uso durante el tiempo de entrega, mediante el siguiente cálculo:

$$\sigma_L = \sqrt{10044^2 * 4}$$

$$\sigma_L = 20,088$$

La desviación estándar de uso o de producción durante el tiempo de entrega (4 días) es de 20,088 kilos de pergamino.

La demanda diaria es el resultado de dividir la demanda anual en el número de días laborales del año, por ende la demanda diaria para el 2013 es de 50,196 kilos de pergamino. El procedimiento se expone a continuación:

$$\bar{d} = \left(\frac{154365}{286}\right) * (70) * \left(\frac{93}{70}\right)$$

$$\bar{d} = 50,196$$

Teniendo ya todos los datos requeridos se calcula el ROP:

$$ROP = \bar{d} * L + z\sigma_L$$

$$ROP = (50,196 * 4) + (1.645 * 20,088)$$

$$ROP = 233,829$$

El punto de reorden es de 233,829 kilos de pergamino, lo que equivale a 5,846 sacos de café pergamino.

El inventario de seguridad para el año 2013 es de 33,045.

Por consiguiente si Coodefec usa el modelo de cantidad fija de orden tendría el siguiente comportamiento, cada vez que el inventario llegue a 5,846 sacos de pergamino debe pedir 4138 sacos de pergamino.

Como se menciona al comienzo de este capítulo los inventarios tienen una representación importante, el costo total anual del modelo de inventario para Coodecafec por medio del modelo de cantidad fija de orden se calcula mediante el uso de la siguiente expresión.

$$CT = (Is * C_u * C_A) + \left(\frac{D}{EOQ} * C_P\right) + \left(\frac{EOQ}{2} * C_A * C_u\right)$$

CT = Costo de mantener inventario + costo de pedido + costo de almacenamiento

Donde:

D: Demanda Anual

C_U: Costo Unitario

C_A : Costo de almacenamiento (% del costo unitario que representa mantener el inventario).

EOQ: Tamaño del lote económico.

C_P : Costo de pedir

I_s : Inventario de seguridad.

Reemplazando los valores en la ecuación, el costo total anual para el año 2013 es de cómo los datos de los costos están por kilo, se trabaja con la demanda en kilos:

$$CT = (33,045 * 5395 * 0.0018) + \left(\frac{14355945}{165500} * 9264 \right) + \left(\frac{165500}{2} * 0.0018 * 5395 \right)$$

$$CT = 320,900 + 803,585 + 803,585$$

$$CT = \$1'928,070$$

Al comparar el costo anual por mantener inventario y el costo anual de la orden se demuestra que el costo que se obtiene es el costo mínimo del modelo de inventario, ya que son aproximadamente iguales.

En conclusión usando el modelo de cantidad fija de orden la situación para Coodecafec para el año 2013 es: cada vez que el inventario llegue a 5,846 sacos de pergamino debe pedir 4138 sacos. Teniendo un costo total anual el modelo aproximado de \$1'928,070

8.3.7 Resumen Cálculos del Modelo de Cantidad Fija de Orden

Resumiendo, el modelo de cantidad fija de orden tiene como objetivo: identificar el punto de reorden o stock de seguridad en el cual la empresa debe realizar un pedido de volumen constante llamado lote económico (EOQ). A continuación se presenta una tabla con el punto de reorden (ROP) y el lote económico para los años 2009-2010-2011-2012-2013 calculados en los numerales anteriores. Nota: las cifras se dan en sacos de café pergamino.

Tabla 30-Resumen Cálculos Modelo Q

ROP, Costos y EOQ			
Año	ROP	EOQ	Costo
2009	5,572	3,918	\$1,642,912
2010	5,639	4,066	\$1,623,694
2011	5,705	4,226	\$1,770,964
2012	5,779	4,175	\$1,849,179
2013	5,846	4,138	\$1,928,070

Fuente: Autor del trabajo

8.4 Modelo de Cantidad Variable y de Periodos Fijos de Tiempo (Modelo p)

El otro modelo que se estudia en este capítulo es el modelo P o también llamado modelo de periodos fijos y cantidades variables o modelo de revisión periódica. Como su nombre lo indica este modelo consiste en realizar pedidos de diferentes tamaños pero siguiendo una misma frecuencia, una empresa que trabaje bajo el modelo P tendría el siguiente comportamiento: cada cinco días se pide un número variable de unidades.

Este modelo genera cantidades de orden que varían de un periodo a otro, dependiendo de los porcentajes de uso, por consiguiente al usar este modelo la empresa requiere de un nivel mayor de existencias de reserva que el sistema de cantidad fija de orden. El modelo P supone que sólo se cuenta el inventario en el momento específico de la revisión. Por lo tanto existe la posibilidad de que a lo largo del periodo entre revisiones y el tiempo de entrega el inventario en existencia sea consumido por completo, y es por esto que las existencias de reserva deben proteger a la organización contra el desabasto durante el periodo entre revisiones y también durante el tiempo de entrega o lead time.⁴¹

Cuando se quiere calcular el modelo P, el cual consiste en hallar el inventario máximo se debe seguir el siguiente procedimiento:

1. Calcular el EOQ, se calcula para así poder hallar el inventario mínimo que debe manejar la empresa. Se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 * D * C_p}{C_u * C_a}}$$

D: Demanda anual

C_p: Costo de pedir

C_a: Costo de almacenamiento

C_u: Costo unitario

2. Se calcula el número de pedidos que se realizan mediante la siguiente ecuación:

$$N = \frac{\text{Demanda Anual}}{EOQ}$$

3. Se calcula la frecuencia con la que se realizan los pedidos o el periodo entre revisiones mediante la siguiente expresión:

⁴¹ Fuente: CHASE. JACOBS. AQUILANO. Administración de la producción y las operaciones. Editorial MC Graw Hill. 10 Edición

$$f = \frac{\text{Días que se trabajan en el año}}{N}$$

4. Se calcula la desviación de la demanda durante el periodo de revisiones y el lead time mediante la siguiente expresión:

$$\sigma_c = \sigma \sqrt{l + f}$$

σ : Desviación estándar de la demanda
 l : lead time

5. Se halla el inventario de seguridad haciendo uso de la siguiente fórmula:

$$I_s = \sigma_c * z$$

z : Número de desviaciones estándar para una probabilidad específica de servicio. Se obtiene de la gráfica de la distribución normal.

6. Se calcula el inventario mínimo que debe manejar la organización usando la siguiente expresión:

$$IM = EOQ + I_s$$

7. Se calcula la demanda durante el lead time, mediante la siguiente expresión:

$$D_L = d * l$$

d : demanda diaria
 l : lead time

8. Por último se calcula el inventario máximo o el modelo P, mediante la siguiente ecuación:

$$INV Max = IM + D_L$$

Por consiguiente la empresa bajo el modelo P debería pedir las unidades que arroja el inventario máximo de seguridad menos el inventario en existencia que hay en el momento de hacer la revisión.

Al igual que en el modelo de cantidad fija de orden, en el modelo P es posible calcular el costo anual del inventario. Con el fin de realizar ese cálculo se usa la misma fórmula usada en el modelo Q.

$$CT = (I_s * C_u * C_A) + \left(\frac{D}{EOQ} * C_P \right) + \left(\frac{EOQ}{2} * C_A * C_u \right)$$

CT = Costo de mantener inventario + costo de pedido + costo de almacenamiento

Donde:

D: Demanda Anual

C_U: Costo Unitario

C_A: Costo de almacenamiento (% del costo unitario que representa mantener el inventario).

EOQ: Tamaño del lote económico.

C_P: Costo de pedir

I_s: Inventario de seguridad

Las siguientes secciones de este trabajo se dedican explícitamente a calcular el modelo P para los años 2009-2010-2011-2012 y 2013 para Coodecafec.

8.4.1 Cálculo del Modelo P para el Año 2009

Los datos para este año son los mismos ya calculados en el numeral 8.3.2 los cuales se presentan a continuación:

- Demanda anual: 13'683,276 kilos de pergamino. Demanda diaria: 47,844 kilos de pergamino
- Desviación estándar diaria: 9,579 kilos de pergamino
- Costo de pedir: \$7833
- Costo unitario: \$4849 por kilo de pergamino
- Tasa de almacenamiento es del 0.18%
- Lead time: 4 días
- Nivel de servicio estimado por Coodecafec: 95%. Valor de z para este nivel de servicio: 1.645

Con estos datos se procede a calcular el modelo P o el inventario máximo solucionando los pasos enunciados en el numeral anterior:

1. EOQ:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 * D * C_p}{C_u * C_a}}$$

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 * 13683276 * 7833}{4849 * 0.0018}}$$

$$EOQ = 156,715 \text{ Kilos de Pergamino}$$

El tamaño del lote económico para el año 2009 es de 156,715 kilos de pergamino lo cual equivale a 3,918 sacos de pergamino. (Cada saco de pergamino es de 40 kilos).

2. Cálculo de N:

$$N = \frac{\text{Demanda Anual}}{EOQ}$$

$$N = \frac{13683276}{156715} = 87 \text{ veces}$$

Bajo estas condiciones Coodecafec debe realizar aproximadamente 87 pedidos en el año.

3. Cálculo de f (Frecuencia de pedidos o el periodo entre revisiones)

$$f = \frac{\text{Días que se trabajan en el año}}{N}$$

$$f = \frac{286}{87} = 3.29$$

4. Cálculo de la desviación de la demanda durante el lead time y el periodo entre revisiones.

$$\sigma_c = \sigma \sqrt{l + f}$$

$$\sigma_c = 9579 * \sqrt{4 + 3.29} = 25,863 \text{ kilos de pergamino}$$

5. Cálculo del inventario de seguridad I_s:

$$I_s = \sigma_c * z$$

$$I_s = 25,863 * 1.645 = 42,545 \text{ Kilos de pergamino}$$

6. Cálculo del inventario mínimo:

$$IM = EOQ + I_s$$

$$IM = 156715 + 42,545 = 199,260 \text{ kilos de pergamino}$$

7. Cálculo del consumo de la demanda durante el lead time:

$$D_L = d * l$$

$$D_L = 47,844 * 4 = 191,376 \text{ kilos de pergamino}$$

8. Cálculo del inventario máximo o modelo P para el año 2009:

$$INV Max = IM + D_L$$

$$INV Max = 199,260 + 191,376 = 390,636 \text{ kilos de pergamino}$$

En conclusión si Coodecafec trabaja con base en el modelo P, en el año 2009 las condiciones serán las siguientes: el inventario de seguridad es de 42,545 kilos de pergamino lo que equivale a 1064 sacos de café pergamino. El inventario mínimo que se debe manejar es de 199,260 kilos equivalentes a 4,982 sacos. Lo que se recomienda pedir bajo este modelo para el año 2009 es 390,636 kilos de pergamino equivalentes a 9,766 sacos menos el inventario que se encuentre en existencia en el momento de la revisión.

El costo total del modelo P para el año 2009 es de:

$$CT = (I_s * C_u * C_A) + \left(\frac{D}{EOQ} * C_P \right) + \left(\frac{EOQ}{2} * C_A * C_u \right)$$

CT = Costo de mantener inventario + costo de pedido + costo de almacenamiento

$$CT = (42,545 * 4849 * 0.0018) + \left(\frac{13'683,276}{156715} * 7833 \right) + \left(\frac{156715}{2} * 0.0018 * 4849 \right)$$

$$C = \$371,341 + 683,923 + 683,920$$

$$C = \$1'739,184$$

Al comparar el costo de almacenamiento y el costo anual de pedir se demuestra que el costo que se obtiene es el costo mínimo de inventario, ya que son aproximadamente iguales. El costo total del modelo P para el año 2009 es de \$1'739,184.

8.4.2 Cálculo del Modelo P para el Año 2010

Los datos para este año son los mismos ya calculados en el numeral 8.3.3 los cuales se presentan a continuación:

- Demanda anual: 13'851,420 kilos de pergamino. Demanda diaria: 48,432 kilos de pergamino
- Desviación estándar diaria: 9,672 kilos de pergamino
- Costo de pedir: \$7972
- Costo unitario: \$4639 por kilo de pergamino
- Tasa de almacenamiento es del 0.18%
- Lead time: 4 días
- Nivel de servicio estimado por Coodecafec: 95%. Valor de z para este nivel de servicio: 1.645

Con estos datos se procede a calcular el modelo P o el inventario máximo solucionando los pasos enunciados en el numeral anterior:

1. EOQ:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 * 13851420 * 7972}{4639 * 0.0018}}$$

$$EOQ = 162,629 \text{ Kilos de Pergamino}$$

El tamaño del lote económico para el año 2010 con las condiciones expuestas es de 162,629 kilos pergamino, los cuales corresponden a 4066 sacos de café pergamino.

2. Cálculo de N:

$$N = \frac{13851420}{162629} = 85 \text{ veces}$$

Bajo estas condiciones Coodecafec debe realizar aproximadamente 85 pedidos en el año.

3. Cálculo de f (Frecuencia de pedidos o el periodo entre revisiones)

$$f = \frac{286}{85} = 3.36$$

4. Cálculo de la desviación de la demanda durante el lead time y el periodo entre revisiones.

$$\sigma_c = \sigma \sqrt{l + f}$$

$$\sigma_c = 9,672 * \sqrt{4 + 3.36} = 26,664 \text{ kilos de pergamino}$$

5. Cálculo del inventario de seguridad I_s :

$$I_s = \sigma_c * z$$

$$I_s = 26,664 * 1.645 = 43,862 \text{ Kilos de pergamino}$$

6. Cálculo del inventario mínimo:

$$IM = EOQ + I_s$$

$$IM = 162,629 + 43,862 = 206,491 \text{ kilos de pergamino}$$

7. Cálculo del consumo de la demanda durante el lead time:

$$D_L = d * l$$

$$D_L = 48,432 * 4 = 193,728 \text{ kilos de pergamino}$$

8. Cálculo del inventario máximo o modelo P para el año 2010:

$$INV Max = IM + D_L$$

$$INV Max = 206,491 + 193,728 = 400,219 \text{ kilos de pergamino}$$

En conclusión si Coodecafec trabaja con base en el modelo P, en el año 2010 las condiciones serán las siguientes: el inventario de seguridad es de 43,862 kilos de pergamino lo que equivale a 1097 sacos de café pergamino. El inventario mínimo que se debe manejar es de 206,491 kilos equivalentes a 5,162 sacos. Lo que se recomienda pedir bajo este modelo para el año 2010 es 400219 kilos de pergamino equivalentes a 10,005 sacos menos el inventario que se encuentre en existencia en el momento de la revisión.

El costo total del modelo P para el año 2010 es de:

$$CT = (I_s * C_u * C_A) + \left(\frac{D}{EOQ} * C_P\right) + \left(\frac{EOQ}{2} * C_A * C_u\right)$$

CT = Costo de mantener inventario + costo de pedido + costo de almacenamiento

$$CT = (43862 * 4639 * 0.0018) + \left(\frac{13851420}{162629} * 7972\right) + \left(\frac{162629}{2} * 0.0018 * 4639\right)$$

$$CT = 366,256 + 678,990 + 678,992$$

$$CT = \$1'724,238$$

Al comparar el costo de almacenamiento y el costo anual de pedir se demuestra que el costo que se obtiene es el costo mínimo de inventario, ya que son aproximadamente iguales. El costo total del modelo P para el año 2010 es de \$1'724,238

8.4.3 Cálculo del Modelo P para el Año 2011

Los datos para este año son los mismos ya calculados en el numeral 8.3.4 los cuales se presentan a continuación:

- Demanda anual: 14'019,657 kilos de pergamino. Demanda diaria: 49,020 kilos de pergamino
- Desviación estándar diaria: 9,765 kilos de pergamino
- Costo de pedir: \$8971
- Costo unitario: \$4891 por kilo de pergamino
- Tasa de almacenamiento es del 0.18%
- Lead time: 4 días.
- Nivel de servicio estimado por Coodecafec: 95%. Valor de z para este nivel de servicio: 1.645

Con estos datos se procede a calcular el modelo P o el inventario máximo solucionando los pasos enunciados en el numeral anterior:

1. EOQ:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 * 14019657 * 8971}{4891 * 0.0018}}$$

$$EOQ = 169,032 \text{ Kilos de Pergamino}$$

El tamaño del lote económico para el año 2011 con las condiciones expuestas es de 169,032 kilos pergamino, los cuales corresponden a 4226 sacos de café pergamino.

2. Cálculo de N:

$$N = \frac{14019657}{169032} = 83 \text{ veces}$$

Bajo estas condiciones Coodecafec debe realizar aproximadamente 83 pedidos en el año.

3. Cálculo de f (Frecuencia de pedidos o el periodo entre revisiones)

$$f = \frac{286}{83} = 3.45$$

4. Cálculo de la desviación de la demanda durante el lead time y el periodo entre revisiones.

$$\sigma_c = \sigma \sqrt{l + f}$$

$$\sigma_c = 9765 * \sqrt{4 + 3.45} = 26,653 \text{ kilos de pergamino}$$

5. Cálculo del inventario de seguridad I_s :

$$I_s = \sigma_c * z$$

$$I_s = 26,653 * 1.645 = 43,844 \text{ Kilos de pergamino}$$

6. Cálculo del inventario mínimo:

$$IM = EOQ + I_s$$

$$IM = 169032 + 43,844 = 212,876 \text{ kilos de per gamino}$$

7. Cálculo del consumo de la demanda durante el lead time:

$$D_L = d * l$$

$$D_L = 49020 * 4 = 196,080 \text{ kilos de pergamino}$$

8. Cálculo del inventario máximo o modelo P para el año 2011:

$$INV Max = IM + D_L$$

$$INV Max = 212,876 + 196,080 = 408,956 \text{ kilos de pergamino}$$

En conclusión si Coodecafec trabaja con base en el modelo P, en el año 2011 las condiciones serán las siguientes: el inventario de seguridad es de 43,844 kilos de pergamino lo que equivale a 1096 sacos de café pergamino. El inventario mínimo que se debe manejar es de 212,876 kilos equivalentes a 5,322 sacos. Lo que se recomienda pedir bajo este modelo para el año 2011 es 408,956 kilos de pergamino equivalentes a 10,224 sacos menos el inventario que se encuentre en existencia en el momento de la revisión.

El costo total del modelo P para el año 2011 es de:

$$CT = (I_s * C_u * C_A) + \left(\frac{D}{EOQ} * C_P \right) + \left(\frac{EOQ}{2} * C_A * C_u \right)$$

CT = Costo de mantener inventario + costo de pedido + costo de almacenamiento

$$CT = (39,544 * 4891 * 0.0018) + \left(\frac{14019657}{169032} * 8971 \right) + \left(\frac{169032}{2} * 0.0018 * 4891 \right)$$

$$CT = 348,137 + 744,062 + 744,062$$

$$CT = \$1'836,261$$

Al comparar el costo de almacenamiento y el costo anual de pedir se demuestra que el costo que se obtiene es el costo mínimo de inventario, ya que son aproximadamente iguales. El costo total del modelo P para el año 2011 es de \$1'836,261.

8.4.4 Cálculo del Modelo P para el Año 2012

Los datos para este año son los mismos ya calculados en el numeral 8.3.5 los cuales se presentan a continuación:

- Demanda anual: 14'187,801 kilos de pergamino. Demanda diaria: 49,608 kilos de pergamino

- Desviación estándar diaria: 9,951 kilos de pergamino
- Costo de pedir: \$9100
- Costo unitario: \$5143 por kilo de pergamino
- Tasa de almacenamiento es del 0.18%
- Lead time: 4 días
- Nivel de servicio estimado por Coodecafec: 95%. Valor de z para este nivel de servicio: 1.645

Con estos datos se procede a calcular el modelo P o el inventario máximo solucionando los pasos enunciados en el numeral anterior:

1. EOQ:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 * 14187801 * 9100}{5143 * 0.0018}}$$

$$EOQ = 167,012 \text{ Kilos de Pergamino}$$

El tamaño del lote económico para el año 2012 con las condiciones expuestas es de 167,012 kilos pergamino, los cuales corresponden a 4175 sacos de café pergamino.

2. Cálculo de N:

$$N = \frac{14187801}{167,012} = 85 \text{ veces}$$

Bajo estas condiciones Coodecafec debe realizar aproximadamente 85 pedidos en el año.

3. Cálculo de f (Frecuencia de pedidos o el periodo entre revisiones)

$$f = \frac{286}{85} = 3.36$$

4. Cálculo de la desviación de la demanda durante el lead time y el periodo entre revisiones.

$$\sigma_c = \sigma \sqrt{l + f}$$

$$\sigma_c = 9,951 * \sqrt{4 + 3.36} = 27,433 \text{ kilos de pergamino}$$

5. Cálculo del inventario de seguridad I_s :

$$I_s = \sigma_c * z$$

$$I_s = 27,433 * 1.645 = 45,127 \text{ Kilos de pergamino}$$

6. Cálculo del inventario mínimo:

$$IM = EOQ + I_s$$

$$IM = 167012 + 45,127 = 212,139 \text{ kilos de pergamino}$$

7. Cálculo del consumo de la demanda durante el lead time:

$$D_L = d * l$$

$$D_L = 49,608 * 4 = 198,432 \text{ kilos de pergamino}$$

8. Cálculo del inventario máximo o modelo P para el año 2012:

$$INV \text{ Max} = IM + D_L$$

$$INV \text{ Max} = 212,139 + 198,432 = 410,571 \text{ kilos de pergamino}$$

En conclusión si Coodecafec trabaja con base en el modelo P, en el año 2012 las condiciones serán las siguientes: el inventario de seguridad es de 45,127 kilos de pergamino lo que equivale a 1128 sacos de café pergamino. El inventario mínimo que se debe manejar es de 212,139 kilos equivalentes a 5,303 sacos. Lo que se recomienda pedir bajo este modelo para el año 2012 es 410,571 kilos de pergamino equivalentes a 10264 sacos menos el inventario que se encuentre en existencia en el momento de la revisión.

El costo total del modelo P para el año 2012 es de:

$$CT = (I_s * C_u * C_A) + \left(\frac{D}{EOQ} * C_P \right) + \left(\frac{EOQ}{2} * C_A * C_u \right)$$

CT = Costo de mantener inventario + costo de pedido + costo de almacenamiento

$$CT = (45,127 * 5143 * 0.0018) + \left(\frac{14187801}{167012} * 9100 \right) + \left(\frac{167012}{2} * 0.0018 * 5143 \right)$$

$$CT = 417,759 + 773,052 + 773,049$$

$$CT = \$1'963.860$$

Al comparar el costo de almacenamiento y el costo anual de pedir se demuestra que el costo que se obtiene es el costo mínimo de inventario, ya que son aproximadamente iguales. El costo total del modelo P para el año 2012 es de \$1'963,860.

8.4.5 Cálculo del Modelo P para el Año 2013

Los datos para este año son los mismos ya calculados en el numeral 8.3.6 los cuales se presentan a continuación:

- Demanda anual: 14'355,945 kilos de pergamino. Demanda diaria: 50,197 kilos de pergamino
- Desviación estándar diaria: 10044 kilos de pergamino
- Costo de pedir: \$9264
- Costo unitario: \$5395 por kilo de pergamino
- Tasa de almacenamiento es del 0.18%
- Lead time: 4 días
- Nivel de servicio estimado por Coodecafec: 95%. Valor de z para este nivel de servicio: 1.645

Con estos datos se procede a calcular el modelo P o el inventario máximo solucionando los pasos enunciados en el numeral anterior:

1. EOQ:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 * 14355945 * 9264}{5395 * 0.0018}}$$

$$EOQ = 165500 \text{ Kilos de Pergamino}$$

El tamaño del lote económico para el año 2013 con las condiciones expuestas es de 165500 kilos pergamino, los cuales corresponden a 4138 sacos de café pergamino.

2. Cálculo de N:

$$N = \frac{14355945}{165500} = 87 \text{ veces}$$

Bajo estas condiciones Coodecafec debe realizar aproximadamente 87 pedidos en el año.

3. Cálculo de f (Frecuencia de pedidos o el periodo entre revisiones)

$$f = \frac{286}{87} = 3.29$$

4. Cálculo de la desviación de la demanda durante el lead time y el periodo entre revisiones.

$$\sigma_c = \sigma \sqrt{l + f}$$

$$\sigma_c = 10044 * \sqrt{4 + 3.29} = 27,119 \text{ kilos de pergamino}$$

5. Cálculo del inventario de seguridad I_s :

$$I_s = \sigma_c * z$$

$$I_s = 27,119 * 1.645 = 44,611 \text{ Kilos de pergamino}$$

6. Cálculo del inventario mínimo:

$$IM = EOQ + I_s$$

$$IM = 165500 + 44,611 = 210,111 \text{ kilos de pergamino}$$

7. Cálculo del consumo de la demanda durante el lead time:

$$D_L = d * l$$

$$D_L = 50197 * 4 = 200,788 \text{ kilos de pergamino}$$

8. Cálculo del inventario máximo o modelo P para el año 2013:

$$INV \text{ Max} = IM + D_L$$

$$INV \text{ Max} = 210,111 + 200,788 = 410,899 \text{ kilos de pergamino}$$

En conclusión si Coodecafec trabaja con base en el modelo P, en el año 2013 las condiciones serán las siguientes: el inventario de seguridad es de 44,611 kilos de pergamino lo que equivale a 1115 sacos de café pergamino. El inventario mínimo que se debe manejar es de 210,111 kilos equivalentes a 5253 sacos. Lo que se recomienda pedir bajo este modelo para el año 2013 es 410,899 kilos de pergamino equivalentes a 10,272 sacos menos el inventario que se encuentre en existencia en el momento de la revisión.

El costo total del modelo P para el año 2013 es de:

$$CT = (I_s * C_u * C_A) + \left(\frac{D}{EOQ} * C_P\right) + \left(\frac{EOQ}{2} * C_A * C_u\right)$$

CT = Costo de mantener inventario + costo de pedido + costo de almacenamiento

$$CT = (44,611 * 5395 * 0.0018) + \left(\frac{14355945}{165500} * 9264\right) + \left(\frac{165500}{2} * 0.0018 * 5395\right)$$

$$CT = 433,217 + 803,585 + 803,585$$

$$CT = \$2'040,387$$

Al comparar el costo de almacenamiento y el costo anual de pedir se demuestra que el costo que se obtiene es el costo mínimo de inventario, ya que son aproximadamente iguales. El costo total del modelo P para el año 2013 es de \$2'040,387.

8.4.6 Resumen Cálculos del Modelo P

A continuación se presenta una tabla resumen de los resultados obtenidos usando el modelo de periodos fijos para Coo de ecafec, específicamente se ilustra el inventario mínimo, el inventario máximo y el costo asociado a cada uno de los años analizados. Las cifras se dan en sacos de café pergamino.

Tabla 31-Resumen Cálculos Modelo P

IM, Inv Max y Costo			
Año	IM	Inv Max	Costo
2009	4,982	9,766	\$1,739,184
2010	5,162	10,005	\$1,724,238
2011	5,322	10,224	\$1,836,261
2012	5,303	10,264	\$1,963,860
2013	5,253	10,272	\$2,040,387

Fuente: Autor del trabajo

8.5 Diferencia de Costos en los Modelos de Inventario

Desde el comienzo del capítulo se enuncia que el manejo óptimo de los inventarios tiene grandes consecuencias en los costos. En los numerales anteriores se calcularon los costos totales del inventario (del modelo Q y modelo P) para cada año comenzando en el 2009 y finalizando en el 2013. A continuación se presenta una tabla donde se ilustra los costos totales anuales de cada uno de los modelos estudiados:

Tabla 32-Costos Totales Modelos de Inventario

Costo Total Annual		
Año	Modelo Q	Modelo P
2009	\$1,642,912	\$1,739,184
2010	\$1,623,694	\$1,724,238
2011	\$1,770,964	\$1,836,261
2012	\$1,849,179	\$1,963,860
2013	\$1,928,070	\$1,999,854
Total	\$8,814,819	\$9,263,397

Fuente: Autor del trabajo

A simple viste se concluye que el costo total del inventario es menor si se trabaja el modelo Q o de cantidad fija de orden, pero una desventaja es que el costo operacional es mayor en este modelo. La razón por la cual el costo operacional es mayor en el modelo Q se debe a que es necesario tener un control diario del inventario en existencia, mientras que en el modelo P solo se necesita tener conocimiento de las existencias en el momento que se realizan las revisiones.

Escoger con cuál modelo trabajar es decisión de la organización, en este trabajo se realizó la propuesta de dos modelos de inventario para la materia prima. Se le aconsejó a Coodecafec implantar el **modelo P** pues las características de este modelo se acoplan más al negocio. Una de las razones es que a las empresas que se les recomienda usar el modelo P son empresas que están en constante contacto con sus proveedores⁴² y este es el caso de Coodecafec ya que diariamente se comunican con ellos.

Otra razón por la cual se propone a Coodecafec trabajar bajo el modelo P, es porque este modelo tiene en cuenta las fluctuaciones de la demanda al considerar el inventario en existencia al momento de las revisiones (al momento de realizar un pedido). Si el inventario no tiene un costo de almacenamiento alto se recomienda a las organizaciones trabajar bajo este modelo, ya que de esta manera es posible considerar las fluctuaciones de la demanda, y en el caso puntual de Coodecafec en algunos meses la demanda presenta fluctuaciones.⁴³ (Demanda Octubre 2007: 9,957 sacos y demanda en Noviembre de 2007: 14,699 sacos, fluctuación de 4,742 sacos de excelso).

8.6 Análisis Gerencial del Producto Terminado

En la sección 8.1 se realizó el análisis gerencial de la materia prima, realizando un manual de políticas para el café pergamino. En esta sección se vuelve a hacer un análisis gerencial pero para el producto terminado, el café excelso. Recordando que el análisis gerencial consiste en hacerle entender a toda la organización que el éxito de una buena gestión de los inventarios depende de

⁴²Fuente: CHASE. JACOBS. AQUILANO. Administración de la producción y las operaciones. Editorial MC Graw Hill. 10 Edición

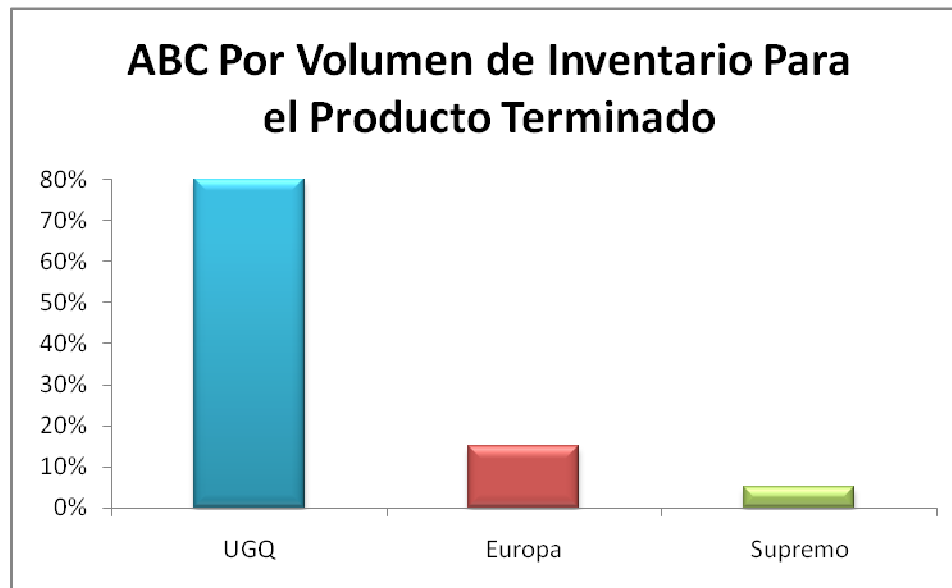
⁴³ Fuente: PRAWDA.WITENBERG.JUAN. Métodos y modelos de investigación de operaciones. Editorial Limusa.

toda la organización y no de las personas encargadas de esta área. Al igual que con la materia prima, el análisis para el producto terminado consiste en realizar un manual de políticas el cual parte de un análisis de distribución o el análisis ABC de los inventarios.

El análisis ABC para la materia prima arrojó una sola clasificación puesto que Coodecafec solo trabaja con una referencia de materia prima (el café pergamino), mientras que se cuenta con tres referencias del producto terminado las cuales son: café tipo UGQ, Europa y Supremo. Las clasificaciones más comunes al hacer un análisis de distribución del producto terminado son por precio de venta o por volumen de inventario. En el caso puntual para este trabajo se desarrolla el análisis por volumen de inventario ya que como se menciona en la sección 2.4 la única diferencia que hay entre los tres tipos de café es el tamaño del grano, por ende el precio de venta es el mismo lo cual deja como resultado realizar el análisis de distribución por volumen de inventario.

A continuación se presenta una gráfica donde se ilustra la distribución del producto terminado, de acuerdo al volumen de inventario que ocupa dicho producto terminado.

Gráfica 11-ABC por Volumen de Inventario



Fuente: Coodecafec

En este caso es fácil hacer la clasificación del producto terminado ya que a simple vista se observa que el café UGQ corresponde a la clasificación A, el Europa a la clasificación B y el supremo a la C. Es posible que un artículo cambie de clasificación debido a la importancia que tiene dentro de la

organización⁴⁴. Este es el caso de Coodecafec con sus productos terminados, ya que todos los productos son productos de exportación y por ende requieren de un alto nivel de control. Es por esto que todos los productos terminados de Coodecafec hacen parte de la clasificación A. De esta manera se procede a realizar el manual de políticas para el producto terminado.

Tabla 33-Manual de Políticas para el Producto Terminado

Manual de Políticas para el producto terminado. (Políticas que se definen en el capítulo de documentación)	
Control	<ul style="list-style-type: none"> • Definir el tipo de inspección al silo de almacenamiento del café excelso. • Definir la frecuencia del control de existencia de inventario del café excelso.
Manejo	<ul style="list-style-type: none"> • Definir el personal y las condiciones adecuadas para el manejo del café excelso.
Almacenamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Definir el lugar específico de almacenamiento para el café excelso.

Fuente: Autor del trabajo

Con esto se da fin al capítulo de sistemas de inventario y se cumple con el objetivo propuesto que consistía en realizar: con base en los pronósticos obtenidos, diseñar una propuesta de un modelo de inventario de demanda independiente para materia prima y producto terminado.

⁴⁴ Fuente: NAHMIAS, STEVEN. Análisis de la producción y las operaciones. Editorial MC Graw Hill. 5ª Edición

9. DOCUMENTACIÓN

Los procesos documentados para garantizar un control de calidad son:

1. Documentación para la planeación y control de la producción.
2. Documentación para el control del inventario tanto de materia prima como de producto terminado.
3. Documentación del mantenimiento de las máquinas.
4. Documentación del proceso de trilla.

9.1 Documentación del Proceso de Trilla de Café Pergamino

Para documentar el proceso de trilla del café pergamino se realiza la ficha del proceso de trilla y se diseñan dos diagramas que permiten visualizar el proceso de una manera más sencilla, los diagramas que se presentan son el cursograma analítico del material (café pergamino) y un diagrama de recorrido del material.

9.1.1 Ficha del Proceso de Trilla de Café Pergamino

A continuación se presenta la ficha del proceso de trilla de café pergamino en la planta trilladora de Coodecafec:

1. Objetivo del proceso: Definir los pasos necesarios para trillar café pergamino con el fin de obtener café excelso (UGQ, Europa o Supremo) tipo exportación.
2. Entradas y Salidas: Las entradas del proceso son el café pergamino y las salidas el café excelso (UGQ, Europa o Supremo) tipo exportación.
3. Alcance del proceso: El proceso de trilla de café pergamino inicia en el pesaje de la materia prima y termina en el sellado del café excelso.
4. Definiciones:
 - Café pergamino: es todo aquel grano de café verde o crudo cubierto por el endocarpio (pergamino o cascarilla), el cual se encuentra seco.
 - Café excelso: se define como grano de café verde trillado y clasificado con destino a la exportación que cumpla las normas de calidad exigidas acorde al tipo de café a exportar.

- Trilla: Transformación de café pergamino para obtener café de exportación para la industria nacional.
 - Retrilla: Es volver a realizar el proceso de trilla.
5. Formatos: se presentan dos formatos con el fin de documentar el proceso, los cuales son:
- Cursograma analítico para el material en el proceso de trilla (sección 9.1.2)
 - Diagrama de recorrido para el proceso de trilla de café pergamino (sección 9.1.3)
6. Indicadores: A continuación se presentan indicadores de eficiencia y de eficacia para el proceso de trilla.
- Indicador de eficacia: Obtener café excelso tipo exportación con las siguientes características:
 - ✓ Café excelso UGQ: kilos de café retenido por la malla No. 14 y con tolerancia del 5% de café de tamaño inferior a dicha malla.
 - ✓ Café excelso Europa: kilos de café retenido por la malla No. 15 y con tolerancia del 2.5% de café de tamaño inferior a dicha malla.
 - ✓ Café excelso Supremo: compuesto de grano verde grande, plano, parejo, retenido por encima de la malla No 17, con tolerancia del 5% inferior a esta malla pero retenido por la malla 14.
 - Indicador de Eficiencia: un indicador de eficiencia de este proceso es el factor de rendimiento de la materia prima (kilos necesarios de pergamino para producir un saco de 70 kilos de café excelso).
 - ✓ Factor de rendimiento: el valor máximo aceptado es un factor de rendimiento de 95, es decir; 95 kilos de pergamino para producir 70 kilos de excelso.

9.1.2 Cursograma Analítico del Proceso de Trilla de Café Pergamino

Diagrama 1-Cursograma Analítico del Proceso de Trilla

Cursograma Analítico.		Operario/Material/Equipo									
Diagrama Núm. 1	Hoja N. 1 de 1	RESUMEN									
Fecha: Marzo 15 del 2009		Simb.	No	Dist. (m)	Observaciones						
Actividad: Trilla de café Pergamino		○	13								
Lugar: Planta de Coodecafec. Bogotá, Cundinamarca		□	1	0							
Operario(s):		▽	3	0							
Ficha Núm: 0100		⇒	10	77.15							
Diagramó: Andrés Larrarte Arenas.		D	0	0							
Revisó y Aprobó:		Total	27	77.15							
No	Actividad	○	□	▽	⇒	D	Distancia(m)	Eliminar	Combinar	Cambio	Observación
1	Pesaje	X									Pesa materia prima
1	Transporte para descargue				X		35.2				
2	descargue	X									
2	Transporte a almacenar				X		9				
1	Almacenamiento			X							
3	Transporte a limpieza				X		4.5				
3	Limpieza 1	X									Se limpia impurezas
4	Limpieza 2	X									Se limpia impurezas
4	Transporte a almacenar				X		6.8				
2	Almacenamiento			X							
5	Trilla	X									
6	Retrilla	X									
5	Transporte				X		3				
7	Limpieza 3	X									Se limpia impurezas
12	Transporte				X		2.3				
8	Clasificación 1	X									Se clasifica por tamaño
7	Transporte				X		3.75				
9	Limpieza 4	X									Se limpia impurezas
10	Clasificación 2	X									Clasifica por densidad
8	Transporte				X		3.5				
11	Clasificación Electronica	X									Clasifica por color
9	Transporte				X		3.8				
1	Inspección Manual		X								Inspección de calidad
10	Transporte				X		5.3				
3	Almacenamiento			X							
12	Empaque y Pesado	X									
13	Sellado	X									
	TOTAL	13	1	3	10	0	77.15				

9.1.3 Diagrama de Recorrido del Proceso de Trilla de Café Pergamino

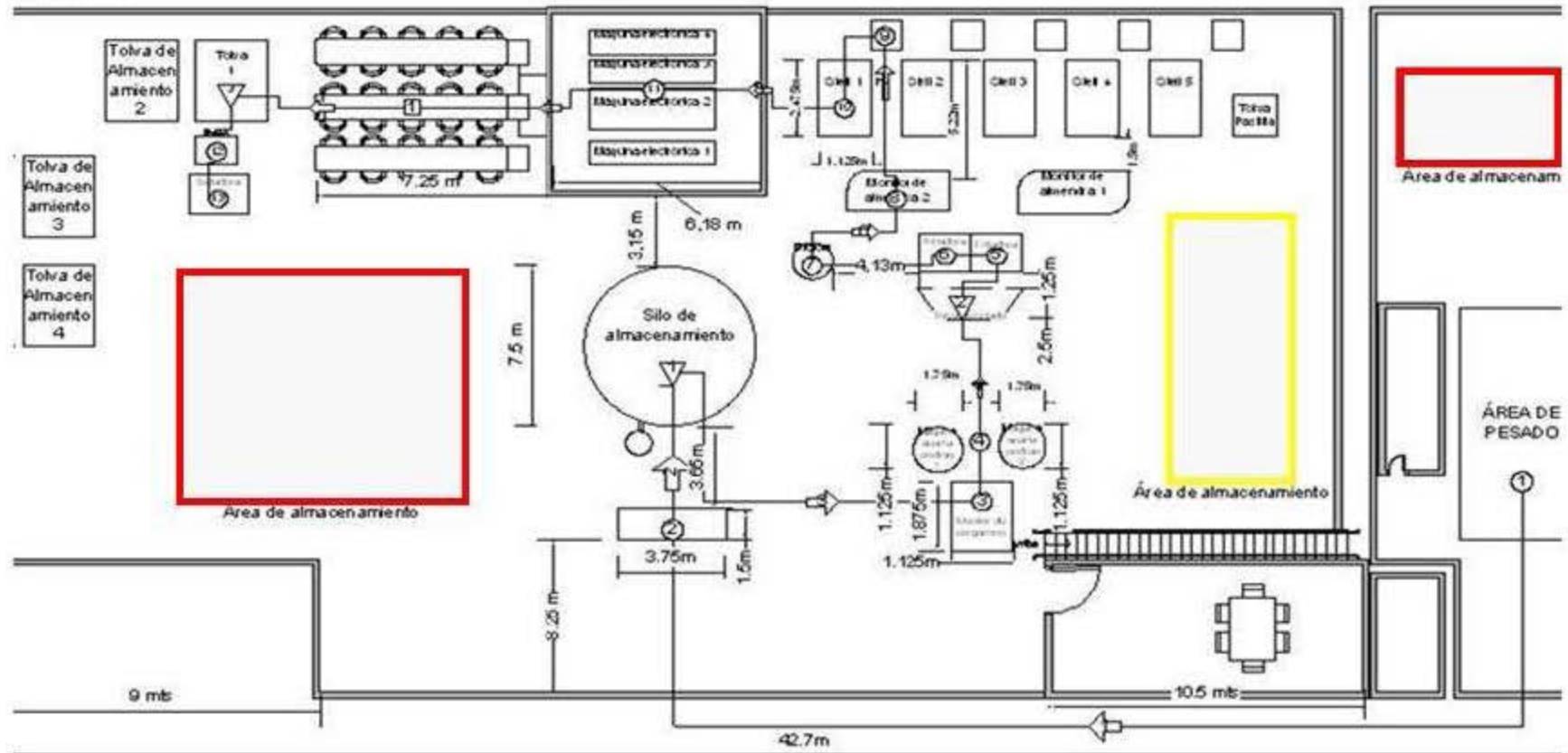
Diagrama 2-Diagrama de Recorrido del Proceso de Trilla

Descripción del proceso: Trilla de café
Diagrama de método: Actual
Número: Piso 1 de 2

Número de Diagrama: 003
Elaborado por: Andrés Lanzate

El diagrama inicia en: Pesaje del café

El diagrama termina en: Sellado de los costales



9.2 Procedimiento de Documentación para la Planeación y Control de la Producción de Trilla

A continuación se realiza el procedimiento de la documentación para la planeación y control de la producción:

Procedimiento de documentación para la planeación y control de la producción.	Planta trilladora de Coodecafec.	Versión: 1 Código:
---	----------------------------------	-----------------------

1. Objetivo

El presente procedimiento tiene como propósito describir las actividades involucradas en el aseguramiento de llevar una documentación de la planeación y control de la producción.

2. Alcance

Las actividades que conforman el procedimiento se describen a partir de la planeación de la producción, hasta la ejecución de dicha planeación y la consecuente elaboración de planillas que ayuden a llevar un control sobre la planeación de la producción.

3. Definiciones

- Producción: conjunto de operaciones por la cual determinados bienes (materia prima) se transforman en otros de mayor utilidad (producto terminado).
- Planeación de producción: es una de las actividades fundamentales que se deben realizar, con el fin de obtener mejores resultados en esta área. Básicamente se refiere a determinar el número de unidades que se van a producir en un período de tiempo, con el objetivo de prever, en forma global, cuáles son las necesidades de mano de obra, materia prima, maquinaria y equipo, que se requieren para el cumplimiento del plan.
- Control de producción: se refiere a la verificación para que se cumpla con lo planeado, reduciendo a un mínimo las diferencias del plan original, por los resultados y práctica obtenidos.
- Funciones del control de producción: pronosticar la demanda del producto, indicando la cantidad en función del tiempo. Comprobar la demanda real, compararla con la planteada y corregir los planes si fuere necesario.

4. Condiciones Generales

- Compartir la planeación de la producción con todo el equipo por medio de unas reuniones quincenales, dichas reuniones tienen como propósito compartir la planeación de la producción, también tienen como objetivo escuchar sugerencias del equipo. Dichas sugerencias y resultados deben quedar plasmadas en el registro de resultados de reunión (sección 9.2.1)
- Con el fin de llevar un control diario de producción, al final de la jornada se debe llenar el formato de registro de planilla para el control diario de producción (sección 9.2.2).
- Al finalizar el mes se debe llenar el formato de registro de planilla de control real de producción frente a la producción planeada (sección 9.2.3), esto con el fin de controlar la certeza de la planeación.

5. Descripción del procedimiento

- Las reuniones quincenales son de carácter obligatorio y deben acudir el gerente de la empresa, jefe de planta de producción, auxiliar de bodega, maquinistas y el comprador de café. Los resultados de la reunión deben quedar plasmados por escrito en el registro de resultados reunión de equipo (sección 9.2.1), el registro debe llevar la firma de todos los asistentes a la reunión y debe tener la aprobación del gerente de la empresa.
- Al finalizar la jornada laboral, el auxiliar de bodega debe llenar el registro de formato plantilla control diario de producción (sección 9.2.2), especificando debidamente el cliente, año, mes, día y las cantidades de café excelso de respectivo tipo (UGQ, Europa o Supremo) que se produjeron en ese día. Una vez se halla diligenciado el formato, el auxiliar de bodega se lo debe presentar al jefe de planta para que él lo revise y lo apruebe.
- Al final del mes el jefe de planta con base en el formato de control diario de producción, debe diligenciar el formato de planilla de control de la producción planeada frente la real (sección 9.2.3). Se debe llenar toda la información requerida en dicho formato: año, mes, producción real (producción total de excelso en el mes), producción planeada (producción pronosticada en el capítulo siete) y la diferencia entre la producción real y la planeada. Este formato ayuda a llevar un control de la producción. Una vez diligenciada toda la información del mes en este formato debe ser revisada y aprobada por el gerente de la empresa.

6. Diagramas de Flujo

- Diagrama de flujo de las reuniones quincenales (ver anexo B)
- Diagrama de flujo del diligenciamiento de la planilla del control diario de producción (ver anexo C)
- Diagrama de flujo del diligenciamiento de la planilla del control de la producción real frente a la planeada (ver anexo D)

7. Relación de registros

Tabla 34-Registros documentación de la planeación de producción

Nombre	Sección
Registro de resultados de reunión	9.2.1
Registro de control diario de producción	9.2.2
Registro de control de producción real frente a la planeada.	9.2.3

9.2.1 Registro de Resultados de Reunión de Equipo

Formato 1-Resultados reunión equipo de producción

Resultados de reunión equipo de producción		
Fecha:	Fecha de próxima reunión:	Empresa:
Temas tratados	Nombre y Firma de asistentes:	
Sugerencias Propuestas		
Comentarios Adicionales:		
		Revisó y Aprobó:

9.3 Procedimiento de Documentación del Mantenimiento de las Máquinas

A continuación se realiza el procedimiento de documentación del mantenimiento de las máquinas.

Procedimiento de documentación del mantenimiento de las máquinas.	Planta trilladora de Coodecafec.	Versión: 1 Código:
---	----------------------------------	-----------------------

1. Objetivo

El presente procedimiento tiene como propósito describir las actividades involucradas en el mantenimiento preventivo y correctivo de las máquinas, con la finalidad de evitar fallas potenciales y garantizar su correcto estado y funcionamiento durante el proceso de trilla de café pergamino.

2. Alcance

Las actividades que conforman el procedimiento se describen a partir de la planeación del mantenimiento preventivo, hasta la ejecución de dicha planeación y la consecuente elaboración de un informe, en el cual se consolidan todos los resultados de las acciones realizadas. El procedimiento aplica para todo equipo, máquina, herramienta utilizada.

3. Definiciones

- Equipo: recurso tecnológico utilizado por el personal de la planta.
- Falla: evento donde la máquina o equipo sufre un daño ya sea por mala utilización, sobreesfuerzo o deterioro de la misma máquina.
- Herramienta: es un dispositivo que provee alguna ventaja mecánica.
- Máquina: corresponde a un recurso tecnológico apropiado para la transformación de la materia prima en el producto terminado. La planta trilladora cuenta con máquinas como: monitor de pergamino, apolo, etc.
- Mantenimiento Correctivo: acción a través de la cual se realiza la reparación de las máquinas, equipos y herramientas, la cual es originada por una falla en su operación.
- Mantenimiento Preventivo: acción que se toma para eliminar las causas potenciales de fallas con el objetivo de prevenir su ocurrencia.

4. Condiciones Generales

- El mantenimiento preventivo se llevará a cabo una vez al año, con el propósito de realizar los ajustes necesarios a las máquinas, equipos o herramientas y así eliminar las causas de posibles fallas.
- Todas las actividades de mantenimiento preventivo deben quedar consignadas en el registro de mantenimiento (sección 9.3.1) de cada uno de los recursos técnicos de la planta trilladora.
- El mantenimiento preventivo debe ser realizado por los maquinista, y esta persona debe consultar los manuales de operación de las distintas máquinas y equipos, siempre que sea necesario para aclarar aspectos particulares sobre las partes y el funcionamiento de cada uno de ellos.
- En caso de que una máquina se encuentre fuera de servicio, se debe diligenciar el registro de reporte de maquinaria fuera de servicio (sección 9.3.2).

5. Descripción del procedimiento

- Se debe realizar un mantenimiento preventivo una vez al año, se debe ajustar correas, limpiar maquinaria, calibrar, cambiar mallas, cambiar sensores, soportes, en el caso que sea necesario para todas las máquinas de la planta.
- Este mantenimiento debe ser realizado por los maquinistas y todas las actividades o acciones que se realicen a las máquinas deben quedar registradas de manera adecuada en el registro de mantenimiento, dicho registro debe ser revisado y aprobado por el jefe de planta.
- Cuando una máquina se encuentra fuera de servicio, el maquinista debe diligenciar el registro de reporte de maquinaria fuera de servicio de manera completa y correcta para ser revisado y aprobado por el jefe de planta y el gerente de la empresa.

6. Diagramas de flujo

- Diagrama de flujo para el diligenciamiento del registro de mantenimiento (ver anexo E)
- Diagrama de flujo para el diligenciamiento del reporte de maquinaria fuera de servicio (ver anexo F)

7. Relación de registros

Tabla 35-Relación de registros documentación del mantenimiento

Nombre	Sección
Registro de mantenimiento	9.3.1
Registro de reporte de maquinaria fuera de servicio	9.3.2

9.3.1 Registro de Mantenimiento de las Máquinas

Formato 4-Registro mantenimiento de maquinaria

Registro de mantenimiento de la máquina:				
Empresa:		Departamento de Producción		
		Urgencia de Reparación (Marcar con una X)		
Lugar del Daño	Trabajo a efectuar	Inmediata	Hasta seis meses	Hasta un año
Reportó:		Aprobó y Revisó:		

9.3.2 Registro de Reporte de Maquinaria Fuera de Servicio

Formato 5-Registro de maquinaria fuera de servicio

Reporte de Maquinaria Fuera de Servicio	
Empresa:	Departamento de Producción
Máquina:	Fecha:
Lugar del daño:	
Causa del daño:	
Sugerencias para el Arreglo:	
Tiempo en reparación:	
Reportó:	Aprobó y Revisó:

Fuente: Libro La Administración en el Mantenimiento

9.4 Procedimiento de Documentación para el Control de Inventario.

A continuación se realiza el procedimiento de documentación para el control de inventario de materia prima y producto terminado.

Procedimiento de documentación para el control de inventario de materia prima y producto terminado	Planta trilladora de Coodecafec.	Versión: 1 Código:
--	----------------------------------	-----------------------

1. Objetivo

El presente procedimiento tiene como propósito describir las actividades involucradas en la documentación para el control de inventario de materia prima y producto terminado.

2. Alcance

Las actividades que conforman el procedimiento se describen a partir de la definición de políticas de control, manejo y almacenamiento de la materia prima hasta la definición de políticas para el producto terminado.

3. Definiciones

- Inventario: representa la cantidad de un material, recurso, o bien que sea usado en la organización.
- Materia prima: bien que a través del proceso sufren una transformación y se convierten en el producto terminado. Para el caso de Coodecafec el café pergamino.
- Producto terminado: bien que resulta de aplicar una serie de operaciones o transformaciones a la materia prima. Para el caso de Coodecafec el café excelso.

4. Condiciones generales

- Entre las políticas de control de la materia prima, se define la realización de inspecciones al silo de almacenamiento de dicha materia, dicha inspección se debe realizar cada vez que se vaya a recibir café pergamino (materia prima).
- La inspección a los sacos de café pergamino hacen parte de las políticas de control a la materia prima que se realizan en Coodecafec. En dicha inspección se calcula la prueba de taza, el factor de rendimiento de la materia prima, y el porcentaje de humedad del café recibido como materia

prima. Estas inspecciones deben ser realizadas cada vez que se reciba materia prima.

- Con base en las inspecciones a los sacos de café pergamino, se debe realizar la evaluación y clasificación de los proveedores diligenciando correctamente el registro de evaluación y clasificación de los proveedores (sección 9.4.1).
- Cumplir las políticas de manejo para la materia prima con el fin de garantizar la calidad de dicha materia.
- Almacenar en la zona definida el café pergamino.
- Para el producto terminado (café excelso) se realizan políticas de control tales como: inspección a la zona de almacenamiento (una vez por semana), control de las existencias en inventario una vez por semana (diligenciar debidamente el registro kardex sección 9.4.2)
- Se deben cumplir en todo momento las políticas para el manejo del producto terminado.
- Se debe almacenar el producto terminado o café excelso en la zona óptima definida.

5. Descripción del procedimiento

- La inspección al silo de almacenamiento de la materia prima consiste en realizar una limpieza a la zona con el fin de evitar materiales como puntillas, o líquidos que pueden afectar el estado del café pergamino. Esta inspección es realizada por el auxiliar de bodega, y se debe llevar a cabo al menos una vez por semana.
- A continuación se describe el procedimiento que se debe seguir para realizar las inspecciones a la materia prima cada vez que esta sea recibida:
 1. Al recibir una carga de café pergamino, se sacan dos muestras de 250 gramos cada una y una de 400 gramos (puncionando de distintos sacos hasta obtener dos muestras de 250 gramos y una de 400 gramos).
 2. Seleccionar una de las dos muestras de 250 gramos y realizar la inspección de calidad para determinar el nivel de broca que tiene el café pergamino, a esta inspección se le denomina prueba de taza.
 3. Con la muestra restante de 250 gramos, se calcula el factor de rendimiento del pergamino de la siguiente manera: trille la muestra de

modo que obtenga café excelsa tipo UGQ, después aplique la siguiente ecuación y obtenga el factor de rendimiento:

$$\text{Factor de Rendimiento} = (250 \times 70) / (\text{peso total café UGQ})$$

El valor máximo que se debe aceptar es de 95, el cual significa que para producir 70 kilos de excelsa se requieren 95 kilos de pergamino. En caso de no aprobar la prueba de taza y/o en caso de superar el límite del factor de rendimiento la carga se le debe devolver al proveedor.

4. Con la muestra restante de 400 gramos se procede a calcular el porcentaje de humedad del pergamino, de la siguiente manera: el determinador de humedad evalúa el porcentaje de humedad del pergamino. El rango aceptado de humedad es entre 9.5% y 12.5%. En caso de que el resultado se encuentre por fuera de ese rango se debe devolver la carga de materia prima al proveedor.
- El sistema de clasificación y evaluación de los proveedores consiste en diligenciar el formato de evaluación y clasificación de los proveedores (sección 9.4.1), este registro se debe llenar una vez al mes y debe ser diligenciado por el auxiliar de bodega y revisado y aprobado por el jefe de planta. Dicho formato debe incluir: la fecha, el nombre completo del proveedor, la cantidad de kilos de pergamino recibida, marcar con una X si aprueba la prueba de taza, el factor de rendimiento correspondiente a esa carga, el porcentaje de humedad respectivo y observaciones adicionales.
 - El personal autorizado para manipular la materia prima son: jefe de planta, auxiliar de bodega, comprador de café y maquinistas ya que son las personas que más conocimientos tienen sobre la manipulación del pergamino, de esta manera se puede tener un mayor control y asegurar la calidad de la materia prima.
 - El café pergamino se debe almacenar en la zona delineada de color amarillo en el diagrama de recorrido (sección 9.1.3) ya que esta zona es la más cercana al punto de inicio del proceso y así se disminuye el tiempo de transporte del material.
 - El silo de almacenamiento del producto terminado (café excelsa) se debe realizar una vez por semana, y consiste básicamente en realizar limpiezas del mismo modo y con el mismo fin de la inspección de la zona de almacenamiento del café pergamino. Dicha limpieza debe ser realizada por el auxiliar de bodega y/o maquinistas.
 - El control de existencias en inventario de producto terminado se debe llevar por medio del diligenciamiento del registro del Kardex, dicho registro se debe llevar una vez por semana. El kardex debe ser diligenciado por el auxiliar de

bodega y revisado y aprobado por el jefe de planta. El formato se debe diligenciar completamente incluyendo: fecha de revisión, cantidad de sacos UGQ, Europa o Supremo que hay en la fecha de revisión y el total de café excelso en existencia en la planta.

- El excelso se debe almacenar en la zona delineada con color rojo en el diagrama de recorrido (sección 9.1.3), esto con el fin de almacenar el excelso lo más cerca posible de las puertas de salida donde llegan los camiones a recoger el producto terminado.

6. Diagramas de flujo

- Diagrama de flujo para la inspección al silo de almacenamiento de la materia prima (ver anexo G)
- Diagrama de flujo para la inspección de la materia prima (ver anexo H)
- Diagrama de flujo para el diligenciamiento del kardex (ver anexo I)
- Diagrama de flujo para la inspección al silo de almacenamiento del producto terminado (ver anexo J)

7. Relación de registros

Tabla 36-Relación de registros documentación del control de inventario

Nombre	Sección
Registro de evaluación y clasificación de los proveedores.	9.4.1
Registro de Kardex	9.4.2

9.4.1 Registro de Evaluación y Clasificación de los Proveedores

Formato 6-Planilla de evaluación de los proveedores

Planilla de evaluación de los proveedores						
Revisó y Aprobó:			Nota: si cumple la prueba de taza colocar una (X)		Evaluación de los proveedores	
Fecha (dd/mm/año)	Proveedor	Kilos recibidos	Prueba de taza	Factor de rendimiento	% de Humedad	Observaciones
Comentarios Adicionales:				Reportó:		

10. IMPACTO DEL TRABAJO

Se comenzó el trabajo realizando un diagnóstico empresarial de la situación actual, con el fin de medir un impacto cualitativo del trabajo (impacto cuantitativo se realiza en el capítulo del análisis financiero) se realiza nuevamente el mismo diagnóstico. A continuación se presenta una tabla con los principios básicos del área de producción evaluados en el diagnóstico con su respectiva calificación antes y después de realizar el trabajo de grado.

Tabla 37-Impacto Cualitativo del trabajo

Impacto Cualitativo Principio Básico (Area de Producción)	Resultado	
	Antes	Despues
Organización administrativa de la producción	57%	57%
Planeación y Control de la producción	57%	95%
Almacenamiento de materiales	67%	67%
Manejo de materiales	83%	83%
Control de Inventarios	22%	83%
Proveedores	78%	78%
Control de calidad	43%	74%
Métodos de producción	44%	50%
Localización de la planta	67%	67%
Distribución de la planta	60%	60%
Seguridad Industrial	63%	63%
Ergonomía	67%	67%
Mantenimiento	6%	65%
Tratamiento de desechos	63%	63%
Sistemas de Producción	17%	83%
Total Producción	51%	70%

Fuente: Autor del trabajo

De la tabla anterior se evidencia un incremento en el puntaje de algunos principios, a continuación se enuncian algunas razones por la cual se presentan dichos incrementos:

- Planeación y control de la producción: los puntos que justifican el incremento en este principio básico son las propuestas realizadas en el diseño de un modelo estadístico de pronósticos, en el diseño de una planilla de control diario de producción y de control de producción real frente a la planeada, y por último con la propuesta de reuniones de todo el área de producción para compartir la planeación y el control de la producción de la planta.
- Control de inventarios: en esta sección se realizaron propuestas de un modelo de inventario para la materia prima, se realizó una planilla de control de existencias en inventario de producto terminado, se definieron políticas de control, de manejo y de almacenamiento tanto para materia prima como para producto terminado. Estas propuestas y políticas son la justificación del significativo incremento en el puntaje que arroja el diagnóstico empresarial.

- Control de calidad: se realizó la documentación de procesos de inspección de materia prima, también al definirse políticas de control, manejo y almacenamiento para los inventarios y políticas de control de la planeación de producción se ayudó a Coodecafec a elevar su puntaje referente a control de calidad en el diagnóstico empresarial.
- Métodos de producción: el incremento en métodos de producción se debe a la elaboración de los diagramas de flujo y de recorrido, los cuales permiten tener una mejor visibilidad del producto.
- Mantenimiento: en este trabajo se realizó el procedimiento de documentación para el mantenimiento de las máquinas. Se diseñó el registro de mantenimiento y reporte de máquinas fuera de servicio.
- Sistemas de producción: el incremento se justifica en que a partir de este trabajo Coodecafec cuenta con reportes diarios de producción y planillas de control de existencia de inventarios.

Gracias a estas propuestas realizadas, el área de producción refleja un importante incremento (utilizando el mismo criterio de calificar como crítico un resultado menor al 60%) al aplicar nuevamente el diagnóstico empresarial a Coodecafec.

Con esto se da fin a la medición del impacto cualitativo del trabajo para dar paso al impacto cuantitativo en el capítulo financiero donde se medirán los beneficios financieros del trabajo.

11. ANÁLISIS FINANCIERO

En este capítulo se realiza el análisis costo beneficio de las propuestas realizadas a lo largo del trabajo. Dicho análisis se realiza bajo tres escenarios distintos, los cuales son: pesimista, realista y optimista. El objetivo de este capítulo es determinar que tan rentable es para Coodecafec adoptar las propuestas en cada uno de los escenarios.

El análisis financiero comienza con el cálculo de los costos de mano de obra en los que incurre Coodecafec al implantar las propuestas. A continuación se presenta una tabla donde se reflejan los costos de mano de obra para el año 2009. (En el caso del análisis financiero el año 2009 es equivalente al año 0).

Tabla 38-Costos Mano de Obra Año 2009

Empleado	Valor sueldo	FP	Valor hora	# de horas	Total
Jefe de planta	2,300,000.00	0.51	14,470.83	15	217,063
Auxiliar de Compras	950,000.00	0.51	5,977.08	3	17,931
Ayudante de aux	500,000.00	0.51	3,145.83	3	9,438
				Total	244,431

La tabla presentada contempla los salarios de las personas involucradas en las propuestas, el factor prestacional de dicho salario, el valor de la hora se calcula con 30 días de trabajo en el mes y ocho horas de jornada laboral. El número de horas equivale a las horas que emplean los operarios adoptando las propuestas realizadas en este trabajo (solo en el 2009 se pone en marcha la propuesta de los pronósticos). El total es el resultante de calcular cual es el valor de las horas dedicadas en el año para las propuestas. (Valor hora*# de horas).

A continuación se presenta los datos para los siguientes años (2010-2011-2012-2013), el valor de la hora cambia debido al aumento previsto del salario de cada trabajador.

Tabla 39-Datos Años 2010-2013

Empleado	Año 1		Año 2		Año 3		Año 4	
	Valor Hora	# de horas	Valor Hora	# de horas	Valor Hora	# de horas	Valor Hora	# de horas
Jefe de planta	14,471	14	15,729	14	15,729	14	15,729	15
Auxiliar de Compras	5,977	43	7,235	42	7,235	43	7,235	44
Ayudante de aux	3,420	43	3,737	42	3,990	43	4,315	44

De esta manera se presentan los costos totales de mano de obra para todos los años:

Tabla 40-Costos totales Mano de Obra

Empleado	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Jefe de planta	217,063	205,003	217,586	222,829	228,072
Auxiliar de Compras	17,931	254,026	300,263	307,499	314,734
Ayudante de aux	9,438	145,356	155,078	169,581	187,682
Total	244,341	604,386	672,927	699,908	730,488

Teniendo los costos totales anuales de la mano de obra, se procede a calcular los costos de capacitación en los que incurre Coodecafec al implantar las propuestas desarrolladas en el trabajo. La siguiente tabla refleja los costos de capacitación para el año 2009 (año 0) para los operarios que se ven involucrados en las propuestas:

Tabla 41-Costos Capacitación Año 2009

Empleado	Valor hora	# de horas a capacitar		# horas totales	Total
		Pronosticos	Inventario		
Jefe de planta	14,470.83	5	5	10	144,708.33
Auxiliar de Compras	5,977.08	0	5	5	29,885.42
Ayudante de aux	3,145.83	0	5	5	15,729.17

La tabla siguiente muestra los datos para poder calcular los costos de capacitación para los siguientes años. El valor de la hora cambia debido al aumento de salario y el número de horas se modifica puesto que se estima que cada año se debe realizar un refuerzo de tres horas para repasar el tema de pronósticos y de inventarios.

Tabla 42-Datos Costos de Capacitación

Empleado	Año 1		Año 2		Año 3		Año 4	
	Valor Hora	# de horas	Valor Hora	# de horas	Valor Hora	# de horas	Valor Hora	# de horas
Jefe de planta	14,471	3	15,729	3	15,729	3	15,729	3
Auxiliar de Compras	5,977	3	7,235	3	7,235	3	7,235	3
Ayudante de aux	3,420	3	3,737	3	3,990	3	4,315	3

De esta manera se procede a calcular los costos totales de capacitación por año:

Tabla 43-Costos Totales de Capacitación

Empleado	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Jefe de planta	144,708	43,413	47,187	47,187	47,187
Auxiliar de Compras	29,885	17,931	21,706	21,706	21,706
Ayudante de aux	15,729	10,260	11,210	11,970	12,944
Total	190,323	71,604	80,103	80,863	81,837

Teniendo los costos de mano de obra y de capacitación, el paso siguiente consiste en calcular los costos totales de las propuestas realizadas. La tabla presentada a continuación refleja dicho costo para cada año:

Tabla 44-Costos Totales

Inversion	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Inversion en activo fijo	0	0	0	0	0
Inversion en tiempo de trabajo	244,431	604,386	672,927	699,908	730,488
Inversion en capacitacion	190,323	71,604	80,103	80,863	81,837
Costo del modelo propuesto	1,739,184	1,724,238	1,836,261	1,963,860	1,999,854
Total	2,173,938	2,400,228	2,589,291	2,744,631	2,812,178

Los costos del modelo propuesto hacen referencia a los costos del modelo P calculados al final del capítulo ocho. (Ver tabla 32)

Una vez calculados los costos, se procede a calcular los beneficios que económicos que brindan las propuestas realizadas. Para calcular dichos beneficios se presentan los precios del café pergamino y del excelso. (El precio del pergamino es el usado en el cálculo del modelo de inventario para el año 2009 y el precio del excelso fue brindado por Coodecafec)

Tabla 45-Precio Materia Prima y Producto Terminado para el Año 2009

Unidad	Precio Saco	Precio (kg)
Saco pergamino (40 kilos)	193,942	4,849
Saco Excelso (70 kilos)	520,000	7,429

La tabla a continuación refleja el margen de contribución para este año:

Tabla 46-Margen de contribución Año 2009

Costo Materia Prima (excelso)	450,916
Costo Trilla	15,113
Costo Total	466,029
Precio Unitario	7,429
Costo Unitario	6,658
Margen de Contribucion	771

El costo de materia prima es el precio del kilogramo de pergamino multiplicado por el número de kilos requeridos para obtener un saco de excelso (93 kilos). El costo de trilla consiste en dividir lo que le cuesta a la trilladora procesar un kilo de pergamino (\$162.5 por saco⁴⁵) multiplicado por el factor de rendimiento del pergamino (93 kilos). El costo total es la suma del costo de trilla más el costo de materia prima, dicho costo total es lo que cuesta producir un saco de excelso para Coodecafec. El Costo unitario consiste en dividir el costo total por 70 y así obtener cuánto cuesta producir un kilo de excelso. El margen de contribución es el resultante de restar el precio unitario de venta menos el costo unitario de producción, para el año 2009 el margen es de 771 por kilo.

El análisis costo beneficio se realiza bajo tres escenarios distintos: el optimista, realista y el pesimista. Para este trabajo el escenario optimista consiste en que el modelo de pronósticos propuesto pueda suplir los agotados que se han presentado en la planta trilladora de Coodecafec. Según ellos el desabasto más grande que hayan presentado es de 10,300 sacos de excelso, lo cual representa el 7% del pronóstico obtenido para el año 2009. Ya que el suplir este desabasto Coodecafec está generando nuevos ingresos. Para el escenario realista se toma un punto medio, por consiguiente se trabaja con un porcentaje del 3% del pronóstico de este año y para el pesimista se trabaja bajo el supuesto que no se podrá suplir ningún desabasto, el cual representa un porcentaje del 0% de los pronósticos.

La tabla a continuación ilustra lo enunciado en el párrafo anterior:

Tabla 47-Escenarios Análisis Financiero

Escenario	Margen
Optimista	7%
Realista	3%
Pesimista	0%

A continuación se presentan los beneficios para cada escenario, los beneficios para el año 2009 en cada escenario son 0 ya que las propuesta se implantarían a partir del año 2010. Los beneficios para los siguientes años representan el margen de cada escenario en los pronósticos calculados, es decir; para el año 2010 (año 1) en el escenario optimista representa el 7% del pronóstico calculado para ese año y para el caso del escenario realista representa el 3% del pronóstico calculado para ese año.

El margen se incrementa de acuerdo a una proyección del incremento del IPC (índice de precios al consumidor) realizada por el Banco de la República. Para todos los años se considera un incremento del 4%⁴⁶ en el margen de

⁴⁵ Fuente: Coodecafec

⁴⁶ Fuente: Banco de la República

contribución. El beneficio se obtiene de multiplicar el número de sacos de excelso por el margen de contribución.

Tabla 48-Beneficio Escenario Optimista

BENEFICIO ESCENARIO OPTIMISTA

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Sacos	0	10426	10552	10679	10806
Margen	771	802	834	867	902
Beneficio	0	8,360,043	8,800,019	9,261,809	9,746,462

Tabla 49-Beneficio Escenario Realista

BENEFICIO ESCENARIO REALISTA

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Sacos	0	4468	4522	4577	4631
Margen	771	802	834	867	902
Beneficio	0	3,582,876	3,771,437	3,969,347	4,177,055

Tabla 50-Beneficio Escenario Pesimista

BENEFICIO ESCENARIO PESIMISTA

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Sacos	0	0	0	0	0
Margen	771	802	834	867	902
Beneficio	0	0	0	0	0

Una vez calculados los beneficios bajo los tres escenarios se comparan beneficios contra los costos para obtener el valor presente neto de la inversión (La tasa con la que se calculó dicho valor presente neto fue con la DTF de Mayo 05 del 2009) y la tasa interna de retorno (TIR). A continuación se presentan los cálculos del valor presente neto y la tasa interna de retorno para cada escenario:

Tabla 51-VPN y TIR Escenario Optimista

ESCENARIO OPTIMISTA

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Beneficios	0	8,360,043	8,800,019	9,261,809	9,746,462
Costos	2,173,938	2,400,228	2,589,291	2,744,631	2,812,178
Total	-2,173,938	5,959,815	6,210,728	6,517,177	6,934,283

Tasa	6.87%
Vpn	\$ 19,495,968.49
Tir	277%

Tabla 52-VPN y TIR Escenario Realista

ESCENARIO REALISTA

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Beneficios	0	3,582,876	3,771,437	3,969,347	4,177,055
Costos	2,173,938	2,400,228	2,589,291	2,744,631	2,812,178
Total	-2,173,938	1,182,648	1,182,145	1,224,715	1,364,877

Tasa	6.87%
Vpn	\$ 2,017,448.39
Tir	42%

Tabla 53-VPN y TIR Escenario Pesimista

ESCENARIO PESIMISTA

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Beneficios	0	0	0	0	0
Costos	2,173,938	2,400,228	2,589,291	2,744,631	2,812,178
Total	-2,173,938	-2,400,228	-2,589,291	-2,744,631	-2,812,178

Tasa	6.87%
Vpn	\$ -11,091,441.69
Tir	0%

Las tablas anteriores evidencian que las propuestas resultan ser rentables económicamente para Coodecafec bajo los escenarios optimistas y realistas, ya que presentan un valor presente neto mayor a cero y una tasa interna de retorno mayor a la DTF. Bajo el escenario pesimista las propuestas no son rentables puesto que el valor presente neto es menor a cero (igualmente la perdida no sería de gran magnitud) y la tasa interna de retorno es menor a la DTF.

12. CONCLUSIONES

- Mediante el uso de modelos estadísticos de pronósticos, se proyectó la demanda del servicio de trilla con un periodo de proyección de cuatro años (2010-2011-2012-2013), se propuso a Coodecafec pronosticar su demanda por medio del modelo de regresión lineal. Se debe actualizar la información usada en los modelos con el fin de aumentar la precisión de dichos modelos.
- Se realizó el análisis de los factores controlables y no controlables que restringen el consumo de la demanda, entre los factores analizados están: clientes, competencia, producción de café a nivel nacional, exportaciones y crisis económica. Dicho análisis refleja que a pesar de la crisis económica hay un ambiente optimista para el sector cafetero y por ende para Coodecafec.
- Se diseñó la propuesta de un modelo de inventario para la materia prima, evaluando el modelo de cantidad fija de orden y el modelo de periodos fijos y cantidades variables. Se propuso a Coodecafec trabajar bajo el modelo de periodos fijos (modelo P).
- Se diseñó un manual de políticas de control, manejo y almacenamiento para la materia prima (café pergamino) y para el producto terminado (café excelso). Entre el diseño de políticas se encuentran: la inspección que se le realiza a la materia prima cada vez que se recibe, las personas autorizadas para la manipulación tanto de materia prima como producto terminado, y la definición de las zonas de almacenamiento para el pergamino y el excelso.
- Se realizó la propuesta del procedimiento de documentación del proceso de trilla, mantenimiento, planeación y control de producción y control de inventario con el fin de garantizar la calidad. Para la documentación del proceso se realizó el cursograma analítico y el diagrama de recorrido del proceso, para el mantenimiento se propuso un programa de mantenimiento preventivo y se diseñó el formato de reporte de maquinaria fuera de servicio. Para la documentación de la planeación y control de la producción se diseñó formatos de control diario de producción, y de control de producción real frente a la planeada. Se realizó el diseño de un kardex y un sistema de evaluación y clasificación de los proveedores para la documentación del control de inventario.
- Se realizó un estudio de costo beneficio de las propuestas realizadas a Coodecafec, tomando tres escenarios posibles (optimista, realista y pesimista). Bajo los escenarios optimista y realista las propuestas resultan ser rentables para Coodecafec, ya que la tasa interna de retorno para el escenario optimista es del 277%, y para el realista es del 42%.

Bajo el escenario pesimista la tasa interna de retorno es del 0% y el valor presente neto es de 11'091,441.69 negativo.

- Mediante el diagnóstico empresarial se realizó la medición del impacto cualitativo del trabajo para la empresa. Dicho impacto muestra un incremento en el área de producción pasando de un 51% a un 70%, dejando así de ser un área crítica para la organización. (Considerando crítica aquel área con un puntaje menor al 60%)

13. BIBLIOGRAFÍA

- CHANG, James. "Business Process management Systems Strategy and Implementation". Ed. Auerbach Publications, 2006.
- CHASE, JACOBS, AQUILANO. "Administración de la Producción y Operaciones". Ed. Mc Graw Hill, 10ª Edición.
- DOUNCE, Enrique. "La Administración en el Mantenimiento". Ed. Continental.
- GOMEZ, Oscar. "Contabilidad de Costos" Ed. Mc Graw Hill. 5ª Edición. 2005
- Mariño, Hernando. "Gerencia de Procesos".Ed.Alfaomega.
- MAYNARD, Harold. "Manual de Ingeniería y Organización Industrial". Ed. Reverte. 3ª Edición.
- NAHMIAS, Steven. "Análisis de la Producción y las Operaciones". Ed. Mc Graw Hill. 5ª Edición. 2007.
- NIEBEL, Freivald. "Ingeniería Industrial Métodos, estándares y Diseño del trabajo". Ed. Alfaomega. 11ª Edición. México D.F. 2006.
- PRIETO, Lena. "Manual de Procesos Industriales". Ed. Editorial Pontificia Universidad Javeriana. 1ª Edición. 2004
- OFICINA INTERNACIONAL DEL TRABAJO. "Introducción al Estudio del Trabajo". Ed. Limusa. 4ª Edición. 2006.
- PRAWDA.WITENBERG.JUAN."Métodos y modelos de investigación de operaciones". Editorial Limusa. México
- ROSILLO, Jorge Santiago. "Matemáticas Financieras para Decisiones de Inversión y Financiación". Ed. Cengage Learning Editores. 2009.
- SLACK, Nigel. "Operations Strategy". Ed. Financial Times Prentice Hall.
- VÉLEZ, Ignacio Antonio. "Decisiones de Inversión para la Valoración Financiera de Proyectos y Empresas". Ed. Editorial Pontificia Universidad Javeriana. 5ª Edición. 2006.
- VILAR, BARRIO JOSÉ."Las 7 nuevas herramientas para la mejora de la calidad". Ed. Fundación Confemetal. 2ª Edición.

- www.banrep.com.co

14. ANEXOS

Anexo A: Estudio de estacionalidad de la demanda del servicio de trilla

Con el fin de identificar si la demanda de servicio de trilla para Coodecafec presenta estacionalidad, se realiza un análisis vertical de todos los años históricos (2003-2008). Dicho análisis consiste en evaluar mes a mes el comportamiento de la demanda por medio de una gráfica y de esta manera concluir si se ve algún tipo de estacionalidad, por ejemplo: si todos los Enero la demanda disminuye o si todos los Septiembre la demanda aumenta. En el caso de presentar estacionalidad los pronósticos se verían afectados ya que la demanda histórica que se tiene se debe desestacionalizar por medio de un factor que se calcula.⁴⁷

A continuación se realiza el análisis vertical de la demanda de trilla con el fin de identificar si hay estacionalidad:

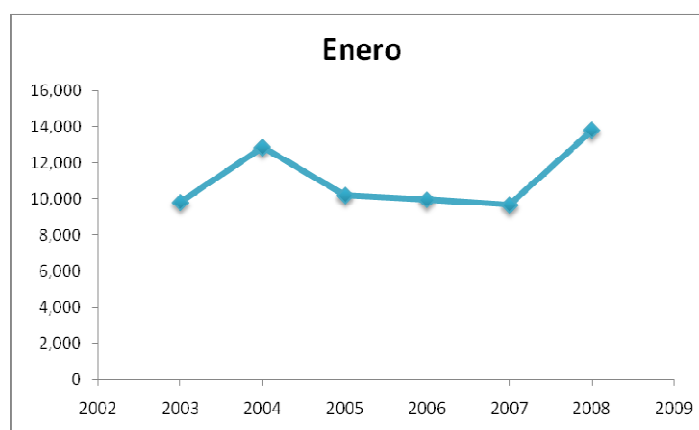
Tabla 54- Datos históricos mensuales

Año	Enero	Feb	Mar	Abril	May	Junio	Julio	Agost	Sept	Oct	Nov	Dec	Total
2003	9,836	12,097	11,061	10,752	11,803	12,390	10,371	11,217	10,395	9,859	12,295	10,742	132,818
2004	12,871	10,047	13,074	12,311	11,008	10,381	9,963	13,048	12,305	11,214	14,769	12,392	143,383
2005	10,213	10,617	12,387	11,462	10,807	13,411	11,356	12,728	10,083	11,564	13,202	9,936	137,766
2006	9,958	9,261	10,189	10,333	11,614	12,894	11,892	14,524	11,770	13,013	14,371	11,225	141,044
2007	9,678	11,289	14,800	10,900	13,755	13,754	14,771	10,253	9,914	9,957	14,699	13,610	147,380
2008	13,796	10,749	11,248	12,629	13,630	12,510	12,510	11,373	14,232	9,351	9,676	10,219	142,423

Fuente: Coodecafec

Se procede a graficar la demanda de cada uno de los meses para todos los años y de esta manera identificar si existe alguna estacionalidad:

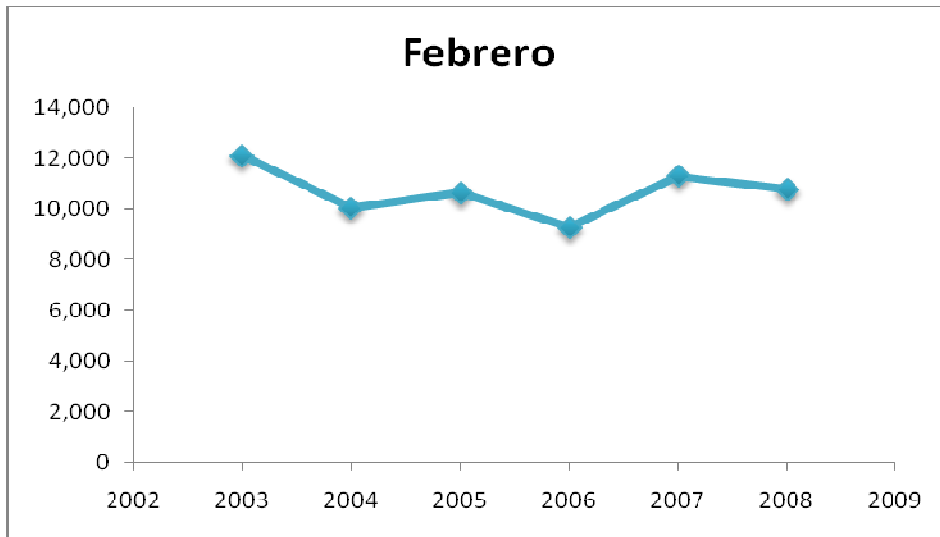
Gráfica 12- Demanda histórica Enero



Fuente: Autor del trabajo

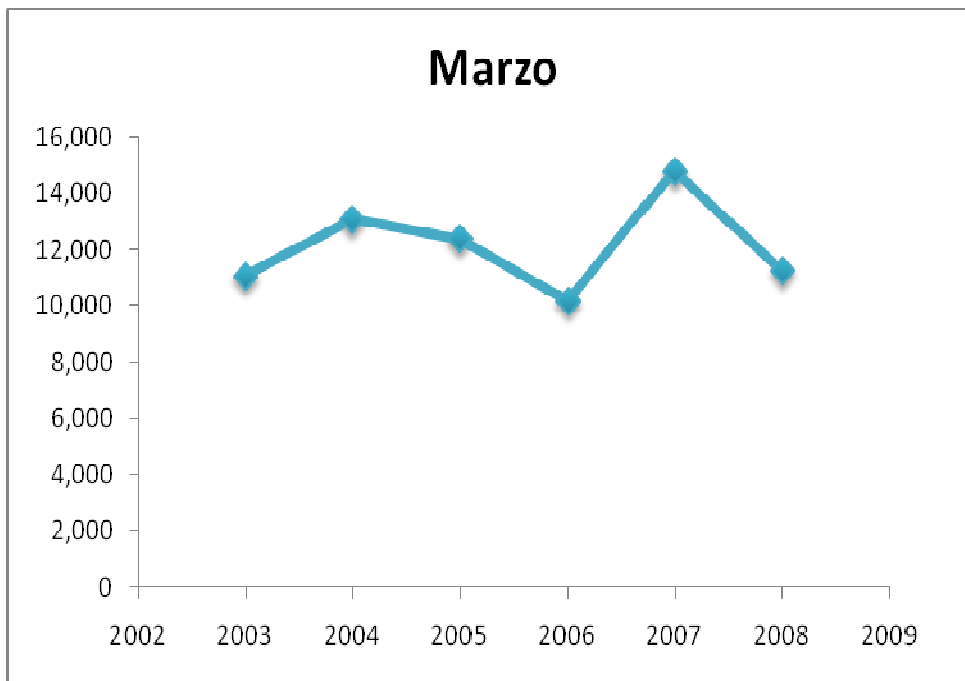
⁴⁷ Fuente: CHASE. JACOBS. AQUILANO. Administración de la producción y las operaciones. Editorial MC Graw Hill. 10 Edición

Gráfica 13- Demanda histórica Febrero



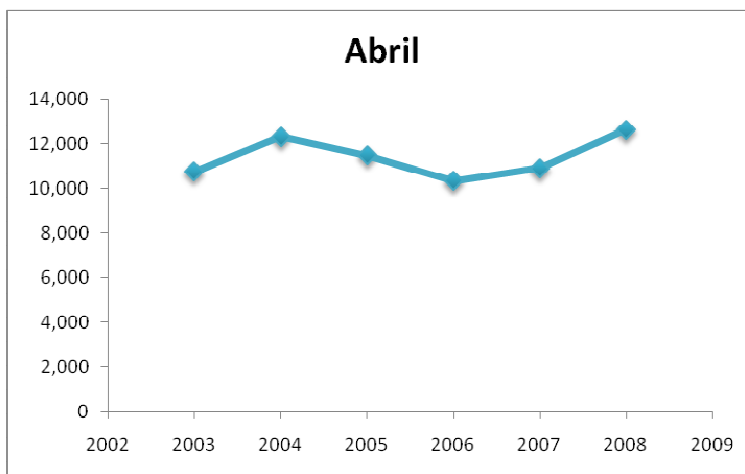
Fuente: Autor del trabajo

Gráfica 14-Demanda historica Marzo



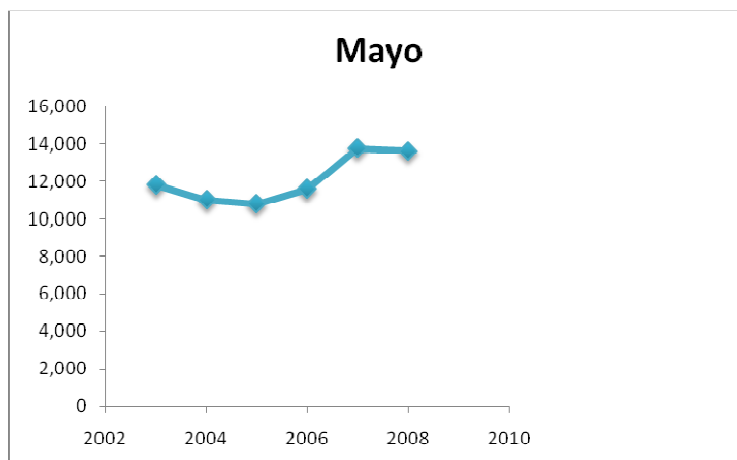
Fuente: Autor del trabajo

Gráfica 15-Demanda Historica Abril



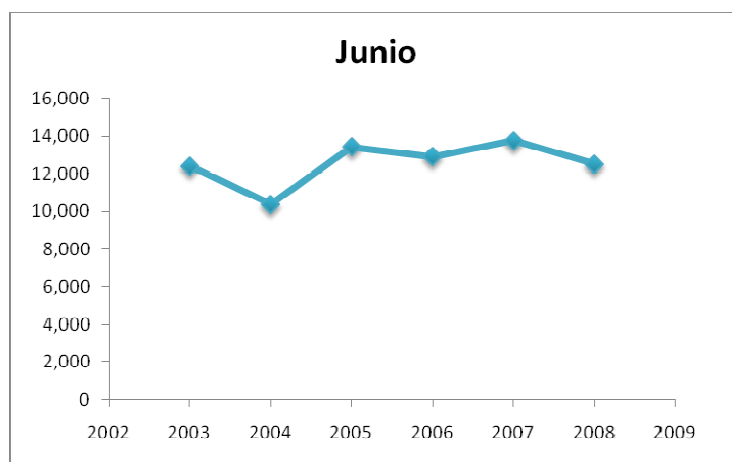
Fuente: Autor del trabajo

Gráfica 16-Demanda Historica Mayo



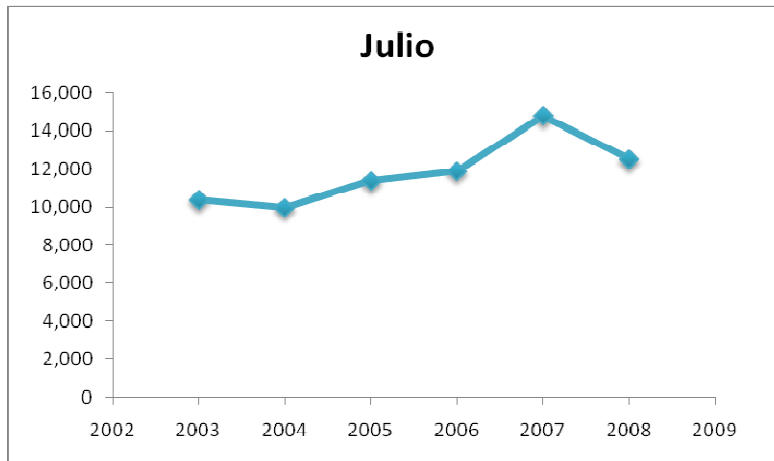
Fuente: Autor del trabajo

Gráfica 17- Demanda histórica Junio



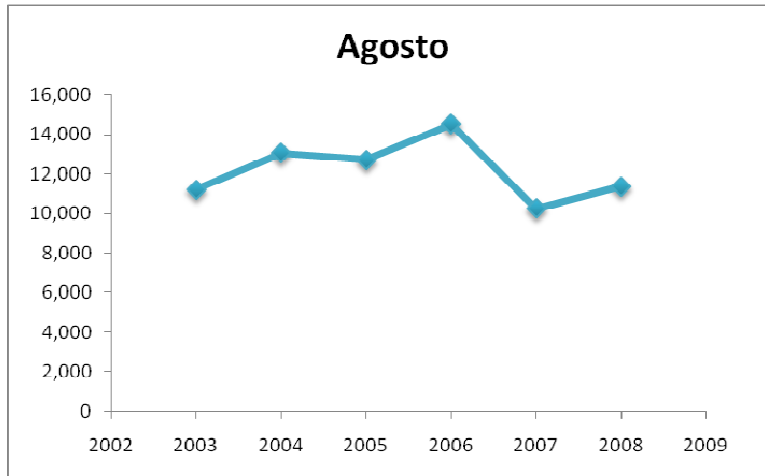
Fuente: Autor del Trabajo

Gráfica 18-Demanda histórica Julio



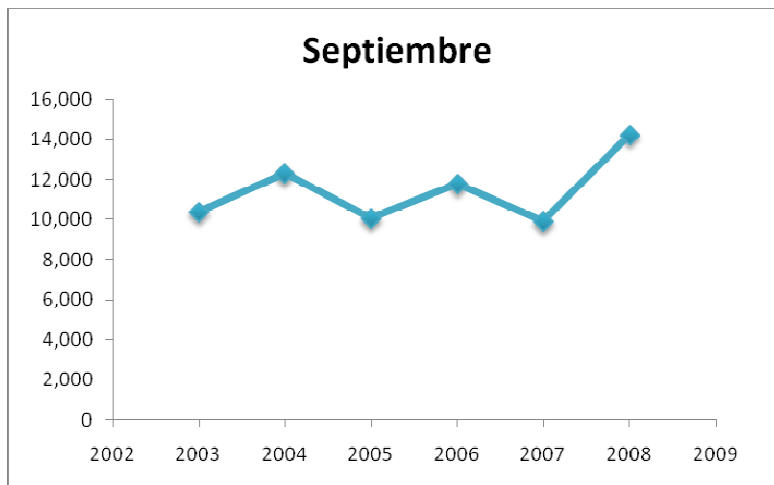
Fuente: Autor del Trabajo

Gráfica 19-Demanda histórica Agosto



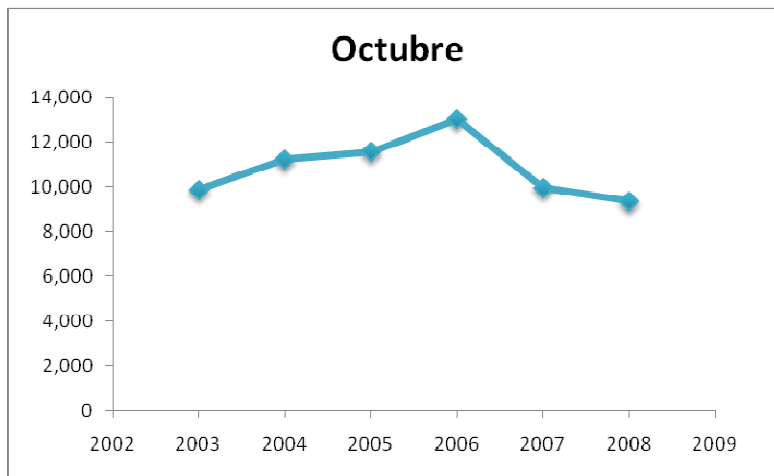
Fuente: Autor del trabajo

Gráfica 20-Demanda Histórica Septiembre



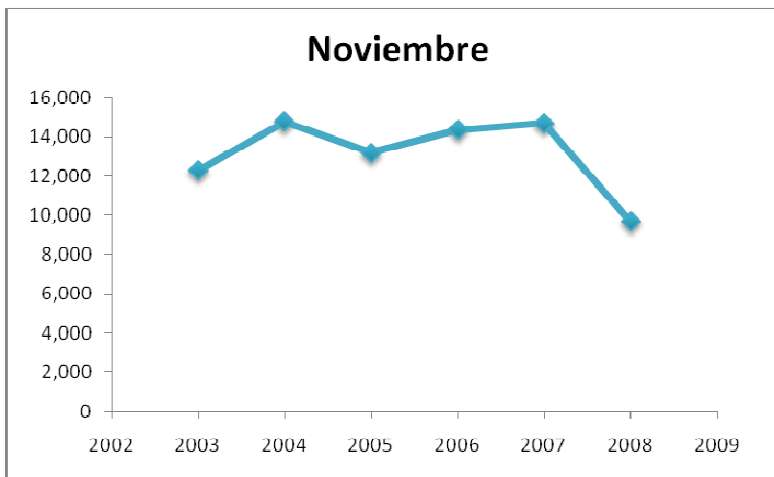
Fuente: Autor del trabajo

Gráfica 21-Demanda histórica Octubre



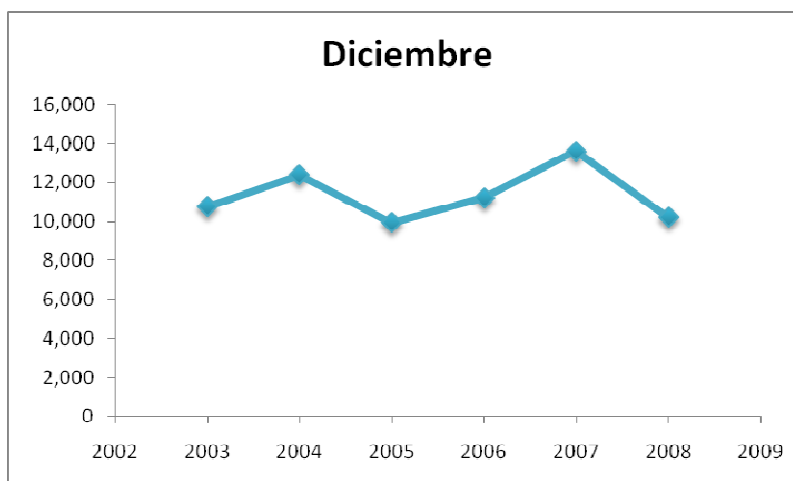
Fuente: Autor del trabajo

Gráfica 22-Demanda histórica Noviembre



Fuente: Autor del trabajo

Gráfica 23-Demanda histórica Diciembre



Fuente: Autor del trabajo

De las gráficas presentadas se concluye que la demanda del servicio de trilla para Coodecafec no presenta ninguna estacionalidad puesto que en ningún mes en los años históricos que se tienen se presenta un incremento o decremento constante. Por consiguiente para el cálculo de los pronósticos se pueden utilizar los datos históricos sin considerar factor de estacionalidad.

Anexo A: Cálculo del precio del kilo de pergamino

Para calcular el costo del kilo de pergamino para los años 2009-2010-2011-2012 y 2013 se realizó una regresión con los datos históricos del precio desde el año 2000 hasta el 2008. A continuación se presenta una tabla con los precios promedios históricos del kilo de pergamino:

Tabla 55-Costo promedio del kilo de pergamino

Costo Promedio Kilo de Pergamino													
Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Promedio
2000	2,971.00	2,834.38	2,880.13	2,780.30	2,830.00	2,733.50	2,761.52	2,640.90	2,640.00	2,640.00	2,640.00	2,640.00	2,749.31
2001	2,573.37	2,332.22	2,377.16	2,506.80	2,719.65	2,357.57	2,241.29	2,269.68	2,300.50	2,086.26	2,199.70	2,159.71	2,343.66
2002	2,211.84	2,167.68	2,374.87	2,463.14	2,275.71	2,223.00	2,118.58	2,081.48	2,418.40	2,493.78	2,580.14	2,285.55	2,307.85
2003	2,578.10	2,567.18	2,396.74	2,500.66	2,513.74	2,324.00	2,554.84	2,405.81	2,469.06	2,369.84	2,388.26	2,439.84	2,459.01
2004	2,684.62	2,678.86	2,741.35	2,618.03	2,769.84	3,034.74	2,561.19	2,543.10	2,812.17	2,808.19	3,104.97	3,381.97	2,811.59
2005	3,339.94	3,874.68	4,468.74	4,151.43	4,025.29	3,714.00	3,317.84	3,279.78	3,067.49	3,442.03	3,605.26	3,582.42	3,655.74
2006	4,199.16	3,809.61	3,562.16	3,743.57	3,663.10	3,595.03	3,604.87	3,688.19	3,534.57	3,432.97	3,806.06	4,078.94	3,726.52
2007	3,819.22	3,770.29	3,523.29	3,397.66	3,256.32	3,401.30	3,342.97	3,601.26	3,865.83	3,971.26	3,916.40	4,044.90	3,659.23
2008	4,012.16	4,354.34	4,004.00	3,520.62	3,479.84	3,641.00	3,710.45	4,070.13	4,325.70	4,126.95	4,191.37	4,076.16	3,959.39

Fuente: Federación Nacional de cafeteros

Teniendo los precios históricos del kilo se calcula lo que representa cada mes del precio promedio final del año, la siguiente tabla refleja las ponderaciones de cada mes desde el año 2000 hasta el 2008:

Tabla 56-Ponderaciones históricas del precio del pergamino

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2000	108%	103%	105%	101%	103%	99%	100%	96%	96%	96%	96%	96%
2001	110%	100%	101%	107%	116%	101%	96%	97%	98%	89%	94%	92%
2002	96%	94%	103%	107%	99%	96%	92%	90%	105%	108%	112%	99%
2003	105%	104%	97%	102%	102%	95%	104%	98%	100%	96%	97%	99%
2004	95%	95%	98%	93%	99%	108%	91%	90%	100%	100%	110%	120%
2005	91%	106%	122%	114%	110%	102%	91%	90%	84%	94%	99%	98%
2006	113%	102%	96%	100%	98%	96%	97%	99%	95%	92%	102%	109%
2007	104%	103%	96%	93%	89%	93%	91%	98%	106%	109%	107%	111%
2008	101%	110%	101%	89%	88%	92%	94%	103%	109%	104%	106%	103%
Promedio	103%	102%	102%	101%	100%	98%	95%	96%	99%	99%	103%	103%

Fuente: Autor del Trabajo

A la fecha se tiene el precio del kilogramo para los meses de Enero, Febrero y Marzo los cuales se presentan en la siguiente tabla:

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Promedio
2009	4565	5023	5283										

Usando las ponderaciones mensuales halladas se proyecta el precio del kilo promedio para los meses restantes y el precio promedio total para el año 2009. A continuación se presentan los resultados:

Tabla 57-Proyección precio de pergamino Año 2009

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Promedio
2009	4565	5023	5283	4878	4868	4750	4608	4640	4811	4786	4972	4998	4848.56

Fuente: Autor del Trabajo

De esta manera se obtiene que el precio del kilo de pergamino para el año 2009 es de \$4848.56.

Por medio de la regresión lineal se calculan los precios para los años siguientes, a continuación se presentan los resultados:

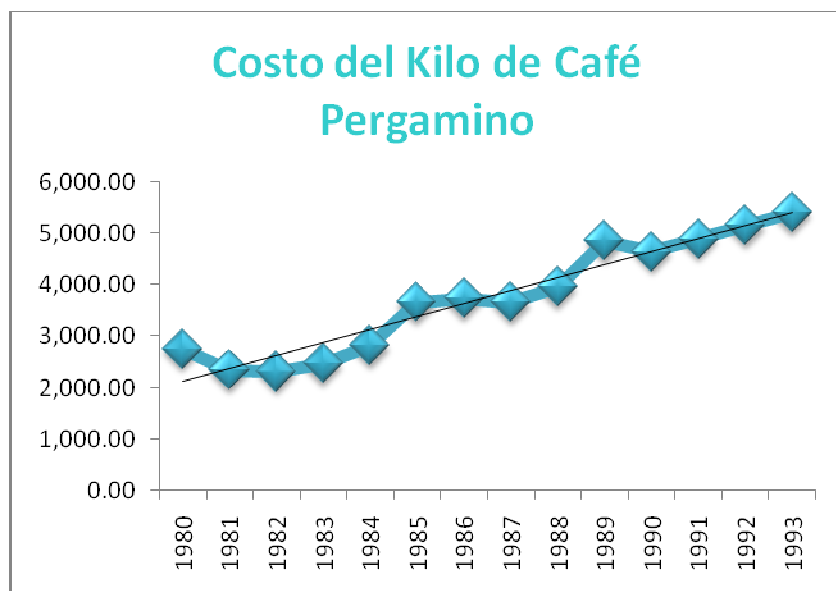
Tabla 58-Precios del kilo de Pergamino Años 2009-2013

Año	Promedio
2009	4,848.56
2010	4,638.98
2011	4,891.15
2012	5,143.31
2013	5,395.47

Fuente: Autor del Trabajo

La siguiente gráfica refleja el comportamiento del precio del kilo de café pergamino:

Gráfica 24-Costos del kilo de pergamino

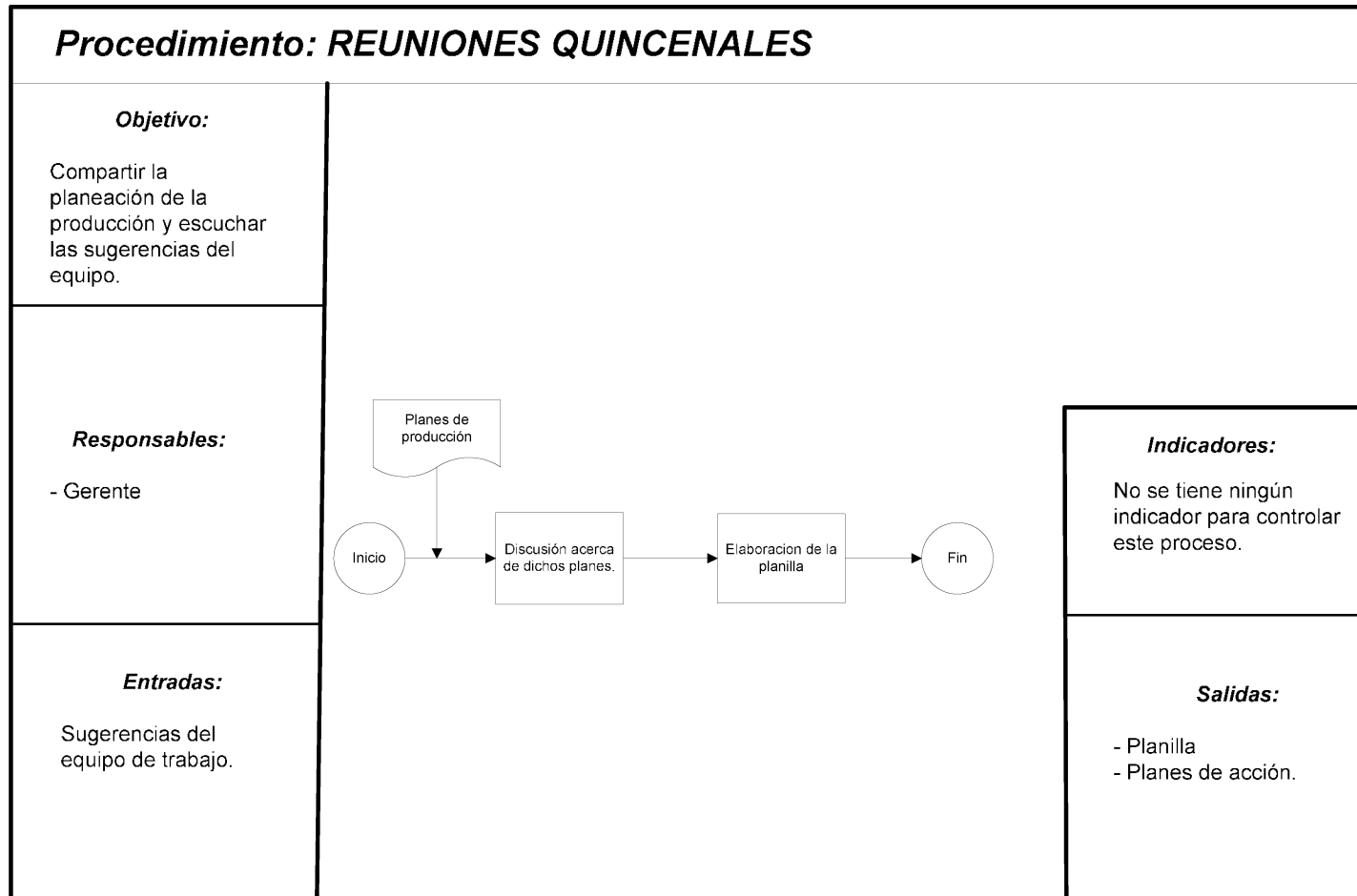


Fuente: Autor del Trabajo

De esta manera se calculan los precios del kilo de café pergamino, para ser usados en los cálculos de los modelos de inventario.

Anexo B: Procedimiento Reuniones Quincenales

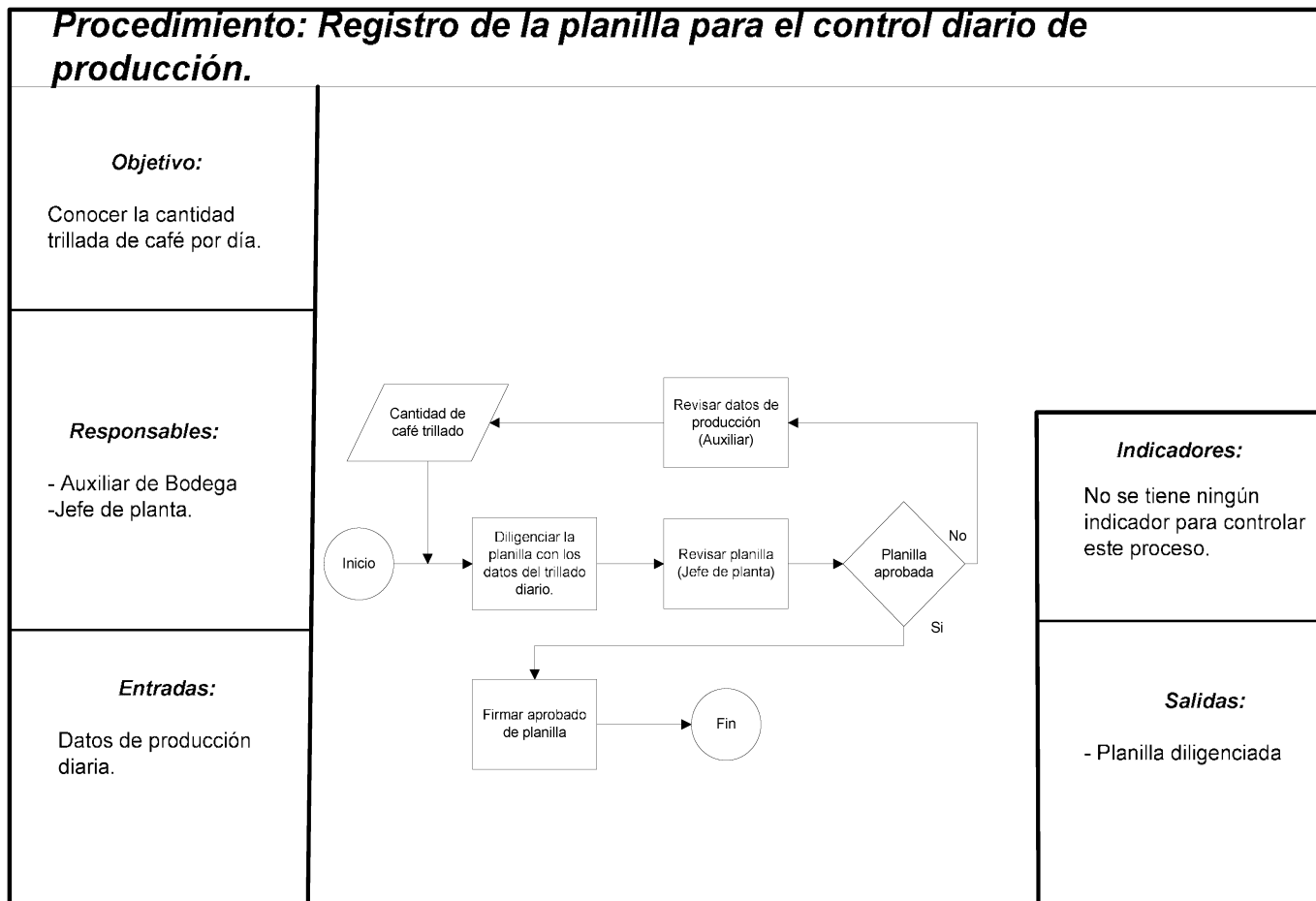
Diagrama 3-Procedimiento Reuniones Quincenales



Fuente: Autor del Trabajo

Anexo C: Diagrama de flujo del diligenciamiento de la planilla del control diario de producción

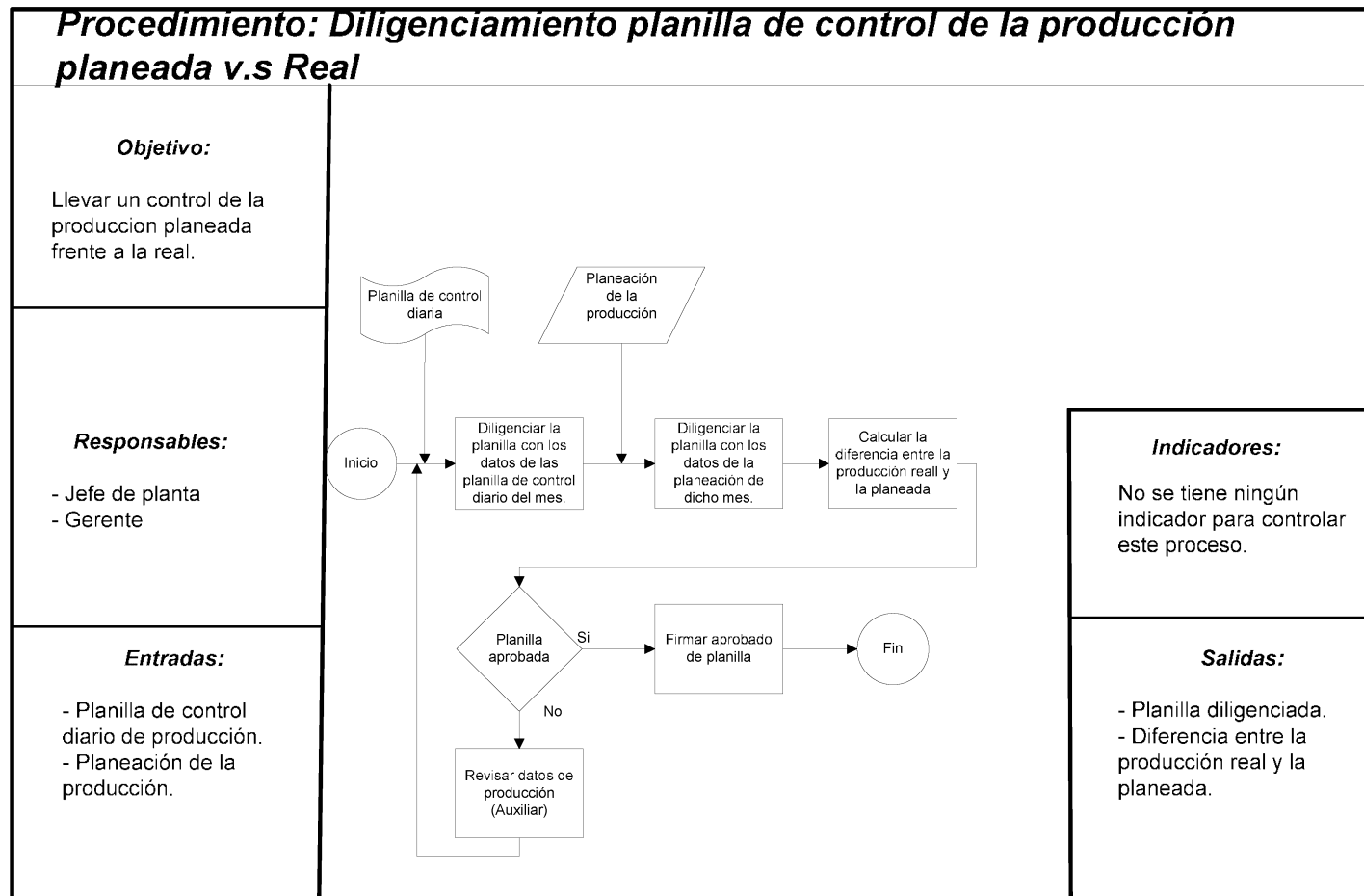
Diagrama 4-Diligenciamiento planilla control diario de producción



Fuente: Autor del Trabajo

Anexo D: Diagrama Planilla de Control de producción real v.s planeada

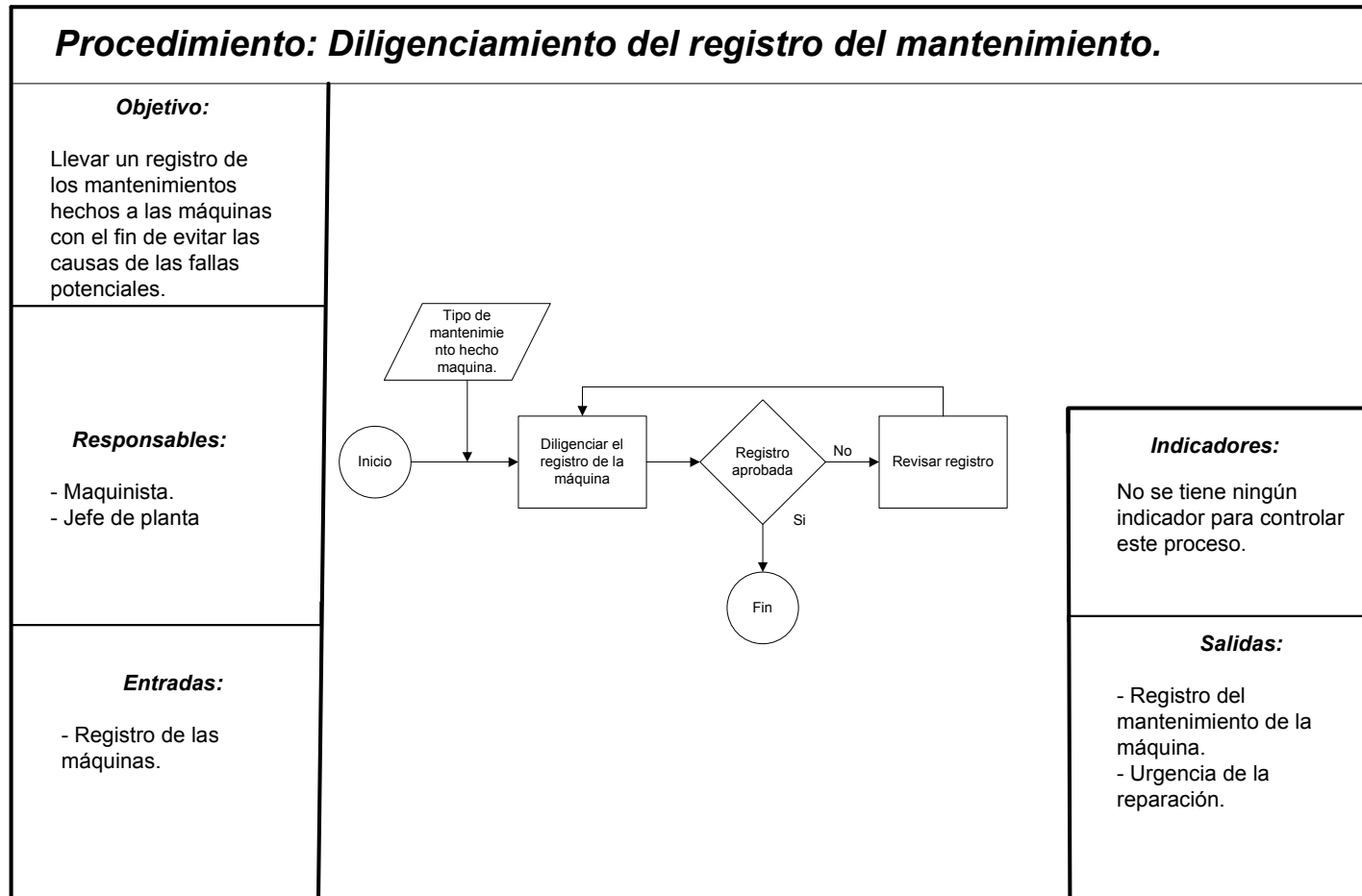
Diagrama 5-Planilla control de la producción real frente la planeada



Fuente: Autor del Trabajo

Anexo E: Diagrama de flujo del diligenciamiento del registro de mantenimiento

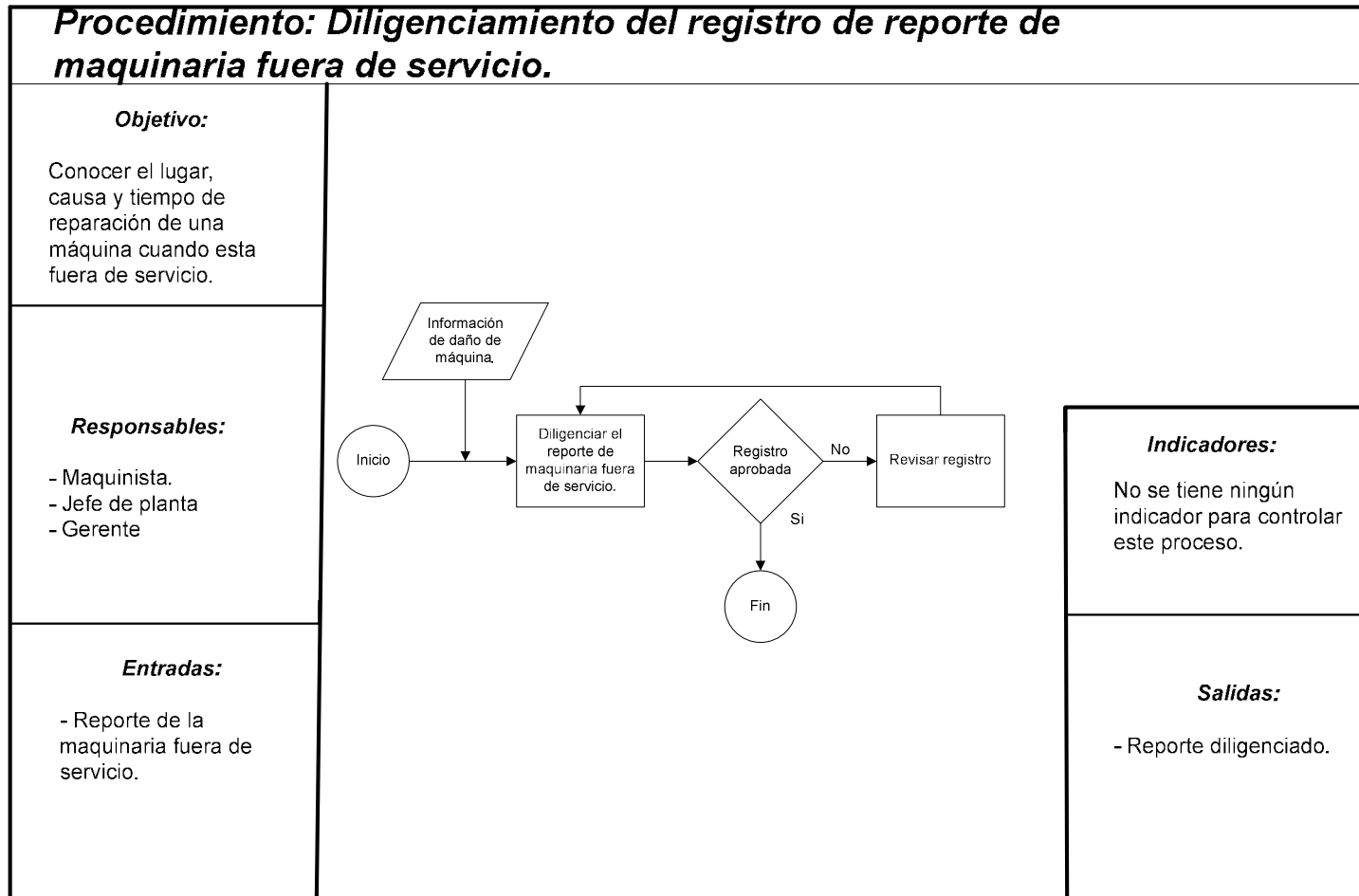
Diagrama 6-Registro de mantenimiento



Fuente: Autor del Trabajo

Anexo F: Diagrama de diligenciamiento del reporte de maquinaria fuera de servicio

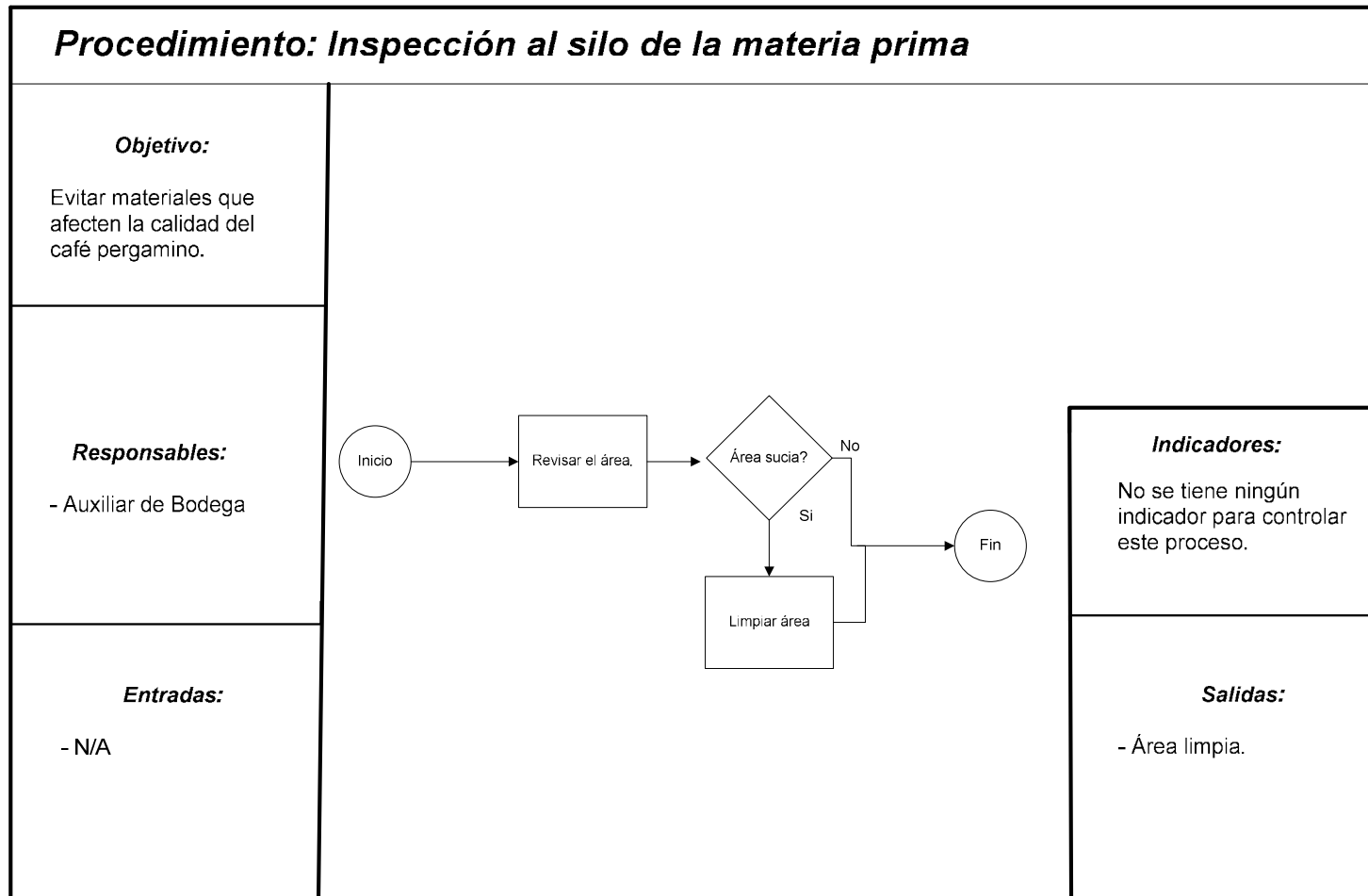
Diagrama 7-Reporte Maquinaria fuera de servicio



Fuente: Autor del Trabajo

Anexo G: Flujo de la inspección al silo de la materia prima

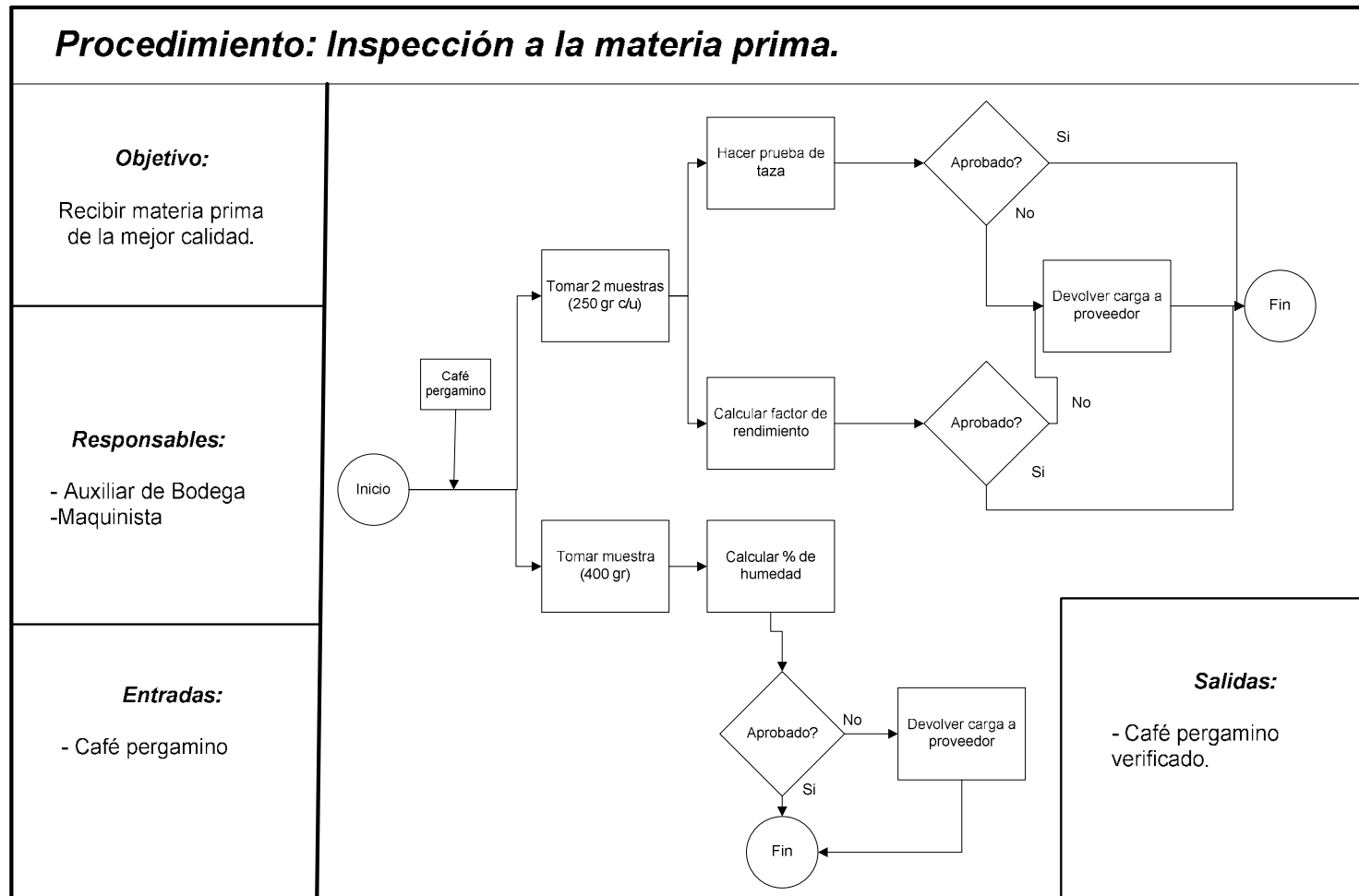
Diagrama 8-Inspección al silo de almacenamiento del pergamino



Fuente: Autor del Trabajo

Anexo H: Diagrama de flujo de la inspección a la materia prima

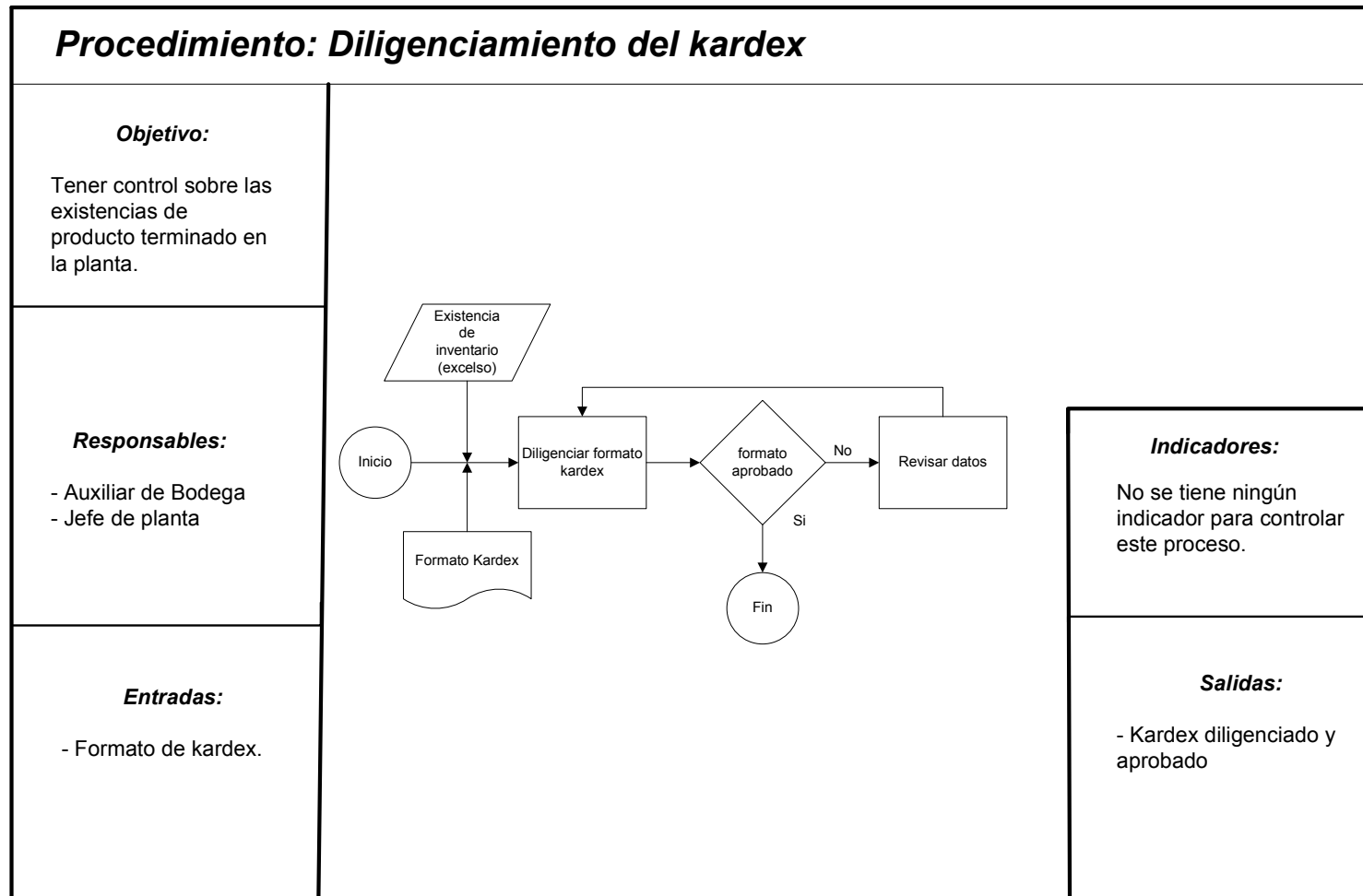
Diagrama 9-Inspección a la materia prima



Fuente: Autor del Trabajo

Anexo I: Diagrama de flujo del diligenciamiento del Kardex

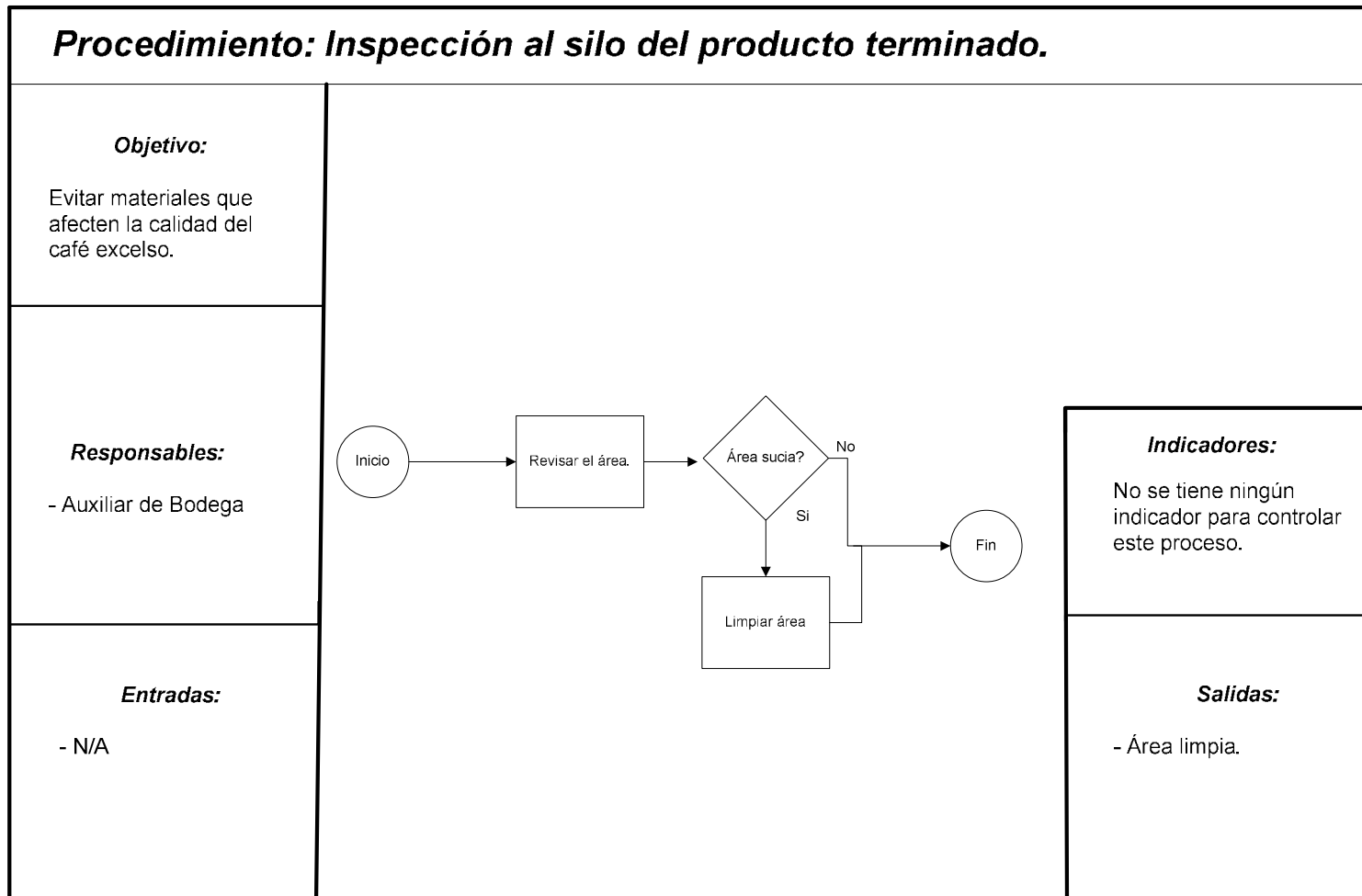
Diagrama 10-Diligenciamiento del Kardex



Fuente: Autor del Trabajo

Anexo J: Diagrama de la inspección al silo del producto terminado

Diagrama 11-Inspección silo del producto terminado



Fuente: Autor del Trabajo

Anexo K: Entrevistas Realizadas

A continuación se presenta un resumen de la entrevista realizada al Dr. Luis Fernando Hernández:

Entrevistado: Dr. Luis Fernando Hernandez.

Fecha de la entrevista: 16 de Octubre del 2008

Lugar: Federación Nacional de Cafeteros

Dirección: Calle 73 N° 8-13 Torre B Piso 2

Teléfono: 3136700 Ext.421

Cargo: Estadístico Oficina de Calidad de Café - ALMACAFÉ S.A.

Resumen: El tema central de la entrevista fue las certificaciones de calidad en las trilladoras de café. La información que se adquirió de dicha entrevista fue: Hoy la certificación ISO 9001 no es un requisito por parte de los clientes, la Federación de Cafeteros está en el proceso de certificación con sus trilladoras propias (específicamente Armenia). Una vez adquirida esta certificación será requisito para todas las trilladoras que le prestan servicio de trilla a la Federación estar certificados con ISO 9001.

El siguiente es el resumen de la entrevista realizada al Dr. Octavio Castilla:

Entrevistado: Dr. Octavio Castilla

Fecha de Entrevista: 25 de Marzo del 2009

Lugar: Federación Nacional de Cafeteros

Dirección: Calle 73 No. 8-13 Torre A Piso 6

Teléfono: 3136643/ 2173567

Cargo: Director de Logística y Compras de Café

Resumen: El tema central de esta entrevista fue la competencia de Coodecafec. Gracias a la entrevista se obtuvo la cifra exacta de trilladoras registradas en el país. (116 trilladoras).

El siguiente es el resumen de la entrevista realizada al Dr. Carlos Hernando Duque:

Entrevistado: Dr. Carlos Hernando Duque

Fecha de Entrevista: 25 de Marzo del 2009

Lugar: Expocafé

Dirección: Carrera 7 No.74-36 Piso 3

Teléfono: 3437050

Cargo: Gerente General

Resumen: El tema central de esta entrevista fue los privilegios que tiene Coodecafec al ser una cooperativa. Gracias a la entrevista se obtuvo que la Federación Nacional de Cafeteros y Expocafe tienen un compromiso social de darle prioridad a las cooperativas para la prestación de servicio de trilla. En la entrevista se cuestionó el impacto que podrá tener la crisis económica en el sector cafetero y la respuesta brindada fue gracias a los pronósticos realizados por la Federación de Cafeteros hay un entorno optimista para el sector caficultor en Colombia.

Los siguientes puntos resumen la entrevista realizada al Dr. Henry Parra:

Entrevistado: Dr. Henry Parra

Fecha de Entrevista: 26 de Marzo del 2009

Lugar: vía telefónica

Dirección: Parque Industrial de Bucaramanga Vía Palenque - Café Madrid

Teléfono: 097-6762333 Ext 107

Cargo: Coordinador de Programa

Resumen: El tema central de esta entrevista fue entender en qué consiste el programa que el coordina, la información que se resalta es: el programa llamado "plan de renovación" consiste en renovar los cultivos cafeteros del país es decir; mejorar los cultivos brindando mejores sistemas de riego para las plantas, brindar capacitaciones a los caficultores, mejorar las estructuras usadas para cultivar.

A continuación se presenta el resumen de la entrevista realizada al Dr. Luis Genaro Muñoz:

Entrevistado: Dr. Luis Genaro Muñoz

Fecha de Entrevista: 26 de Marzo del 2009

Lugar: Federación Nacional de Cafeteros

Dirección: Calle 73 No. 8-13 Torre A Piso 8

Teléfono: 3136600 Ext. 607 - 608

Cargo: Gerente Administrativo

Resumen: El tema central de esta entrevista fue cómo ve el Dr. Luis Genaro el futuro de las exportaciones Colombianas y como dato importante que se respondió se resalta: Según los pronósticos de la federación Nacional de Cafeteros las exportaciones no bajaran en los próximos años. El mencionó un punto importante de resaltar el cual es el siguiente: un punto que la Federación de Cafeteros contempla que podría contrarrestar la crisis mundial en gran parte: Brasil el mayor productor de café en el mundo bajará drásticamente sus niveles de producción en los próximos años, esto debido a la época de sequias que se van a presentar.

A continuación se presenta el resumen de la entrevista realizada al Dr. Edgard Echeverri:

Entrevistado: Dr. Edgard Echeverri

Fecha de Entrevista: 27 de Marzo del 2009

Lugar: Federación Nacional de Cafeteros

Dirección: Calle 73 No. 8-13 Piso 10

Teléfono: 3136600 Ext. 643

Cargo: Gerente Técnico

Resumen: El punto a resaltar de esta entrevista son los países hacia donde más se exporta el café Colombiano, estos países son: Estados Unidos, Japón y Alemania.

A continuación se presenta el resumen de la entrevista realizada al Dr. Carlos Alberto Saldias:

Entrevistado: Dr. Carlos Alberto Saldias

Fecha de Entrevista: 27 de Marzo del 2009

Lugar: Federación Nacional de Cafeteros

Dirección: Calle 73 No. 8-13

Teléfono: 3136600

Cargo: Líder Nacional de Extensión Rural

Resumen: el tema ha resaltar de esta entrevista es el papel que llegaría a jugar Colombia con la demanda sobrante debido a la sequia en territorio brasileño. El comentario del Dr. Saldias fue: Colombia entraría a ser uno de esos países responsables de suplir demanda ya que es el segundo productor y uno de los exportadores más grandes de café a nivel mundial con Vietnam.