

PLAN DE MEJORAMIENTO PARA MULTIFILTROS LTDA

**Diseño e implementación de un plan de mejoramiento para el proceso productivo de
Multifiltros Limitada.**

Andrés Felipe Quintanilla Mayorga, Jose Camilo Jiménez Hernández

Trabajo de Grado para Optar al título de Ingeniero Industrial

Director

Carlos Eduardo Díaz Bohórquez

MSc. En Ingeniería Industrial

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas

Escuela de Estudios Industriales y Empresariales

Bucaramanga

2018

Agradecimientos

A Dios, porque gracias a la fortaleza que él me dio en los momentos difíciles pude superar todos los obstáculos y hacer que todo esto fuera posible.

A mis padres Álvaro Quintanilla y Omaira Mayorga, por su apoyo constante, amor que me brindan y confianza que han depositado en mí. Porque es por ellos que siempre daré lo mejor, sus enseñanzas y principios han hecho de mí la persona que hoy soy.

A mi hermano Juan Camilo, por su amistad, enseñanzas, compañía, buenos consejos y excelentes momentos compartidos.

A mi novia Yessika, por su comprensión, por ser un apoyo incondicional, por confiar en mis capacidades y ser la persona que siempre estuvo ahí, en los momentos difíciles para no dejarme desfallecer.

Andrés Felipe Quintanilla Mayorga

A Dios por la vida y permitirme una vez más alcanzar mis metas, y en su compañía todo es posible.

A mis padres Javier Ricardo Jiménez y Luz Adiel Hernández, que con su amor, apoyo y enseñanzas hoy soy la persona que soy, porque ellos son el motor de mi vida y por quienes siempre querré seguir adelante y retribuirles todo el sacrificio que hacen por la familia.

A mis hermanos por la amistad y el cariño que me han dado, con quienes espero seguir creciendo y estar siempre unidos, e igualmente al resto de mi familia, para quienes siempre espero ser un orgullo y una persona en quien confiar.

A mis amigos, quienes siempre han sido un apoyo, quienes me han acompañado en mi crecimiento personal y profesional, y con quienes he construido una amistad sólida y sincera.

A mi Alma Mater, por permitirme este crecimiento intelectual y profesional, y en especial a mi director de proyecto Carlos Eduardo Díaz Bohórquez por su acompañamiento y consejo.

Y por ultimo de forma muy especial a Jorge Enrique Tayo y su empresa Multifiltros Limitada, por permitirnos trabajar en conjunto para la realización de este proyecto, como crecimiento profesional para nosotros y desarrollo para la empresa, permitiéndonos aportar y dejar ese sello personal e institucional de la UIS en la empresa.

Jose Camilo Jiménez Hernández

Tabla de contenido

Introducción	22
1. Cumplimiento de objetivos	24
2. Generalidades del proyecto	25
2.1. Identificación de la empresa.....	25
2.1.1. Razón social.	25
2.1.2. Localización.	25
2.1.3. Misión.	26
2.1.4. Visión	26
2.1.5. Portafolio de productos	26
2.1.6. Mercados que atiende la empresa	27
2.1.7. Canales de distribución	27
2.1.8. Mapa de procesos de la empresa.....	28
2.1.9. Estructura organizativa.....	29
2.2. Planteamiento del problema.....	30
2.3. Objetivos	30
2.3.1. Objetivo general	30
2.3.2. Objetivos específicos	31
2.4. Alcance del proyecto.....	31
2.5. Metodología del proyecto	32
2.5.1. Etapa 1. Pre-diagnóstico.....	32
2.5.2. Etapa 2. Diagnóstico	32
2.5.3. Etapa 3. Diseño	33
2.5.4. Etapa 4. Implementación.....	33

2.5.5. Etapa 5. Diseño de Indicadores	34
3. Marco Referencial	34
3.1. Marco de antecedentes	34
3.2. Marco teórico	37
3.2.1. Mejoramiento de procesos	37
3.2.2. Estrategia de las 5's.....	40
3.2.3. Análisis de despilfarros 5MQS	41
3.2.4. Estudio métodos y tiempos	43
3.2.5. Pronóstico de la demanda.....	45
3.2.6. Sistemas de inventarios	48
3.2.7. Plan de requerimiento de materiales	49
3.2.8. Clasificación ABC	53
3.2.9. Indicadores de gestión.....	55
4. Diagnóstico de la empresa	57
4.1. Descripción general del proceso productivo	57
4.1.1. Proceso de producción de Grasas.....	57
4.1.2. Proceso de producción de Aceite	60
4.1.3. Proceso de Maquilado de Productos	62
4.2. Análisis económico de ventas y costos	64
4.3. Gestión de inventarios.....	67
4.4. Clasificación ABC	69
4.5. Planeación y programación de la producción	72
4.6. Análisis de 5´S	76
4.6.1. Seiri (clasificación)	77
4.6.2. Seiton (orden).....	77

4.6.3. Seiso (limpieza).....	77
4.6.4. Seiketsu (estandarización).....	78
4.6.5. Shitsuke (disciplina).....	78
4.7. Análisis de despilfarros 5MQS.	79
4.7.1. Mano de obra.....	79
4.7.2. Máquinas.....	80
4.7.3. Material.....	82
4.7.4. Método.....	83
4.7.5. Dirección.....	83
4.7.6. Calidad.....	84
4.7.7. Seguridad.....	86
5. Formulación de propuestas de mejora.....	87
5.1. Programa de 5's.....	87
5.1.1. Problemática a solucionar.....	87
5.1.2. Objetivos de la propuesta.....	88
5.1.3. Plan de implementación.....	88
5.2. Pronóstico de demanda.....	91
5.2.1. Problemática a atender.....	91
5.2.2. Objetivos de la propuesta.....	92
5.2.3. Plan de implementación.....	93
5.3. Cálculo de tamaños de lote por producto.....	94
5.3.1. Problemática a solucionar.....	94
5.3.2. Objetivos de la propuesta.....	95
5.3.3. Plan de implementación.....	95
5.4. Estudio de tiempos.....	96

5.4.1. Problemática a atender 96

5.4.2. Objetivos de la propuesta 96

5.4.3. Plan de implementación 97

5.5. Implementación del MRP mediante herramienta ofimática 97

5.5.1. Problemática a atender 97

5.5.2. Objetivos de la propuesta 98

5.5.3. Plan de implementación 99

5.6. Documentación del proceso productivo..... 101

5.6.1. Problemática a solucionar 101

5.6.2. Objetivo de la propuesta..... 102

5.6.3. Plan de implementación 103

6. Implementación de propuestas de mejora 104

6.1. Programa de 5’s..... 104

6.1.1. Capacitación metodología 5’s 104

6.1.2. Clasificación..... 105

6.1.3. Orden y señalización 108

6.1.4. Limpieza..... 109

6.1.5. Estandarización y disciplina..... 111

6.1.6. Evaluación..... 112

6.2. Pronóstico de demanda. 113

6.2.1. Elección del modelo 113

6.2.2. Recolección de datos 114

6.2.3. Desarrollo del pronóstico 116

6.2.4. Socialización y capacitación 123

6.3. Cálculo de tamaños de lote. 124

6.3.1. Cálculo costo de ordenar.....	124
6.3.2. Cálculo costo de mantenimiento de inventarios	130
6.3.3. Cálculo tamaño de lote óptimo por producto	134
6.3.4. Cálculo de punto de reorden con inventarios de seguridad.....	135
6.4. Estudio de tiempos	137
6.4.1. Preparación de metodología.....	137
6.4.2. Toma de tiempos	139
6.4.3. Análisis de datos	142
6.4.4. Socialización de resultados	147
6.5. Implementación del MRP mediante herramienta ofimática.	148
6.5.1. Recolección de la información.....	148
6.5.2. Construcción Bill of Material	148
6.5.3. Construir Plan Maestro de Producción	150
6.5.4. Levantamiento de inventario.....	151
6.5.5. Integración y finalización de la herramienta ofimática.....	155
6.5.6. Capacitación y arranque.....	157
6.6. Documentación del proceso productivo.....	157
6.6.1. Delimitación alcance de cada procedimiento.....	157
6.6.2. Recolección de información.....	158
6.6.3. Diseño y construcción del manual	158
6.6.4. Aprobación y capacitación.....	158
7. Sistema de indicadores	159
7.1. Diseño y formulación de indicadores.....	160
7.2. Construcción de los indicadores.....	160
7.2.1. Indicador de devoluciones de productos.....	160

7.2.2. Indicador de eficacia de la producción..... 161

7.2.3. Indicador de entregas a tiempo 162

7.2.4. Indicador de cumplimiento de tiempos 163

7.3. Herramienta de seguimiento y control 164

7.4. Resultado de la implementación. 166

8. Conclusiones 167

9. Recomendaciones..... 168

Referencias Bibliográficas 171

Lista de Figuras

Figura 1. Geolocalización de la empresa Multifiltros Limitada. 26

Figura 2. Canales de distribución..... 28

Figura 3. Mapa de procesos Multifiltros Ltda. 28

Figura 4. Organigrama de la empresa. 29

Figura 5. Pasos para realizar estudio de tiempos por cronómetro. 45

Figura 6. Métodos de pronóstico de demanda. 46

Figura 7. Principales operaciones y actividades de la planeación del abasto 50

Figura 8. Elementos que componen un programa general de planeación de necesidades..... 52

Figura 9. Ejemplo de árbol estructural del producto..... 53

Figura 10. Gráfico típico de un análisis ABC..... 54

Figura 11. Mezcla de materias primas para producción de grasa 59

Figura 12. Alistamiento de envases para grasa..... 59

Figura 13. Mezcla final para obtención de grasa 60

Figura 14. Envasado de la grasa 60

Figura 15. Muestras de bases lubricantes 61

Figura 16. Alistamiento de envases para aceites 61

Figura 17. Envasado de aceites..... 62

Figura 18. Empaque de aceites 62

Figura 19. Isotanques de almacenaje 63

Figura 20. Ventas totales vs Meta establecida por año..... 65

Figura 21. Cumplimiento de la meta Multifiltros Ltda, Año 2017..... 66

Figura 22. Clasificación ABC de inventarios	71
Figura 23. Ventas por producto 1er semestre 2017 - Motorlub (M \$COP).....	71
Figura 24. Ventas por producto 1er semestre 2017 - Motoline (M \$COP)	72
Figura 25. Porcentaje de incumplimiento en las órdenes de pedido de Multifiltros Ltda.	74
Figura 26. Participación de las principales causas del incumplimiento en las órdenes de pedido	74
Figura 27. Porcentaje de incumplimiento en las órdenes de pedido por productos producidos en Multifiltros Ltda.....	75
Figura 28. Diagrama análisis 5's - Situación actual	78
<i>Figura 29. Diagrama análisis de despilfarros 5MQS - Situación actual</i>	<i>87</i>
Figura 30. Lista de elementos innecesarios	89
Figura 31. Rótulo de tarjeta Roja.....	90
Figura 32 Registro fotográfico capacitación 5's	105
Figura 33. Formato lista de elementos innecesarios Seiri.....	106
Figura 34. Registro fotográfico de uso de tarjeta roja	107
Figura 35. Registro fotográfico de elementos eliminados	107
Figura 36. Registro fotográfico de orden en almacenes	108
Figura 37. Plantilla de etiquetas.....	108
Figura 38. Registro fotográfico de orden de etiquetas	109
Figura 39. Programa de limpieza	110
Figura 40. Formato de registro de cumplimiento programa de limpieza.....	111
Figura 41. Análisis 5's antes y después de la implementación.....	113
Figura 42. Análisis de estacionalidad para el producto Grasa Roja de Calcio.	117
Figura 43. Diagrama de flujo proceso productivo	124

Figura 44. Antiguo procedimiento de producción.	138
Figura 45. Procedimiento de producción en línea	139
Figura 46. Premuestra presentación chupo	140
Figura 47. Tiempos de la presentación chupo.	144
Figura 48. Diagrama de actividad múltiple para presentación chupo.....	146
Figura 49. Capacidades por presentación de producto	147
Figura 50. Registro de productos en proceso de aceites	153
Figura 51. BOM del producto SAE 50 Garrafa en el Software Wimax	154
Figura 52. Resumen de ordenes de compra.	156
Figura 53. Ficha técnica del indicador de devoluciones	161
Figura 54. Ficha técnica del indicador de eficacia de la producción	162
Figura 55. Ficha técnica del indicador de entregas a tiempo	163
Figura 56. Ficha técnica del indicador de cumplimiento de tiempos de producción.....	163
Figura 57. Formato de visualización de indicadores	165
Figura 58. Porcentaje de incumplimiento en las órdenes de pedido por productos producidos en Multifiltros Ltda 2018.....	166

Lista de Tablas

Tabla 1. Cumplimiento de objetivos.....	24
Tabla 2. Identificación de la empresa.	25
Tabla 3. Diferencias de tipos de mejoramiento.	38
Tabla 4 Incremento de la meta por línea de producto 2016 a 2017	65
Tabla 5 Registros de paradas de planta por ausencia de materias primas	69
Tabla 6 Análisis de utilización de maquinaria y equipo	81
Tabla 7 Porcentajes de devoluciones de producto	85
Tabla 8 Número de reprocesos por defectuosos y productos reenvasados	86
Tabla 9 Recursos para implementación del programa de 5 eses	92
Tabla 10 Recursos para implementación del pronóstico de demanda	94
Tabla 11 Recursos para implementación del MRP.....	102
Tabla 12 Recursos para implementación del manual de procedimientos	104
Tabla 13 Cuadro comparativo de modelos de pronóstico de la demanda.....	115
Tabla 14 Consolidado demanda por familia de productos en año 2017	117
Tabla 15 Cálculo índice estacional para la familia de producto Roja de calcio	119
Tabla 16 Índice estacional para la familia de producto Grasa Roja de Calcio	120
Tabla 17 Demanda desestacionalizada para la familia de producto Grasa Roja de Calcio	121
Tabla 18 Cálculo pronóstico de demanda para la familia de productos Grasa Roja de calcio ...	123
Tabla 19 Cálculo costo de mano de obra anual	126
Tabla 20 Cálculo costo de capital	132
Tabla 21 Tamaños de lote óptimos productos Motorlub	135

Tabla 22 Punto de reorden por producto.....	137
Tabla 23 Cálculo del tamaño de muestra por presentación	143
Tabla 24 Suplementos del ciclo de producción de la presentación chupo.....	143
Tabla 25 Resumen de tiempos por elemento, presentación chupo	145
Tabla 26 Proporciones de componentes para producción de grasa	149
Tabla 27 BOM del producto Motor SAE 50 presentación Galón.....	150
Tabla 28 Plan maestro de producción enero 2018 para el producto Motor SAE 50	152
Tabla 29 Necesidades brutas de componentes.....	155
Tabla 30 Elementos para la formulación de indicadores	160

Lista de Apéndices

(Ver apéndices adjuntos en el CD y pueden visualizarlos en la Base de Datos de la

Biblioteca UIS)

Apéndice A. Análisis general de ventas

Apéndice B. Inventarios de seguridad

Apéndice C. Análisis ABC

Apéndice D. Análisis de incumplimiento de entregas

Apéndice E. Lista de chequeo 5 eses

Apéndice F. Evidencia fotográfica 5 eses

Apéndice G. Lista de chequeo 5MQS

Apéndice H. Evidencia fotográfica 5MQS

Apéndice I. Análisis de utilización de maquinaria

Apéndice J. Presentación de capacitación 5 eses

Apéndice K. Implementación Seiri 5 eses

Apéndice L. Programa de limpieza

Apéndice M. Seguimiento de implementación 5 eses

Apéndice N. Pronóstico de la demanda

Apéndice O. Costos de orden y mantenimiento, cálculo de tamaños de lote y punto de reorden

Apéndice P. Estudio de tiempos

Apéndice Q. Herramienta ofimática MRP

Apéndice R. Manual de procedimientos

Apéndice S. Registro de producción

Apéndice T. Análisis de incumplimiento de entregas 2018

RESUMEN

TÍTULO: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MEJORAMIENTO PARA EL PROCESO PRODUCTIVO DE MULTIFILTROS LIMITADA.*

AUTORES:

ANDRÉS FELIPE QUINTANILLA MAYORGA

JOSE CAMILO JIMÉNEZ HERNÁNDEZ**

PALABRAS CLAVE: Mejoramiento de procesos, planeación de requerimiento de materiales, diagnóstico de procesos, proceso productivo, estudio de tiempos, pronóstico de ventas, programación de la producción, indicadores de gestión.

DESCRIPCIÓN:

Multifiltros Limitada es una empresa importadora, comercializadora de filtros, y fabricante de lubricantes, grasas y productos afines del sector automotriz (transporte pesado, liviano, carga y de pasajero), industrial y agrícola. Con 22 años de experiencia, se ha caracterizado por ofrecer productos de calidad al mercado regional y nacional, con un servicio diseñado especialmente para la satisfacción total de sus clientes. No obstante, como toda empresa, Multifiltros presenta inconvenientes en su proceso productivo que han frenado su crecimiento y expansión a nuevos mercados.

El presente proyecto se fundamenta en mejorar y fortalecer el proceso productivo mediante la implementación de un plan de mejoramiento, conformado por propuestas orientadas a eliminar las principales falencias del proceso.

Para entrar en contexto al lector, el proyecto inicia con la descripción de las generalidades de la empresa, continuando con la identificación de las principales problemáticas que padece el proceso productivo mediante un diagnóstico con análisis cuantitativo y cualitativo. Una vez identificadas, se procede al diseño de propuestas fundamentadas en el Marco teórico, que tienen como finalidad mitigar las problemáticas encontradas.

Posteriormente, se describe la implementación de las propuestas, entre las cuales se encuentran la implementación de 5's, estudio de tiempos, calculo tamaño de lotes, pronóstico de demanda, planeación de requerimiento de materiales mediante una herramienta ofimática y por último la documentación del proceso. Finalmente, se diseña un sistema de indicadores que permita medir el desempeño del proceso productivo y las propuestas implementadas.

* Trabajo de grado.

** Facultad de Ingeniería Físico-Mecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Director MSc. DIAZ BOHORQUEZ, Carlos Eduardo.

ABSTRACT

TITLE: DESIGN AND IMPLEMENTATION OF AN IMPROVEMENT PLAN FOR THE PRODUCTION PROCESS OF MULTIFILTROS LIMITADA.*

AUTHORS:

ANDRÉS FELIPE QUINTANILLA MAYORGA

JOSE CAMILO JIMÉNEZ HERNÁNDEZ**

KEY WORDS: Process improvement, material requirements planning, process diagnosis, production process, time study, production scheduling, sales forecast, management indicators.

DESCRIPTION:

Multifiltros Limitada is an importer, marketer of filters, and manufacturer of lubricants, greases and related products of the automotive sector (heavy, light, cargo and passenger transport), industrial and agricultural. With 22 years of experience, it has been characterized by offering quality products to the regional and national market, with a service designed especially for the total satisfaction of its customers. However, like any company, Multifiltros presents disadvantages in his production process that have slowed his growth and expansion into new markets.

According to the above, this project is based on improving and strengthening the production process through the implementation of an improvement plan, consisting of proposals aimed at eliminating the main shortcomings of the process.

To enter the reader in context, the project starts with the description of the company's generalities, continuing with the identification of the main problems that the productive process suffers through a diagnosis with quantitative and qualitative analysis. Once identified, we proceed to the design of proposals based on the theoretical framework, which aim to eliminate the problems encountered. Subsequently, the implementation of the proposals is described, among which are the program of the 5's, study of times, calculation batch size, forecast of demand and the planning of material requirements through an office tool. To finish, a system of indicators is designed to measure the performance of the production process and the implementation of the proposals.

* Bachelor Thesis

** Faculty of Physical-Mechanical Engineering. School of Industrial and Business Studies. Director MSc. DIAZ BOHORQUEZ, Carlos Eduardo.

Introducción

"Mejorar un proceso, significa cambiarlo para hacerlo más efectivo, eficiente y adaptable, qué cambiar y cómo cambiar depende del enfoque específico del empresario y del proceso." (Harrington, 1992). Con el transcurso del tiempo, las organizaciones cada vez son más inteligentes y más competitivas, es por esto que, para Multifiltros es de vital importancia comenzar a implementar una filosofía de mejoramiento continuo en su proceso productivo para mejorar su competitividad, productividad y garantizar su posicionamiento en el mercado.

Dicho esto, el propósito de este proyecto es diseñar e implementar mejoras al proceso productivo de Multifiltros que permitan aumentar la productividad mediante la optimización de los recursos y eliminación de actividades que no agreguen valor al proceso. Para el diseño de estas mejoras, se tendrá en cuenta los resultados del diagnóstico realizado mediante la descripción del proceso productivo, análisis de ventas, gestión de inventarios, planeación y programación de la producción, análisis de desperdicios 5MQS y el análisis de las 5's. Además, se realizará un sistema de indicadores enfocado al proceso productivo que permitirá medir el desempeño de este una vez las mejoras propuestas sean implementadas.

Para el desarrollo de este proyecto, inicialmente se exponen las generalidades de la empresa, situación actual, planteamiento del problema, objetivos, metodología para el cumplimiento de los mismos y el marco referencial. Seguido de esto, se expone el cumplimiento del primer objetivo que es el diagnóstico, necesario para formular las propuestas de mejora. Posteriormente, en el

capítulo 5 podrá encontrar el diseño de cada propuesta, que contiene la problemática a solucionar, descripción, objetivos y el plan de implementación desglosado por etapas. Así, en el capítulo 6 se da inicio a la implementación de cada una de las propuestas, donde se describen detalladamente las actividades realizadas para dar cumplimiento a los objetivos de cada mejora. Finalmente, en los capítulos 8 y 9 se exponen las conclusiones y recomendaciones.

1. Cumplimiento de objetivos

Tabla 1. Cumplimiento de objetivos
Cumplimiento de objetivos

Objetivo	Cumplimiento
Realizar un diagnóstico de la situación actual del proceso productivo de Multifiltros Ltda. de tal manera que se identifiquen deficiencias y oportunidades de mejora.	Capítulo 4. Diagnóstico de la empresa
Formular un plan de mejoramiento de acuerdo a las deficiencias y oportunidades encontradas en el diagnóstico del proceso.	Capítulo 4. Formulación de propuestas de mejora.
Implementar propuestas de mejoramiento aprobadas por la dirección de la empresa y asegurar mediante sesiones de trabajo y capacitaciones del personal la mejora del proceso productivo.	Capítulo 5. Implementación de propuestas de mejora
Diseñar un sistema de indicadores que permita evaluar la productividad del proceso y el impacto de las mejoras aplicadas en el proceso productivo.	Capítulo 6. Sistema de indicadores.

2. Generalidades del proyecto

2.1. Identificación de la empresa

2.1.1. Razón social. Multifiltros Limitada se encuentra registrada en la cámara de comercio de Bucaramanga como persona jurídica, en la tabla 2 se encuentra la información general de la compañía.

Tabla 2.

Identificación de la empresa.

Razón Social	Multifiltros Ltda.
NIT	804004105-1
Ciudad	Bucaramanga
Teléfono	(7) 6464676
Representante legal	Jorge Enrique Tayo

2.1.2. Localización. Multifiltros cuenta con 3 instalaciones, la oficina y bodega principal se encuentra en la carrera 11 N° 56-211, Km 7 vía Girón, Zona Industrial; la planta de producción se encuentra en la carrera 14 # 12 - 06; y la vitrina o punto de venta directa se encuentra en la calle 15 # 15-16. Estas localizaciones se encuentran a una distancia aproximada de 12.4km, como se evidencia en la figura 1.



Figura 1. Geolocalización de la empresa Multifiltros Limitada. Nota: Adaptado de Aplicativo móvil Google Maps.

La empresa Multifiltros posee un Sistema de Gestión de Calidad en el que presenta sus elementos de direccionamiento estratégico, los cuales se describen a continuación:

2.1.3. Misión. Producir, comercializar y distribuir productos en el área de la filtración, lubricación y afines, en el Oriente Colombiano contando con talento humano altamente calificado y excelentes procesos productivos y logísticos, brindándole al cliente una atención especializada, logrando lazos de fraternidad, fidelidad y compromiso mutuo.

2.1.4. Visión. Multifiltros Limitada para el año 2020 será el importador, distribuidor y productor más reconocido del Oriente Colombiano de productos en el área de la filtración, lubricación y productos afines, destacándose por el posicionamiento y reconocimiento de sus marcas propias de lubricantes y filtros.

2.1.5. Portafolio de productos. La empresa presenta dos familias de productos: la

comercialización de filtros para motores de todo tipo, siendo distribuidores mayoristas de la marca Filtros Partmo, empresa líder en filtración en Colombia, así como de otras marcas de filtros e insumos para el motor; y la producción de grasas y aceites para motor, compuesta por tres marcas de la empresa: Motorlub y Progras, aceites para lubricación de motores, sistemas hidráulicos, transmisiones, y grasas de nivel industrial para todo tipo de mecanismo, productos fabricados dentro de la planta de producción; y Motoline Premium, una línea de productos importados por la empresa desde Estados Unidos con calidad Premium para atender a los clientes quienes buscan un producto de mayor calidad a un precio más elevado.

2.1.6. Mercados que atiende la empresa. Los productos producidos y comercializados por Multifiltros Limitada abarcan mucho más que el área de Bucaramanga, en donde se encuentra localizada; partiendo de este punto también atiende los municipios del área metropolitana como lo son Girón, Floridablanca y Piedecuesta. Su mercado también abarca toda el área de Santander y se expande a otros departamentos como Boyacá, Meta, Casanare, Caldas, Cesar, Magdalena y Bolívar, entre otros.

2.1.7. Canales de distribución. El proceso de distribución de la empresa está compuesto por tres canales principales, uno directo, por el cual llega de manera directa al cliente, y dos indirectos, uno por medio de clientes minoristas o retail, y otro por medio de clientes mayoristas, quienes se encargan de llevar el producto a los clientes más alejados del departamento.

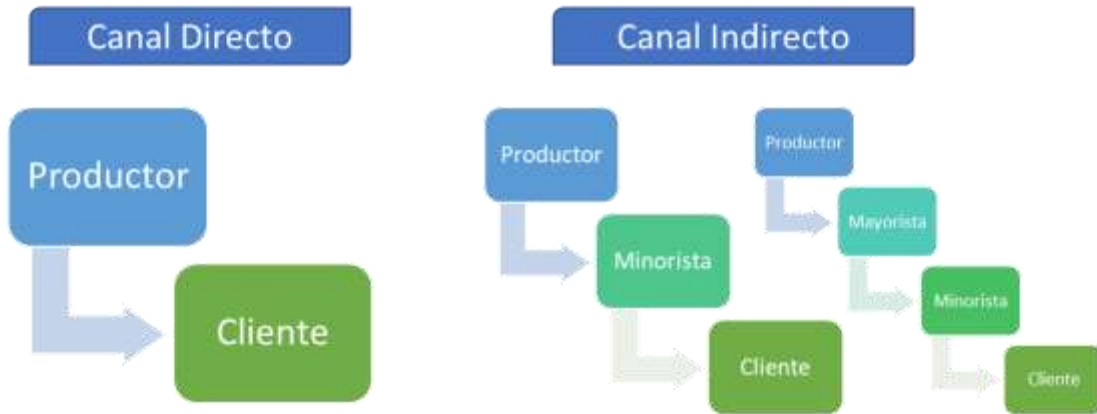


Figura 2. Canales de distribución.

2.1.8. Mapa de procesos de la empresa. En la figura 3 se puede observar el mapa de procesos construidos por los estudiantes debido a que el que se tenía anteriormente no estaba actualizado y no representaba los principales procesos de la organización.



Figura 3. Mapa de procesos Multifiltros Ltda.

2.1.9. Estructura organizativa. A inicios de 2018, Multifiltros cuenta con alrededor de 35 empleados distribuidos en los cargos de Gerente, Subgerente, Coordinadores de calidad, producción, despacho, recursos humanos, compras, cartera, comercial, además de los diferentes cargos de auxiliares, cuyas interrelaciones se pueden apreciar en la figura 3, correspondiente al organigrama de Multifiltros Limitada (ver figura 4).

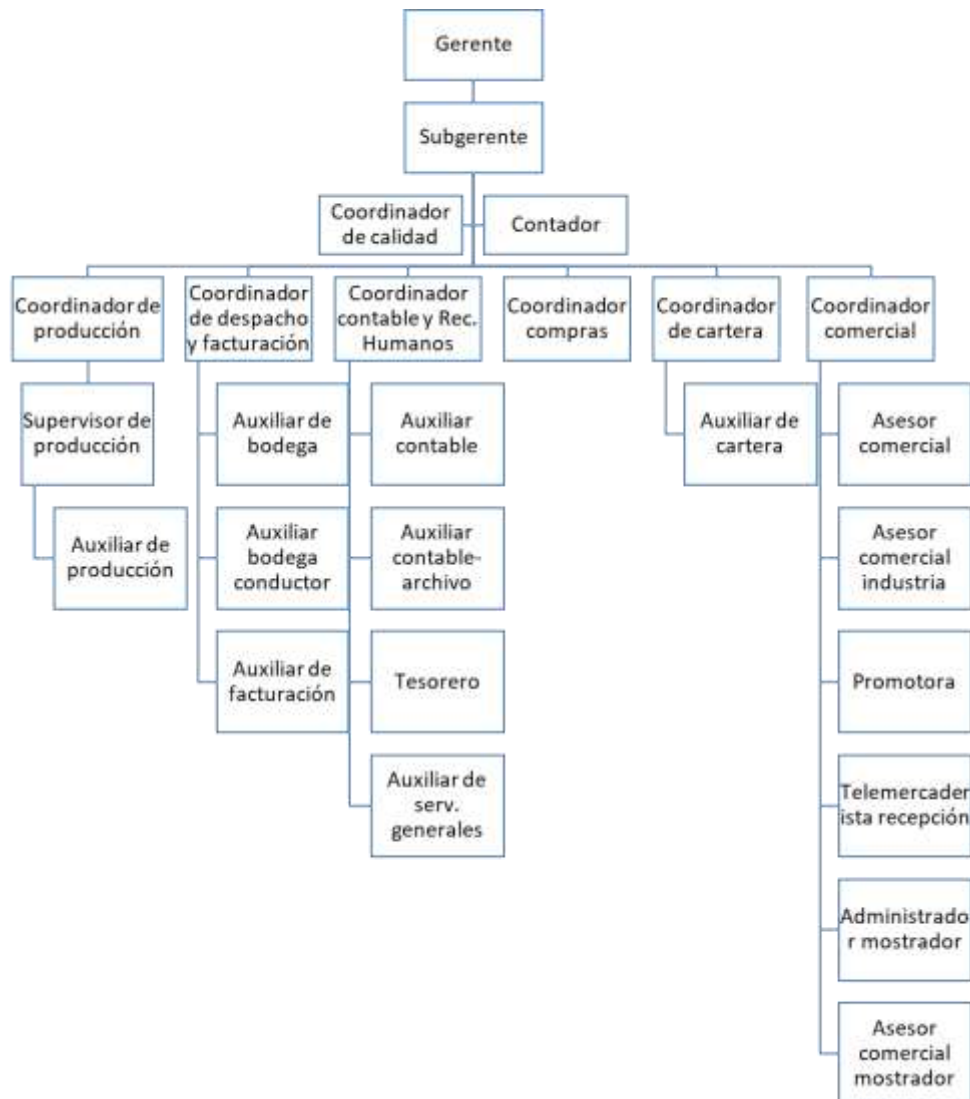


Figura 4. Organigrama de la empresa.

2.2. Planteamiento del problema.

Con 22 años de experiencia, Multifiltros se ha caracterizado por ofrecer productos de calidad al mercado regional y nacional, con un servicio diseñado especialmente para la satisfacción total de sus clientes.

No obstante, actualmente presenta inconvenientes en su proceso productivo que han frenado su crecimiento y expansión a nuevos mercados. Entre los principales inconvenientes, se encuentran los incumplimientos en las entregas y en las cantidades acordadas con los clientes por falta de planeación y programación de la producción; paradas de planta constantes por ausencia de materia prima, producto de una gestión de inventarios inadecuada, además del desconocimiento de la capacidad de producción y desaprovechamiento de los recursos que posee la empresa.

De acuerdo con lo anterior, la finalidad de este proyecto será la implementación de mejoras que contribuyan a la solución de los problemas mencionados previamente, y de esta manera, Multifiltros pueda crecer y expandir sus mercados en otras regiones del país, satisfaciendo a sus clientes y promoviendo el desarrollo de la región.

2.3. Objetivos**2.3.1. Objetivo general**

Diseñar e implementar un plan de mejoramiento en el proceso productivo de Multifiltros Ltda. que le permita alcanzar mayores niveles de productividad.

2.3.2. Objetivos específicos

- Realizar un diagnóstico de la situación actual del proceso productivo de Multifiltros Ltda. de tal manera que se identifiquen deficiencias y oportunidades de mejora.
- Formular un plan de mejoramiento de acuerdo a las deficiencias y oportunidades encontradas en el diagnóstico del proceso.
- Implementar propuestas de mejoramiento aprobadas por la dirección de la empresa y asegurar mediante sesiones de trabajo y capacitaciones del personal la mejora del proceso productivo.
- Diseñar un sistema de indicadores que permita evaluar la productividad del proceso y el impacto de las mejoras aplicadas en el proceso productivo.

2.4. Alcance del proyecto

Este proyecto abarca la realización del diagnóstico del proceso de producción de Multifiltros Limitada, a partir de un análisis visual y de información reunida por medio de entrevistas y visitas a la planta de producción, realizando así la descripción de los procesos productivos de manera general, e identificando las principales falencias.

Como resultado de este proyecto se diseñarán e implementarán propuestas de mejora al proceso productivo enfocadas en el incremento de la productividad y reducción de costos operacionales, iniciando con el mejoramiento del ambiente y calidad de las instalaciones por medio de la filosofía de 5S's, seguido por el estudio de métodos y tiempos que permitirá conocer con exactitud la

capacidad y tiempos de producción, además de calcular los tamaños de lote óptimos y realizar un pronóstico de demanda; todo lo anterior servirá como insumo para la construcción del plan de requerimiento de materiales mediante una herramienta ofimática.

Como apoyo en el control del desempeño de los procesos se realizará el diseño e implementación de indicadores de gestión que permitan medir los resultados obtenidos y el cumplimiento de las metas, además de facilitar la identificación de problemas y la toma de decisiones que permitan el mejoramiento continuo del proceso productivo de la empresa.

2.5. Metodología del proyecto

2.5.1. Etapa 1. Pre-diagnóstico. Para dar inicio al proyecto, fue necesario conocer e identificar los procesos misionales de la organización, además de entender cómo es su funcionamiento a través de visitas tanto a la bodega como a la planta.

Posteriormente, se identificaron los procesos con el menor grado de madurez mediante la herramienta DNA Logistik. Dicha herramienta permitió concluir que el proceso con el menor grado de madurez era el de producción.

2.5.2. Etapa 2. Diagnóstico. Esta etapa consiste en la recopilación y análisis de información cuantitativa y cualitativa para identificar las principales causas del problema y definir el estado actual del proceso productivo de Multifiltros. Dicha información se obtuvo mediante observación,

registro fotográfico, entrevistas, listas de chequeo y datos históricos de la compañía. El desarrollo de la etapa está conformado por las siguientes actividades:

- Descripción del proceso productivo.
- Análisis económico de ventas y costos.
- Gestión de inventarios.
- Planeación y programación de la producción.
- Análisis de 5's.
- Análisis de despilfarros 5MQS.

2.5.3. Etapa 3. Diseño. Inicialmente se realiza el diseño de propuestas de mejora teniendo en cuenta los hallazgos encontrados en la etapa de diagnóstico, entre estas, se encuentran:

- Implementación de 5's
- Estudio de métodos y tiempos.
- Cálculo de los tamaños de lote.
- Pronóstico de demanda.
- Implementación del MRP.
- Documentación del proceso.

La finalidad de estas propuestas es eliminar las principales causas del problema actual de la compañía para generar mejoras significativas en el proceso productivo. Dichas propuestas estarán fundamentadas en el marco teórico presentado en el presente proyecto.

2.5.4. Etapa 4. Implementación. Una vez diseñadas las propuestas, se realiza un análisis en

conjunto con el gerente de la empresa y el coordinador de producción para definir cuáles de esas propuestas pueden ser implementadas teniendo en cuenta su viabilidad y conveniencia. Para el desarrollo de esta etapa será necesario realizar capacitaciones al personal de la planta con el fin asegurar que las mejoras sean implementadas correctamente. Por otra parte, dichas mejoras serán documentadas y entregadas a la empresa como material de información para la futura toma de decisiones.

2.5.5. Etapa 5. Diseño de Indicadores. En esta última etapa se diseña un sistema de indicadores para realizar control y seguimiento al proceso productivo. Dichos indicadores serán validados por el gerente de la empresa para posteriormente ser implementados y servir de insumo para la toma de decisiones.

3. Marco Referencial

3.1. Marco de antecedentes

El proyecto de grado “Mejoramiento del proceso productivo de la empresa Amado Impresores S.A.S.” desarrollado por Diana Marcela Arias Gaona, busca diseñar e implementar mejoras que den solución a los principales problemas que en ese momento tenía la empresa con el fin de aumentar la productividad y competitividad en el mercado. Entre los principales problemas que se identificaron, se encuentran el incumplimiento en las entregas al cliente, la producción de

productos defectuosos y el desaprovechamiento del espacio disponible en la planta. Para la identificación de las causas que generaban estos problemas, la autora realizó un diagnóstico con las siguientes herramientas: análisis 5's, análisis de despilfarros 5MQS, análisis de capacidad y análisis de diagramas de recorrido. Una vez identificadas las principales causas, la autora diseñó diferentes propuestas, de las cuales, algunas de ellas fueron implementadas. Entre ellas, se encuentra la implementación de las 5's, la elaboración de manual de funciones, diseño de indicadores y la implementación de una herramienta de programación de la producción en Excel. Dichas implementaciones, dieron como resultado mejoras significativas en la entrega de pedidos a los clientes, en el espacio disponible y en el bienestar de los trabajadores. Como conclusión, el desarrollo de este proyecto permitió cumplir su objetivo principal, "Diseñar e implementar mejoras en el proceso productivo de la empresa Amado Impresores S.A.S.". Que, dada su similitud con el presente proyecto entre la problemática y el objetivo general, este será tenido en cuenta como una de las referencias para el desarrollo del mismo.

Por otro lado, Saydy Mireya Martínez Suárez realizó el proyecto titulado como: "Mejoramiento del proceso productivo en la empresa de Calzado Infantiles Laura Milena". El cual, así como el anterior, busca diseñar e implementar mejoras para la solución de los principales problemas de la empresa. Entre los problemas, se encuentran el incumplimiento ocasional de fechas de entrega y una inadecuada gestión de inventarios. Para el diseño de las propuestas, inicialmente se realizó un diagnóstico de la situación actual de la empresa con el fin de identificar las principales causas de los problemas. Algunas de las herramientas que utilizó la autora para este diagnóstico fueron las siguientes: Gestión de inventarios, clasificación de inventarios ABC, análisis de 5's, análisis de despilfarros 5MQS y el análisis de los procesos de planeación, programación y control de la

producción. Dicho diagnóstico sirvió para identificar las principales causas de la problemática, permitiendo así, dar inicio al diseño e implementación de mejoras. Entre ellas, se encuentra la actualización y divulgación del organigrama y manual de funciones, un balance de línea, redistribución de la planta, programa 5's, metodología para la programación de la producción y la formalización de algunos procesos de producción. Estas mejoras implementadas, dieron como resultado una mejor utilización de los espacios de la planta, mayor productividad por la implementación de las 5's y una disminución significativa de despilfarros.

Como última referencia a tener en cuenta es el proyecto de grado titulado “Plan de mejoramiento de los procesos logísticos de la empresa Jose Eugenio Gómez y /o Disfarma – Distribuciones Farmacéuticas” elaborado por los estudiantes Nathalia Isabel Galvis Roa y Diego Fernando Vera Jaimes. Dentro de este proyecto se definen los siguientes objetivos específicos importantes a recalcar: La realización de un diagnóstico de la situación actual de los procesos logísticos, el establecimiento de una política de inventarios, la implementación de propuestas de mejora y una nueva distribución para el centro de distribución, la realización de manuales de procedimientos logísticos donde se especificará aspectos importante relacionados con la operación logística, el diseño de un sistema de indicadores que permita evaluar el desempeño de las mejoras propuestas y la evaluación de tecnologías disponibles en el mercado que puedan ser útiles para la empresa. La metodología utilizada para el desarrollo de cada uno de los objetivos específicos planteados, se desarrolló por separado para las 3 áreas problemáticas: La gestión de almacenamiento, la gestión de aprovisionamiento y la gestión de inventarios. La idea de plantear e implementar mejoras e indicadores por separado para cada una de las áreas es porque de esta

manera se profundiza mejor y se utilizan diferentes herramientas para cada una de ellas apropiándose a lo que en realidad se les diagnosticó.

De acuerdo con las referencias analizadas anteriormente y a las metodologías encontradas en cada una de ellas, se procede a hacer una búsqueda rigurosa en la teoría de herramientas y técnicas que se puedan utilizar para la metodología del proyecto. Los resultados se presentarán en la siguiente sección.

3.2. Marco teórico

3.2.1. Mejoramiento de procesos. De acuerdo con Serrano y Ortiz (2012) el mejoramiento de procesos se define como:

“El análisis sistemático del conjunto de actividades interrelacionadas en sus flujos, con el fin de cambiar para hacerlos más efectivos, eficientes y adaptables y así lograr aumentar la capacidad de cumplir los requisitos de los clientes, buscando, que, durante la transformación de las entradas, se analicen los procesos para optimizarlos con el propósito de obtener salidas que creen o agreguen valor a la organización.” (pág. 14).

3.2.1.1. Tipos de mejoramiento. Ortiz (1999) afirma que existen 2 tipos de mejoramiento de procesos que son descritos a continuación:

- **Mejoramiento incremental o continuo:** En este tipo de mejoramiento se analiza la forma en que se viene ejecutando un proceso y se detectan las fallas o tareas inadecuadas, luego en una etapa posterior se planteen mejoras tendientes a corregir esas fallas, propiciando un aumento en la eficiencia del proceso.
- **Mejoramiento radical o innovación de procesos:** Este tipo de mejoramiento no parte del método actual de trabajo (el cual sólo irá a servir posteriormente como parámetro de comparación), sino de una idea novedosa que hace referencia a lo que debería ser el proceso. Su enfoque es hacia el resultado (llámese producto o servicio), porque es a partir de allí que debe plantearse el método más eficiente para su obtención. Para ello hay que olvidarse del “como se ha venido haciendo tradicionalmente” y más bien “abrir la mente” hacia nuevas tecnologías, procesos similares, etc. La clave en este tipo de mejoramiento radica en la creatividad para innovar. (pág. 16)

En la tabla 3 se plasman las diferencias entre los dos tipos de mejoramiento de procesos:

Tabla 3.

Diferencias de tipos de mejoramiento.

Mejoramiento incremental y mejoramiento radical	
Incremental	Radical
Generado dentro de la empresa	Generado normalmente fuera de la empresa
Relativamente normal	Relativamente escaso
Basados en un modelo anterior	Rompen paradigmas
Pregunta: ¿Cómo hacer más eficiente este proceso?	Pregunta: ¿Cómo obtener lo mismo de otra forma?
Se mantiene posición competitiva	Crea ventaja competitiva

Nota: Tomado de (Ortiz, 1999, pág. 17)

3.2.1.2. Fases para el mejoramiento de procesos. Según la metodología de Mejoramiento de Procesos en la Empresa (MPE) establecida por Harrington (1992), se deben realizar una serie de fases para el mejoramiento de procesos, las cuales se describen a continuación:

- **Fase I.** Organización para el mejoramiento: Asegurar el éxito mediante el establecimiento de liderazgo, comprensión y compromiso.
- **Fase II.** Comprensión del proceso: Comprender todas las dimensiones de actual proceso de la empresa.
- **Fase III.** Modernización: Mejorar la eficiencia, efectividad y adaptabilidad de proceso de la empresa.
- **Fase IV.** Mediciones y controles: Poner en práctica un sistema para controlar el proceso para un mejoramiento progresivo.
- **Fase V.** Mejoramiento continuo: Poner en práctica un mejoramiento continuo.

3.2.1.3. Documentación de procesos. “La documentación incluye elaborar una lista de insumos, proveedores (internos, externos), productos y clientes (internos o externos). Esta información se puede representar después como un diagrama, con un desglose más detallado presentando una tabla.” (Krajewski, Ritzman, & Malhotra, 2008, pág. 154). Según Krajewski, Ritzman y Malhotra (2008), existen tres técnicas eficaces para documentar y evaluar procesos: Diagramas de flujo, planos de servicio, y gráficos de procesos, las cuales se describen a continuación:

- **Diagrama de flujo:** Detalla el flujo de la información, clientes, equipo o materiales a través de los distintos pasos de un proceso. Los diagramas de flujo también se conocen con los nombres

de mapas de un proceso, mapas de relaciones o planos. Los diagramas de flujo no tienen un formato preciso y por lo general, se trazan con cuadros (que contienen una breve descripción de paso), y con líneas y flechas para indicar las secuencias. La forma rectangular es la opción más común para un cuadro, aunque otras formas pueden diferenciar varios tipos de pasos. Los colores y sombreados también pueden llamar la atención a diferentes tipos de pasos, como aquellos que tienen un grado especialmente alto de complejidad o divergencia del proceso (pág. 155).

- **Gráficos de procesos:** Es una forma organizada de documentar todas las actividades que realiza una persona o un grupo de personas en una estación de trabajo, con un cliente, o al trabajar con una persona o un grupo de personas en una estación de trabajo, con un cliente, o al trabajar con ciertos materiales. Analiza un proceso usando una tabla, y proporciona información acerca de cada paso del proceso. A menudo, se usa para examinar a fondo el nivel del trabajo de una persona en lo individual, un equipo o un proceso anidado enfocado.

3.2.2. Estrategia de las 5's. Para iniciar con un plan de mejoramiento de un proceso productivo, es fundamental implementar la estrategia de las 5's. Rey (2005) afirma que:

Es un programa de trabajo para talleres y oficinas que consiste en desarrollar actividades de orden/limpieza y detección de anomalías en el puesto de trabajo, que por su sencillez permiten la participación de todos a nivel individual/grupal, mejorando el ambiente de trabajo, la seguridad de personas y equipos y la productividad. (pág. 17)

El nombre de las cinco eses proviene de las iniciales de 5 principios japoneses cuyo objetivo es promover el orden y la limpieza. A continuación, se describe cada una de estos principios:

- **Seiri (Clasificar):** Consiste en clasificar los elementos de las áreas de trabajo de acuerdo a su frecuencia de utilización para poder identificar lo necesario de lo innecesario. Al eliminar o reubicar aquellos elementos que no son indispensables y que provocan estorbo, las actividades diarias se podrán ejecutar de una mejor manera.

- **Seiton (Ordenar):** Según Ortiz (1999), esta S se traduce como orden y hace referencia a organizar en el puesto de trabajo aquellos elementos que fueron clasificados como necesarios, de tal manera que se facilite su localización, utilización y devolución. (pág. 33)

- **Seiso (Limpieza):** Significa que los empleados deben ser conscientes de mantener sus puestos de trabajo limpios y en condiciones óptimas para el desarrollo de sus actividades. En esta S es fundamental que los operarios conozcan las principales fuentes de suciedad de sus máquinas y equipo de trabajo.

- **Seiketsu (Estandarizar):** Consiste en crear estándares para realizar control y seguimiento a las tres S anteriores. Así, se podrán corregir situaciones fuera de lo establecido para asegurar su cumplimiento.

- **Shitsuke (Disciplina):** “Consiste en crear el ambiente propicio para que las cinco eses se conviertan en un hábito y puedan posteriormente hacer parte de la cultura organizacional.” (Ortiz, 1999, pág. 35).

3.2.3. Análisis de despilfarros 5MQS. El concepto de despilfarro es definido por Fujio Cho de la empresa Toyota como “Todo lo que no sea la cantidad mínima de equipo, materiales, piezas, espacio y tiempo del operario que resulten absolutamente esenciales para añadir valor al

producto.”. O, en otras palabras, todas aquellas actividades que no agregan valor al producto y que, por ende, deben ser eliminadas o reducidas lo máximo posible.

Los despilfarros 5MQS hacen referencia a las iniciales en inglés de las diferentes fuentes de desperdicio: Material (material), mano de obra (man), máquina (machine), dirección (management), método (method), calidad (quality) y seguridad (security). A continuación, se describe según Ortiz (1999) a qué se relaciona cada una:

- **Materiales:** Hace referencia al uso de partes innecesarias que el cliente no valora o que no satisfacen la función básica del producto y a partes costosas que pueden ser remplazadas por otras más económicas que cumplan la misma función. (pág. 24)
- **Mano de obra:** Es la fuente de despilfarro producida por mano de obra parada en elevadas fracciones de tiempo por realizar vigilancia a un proceso, así como por movimientos que no añaden valor al producto como lo son las búsquedas y traslados de herramientas, materiales, etc. (pág. 24)
- **Máquinas:** Este despilfarro, es ocasionado principalmente por poseer grandes máquinas que obligan a producir en grandes lotes, aumentando considerablemente el tiempo de ciclo de producción. También, por la ausencia de programas de mantenimiento que provocan paradas de producción y, además, por la subutilización de máquinas. (pág. 24)
- **Método:** Este despilfarro se presenta por prácticas inadecuadas en el trabajo, transportes o desplazamientos que no añaden valor al producto, además de la producción en grandes lotes e inventarios porque involucran dinero invertido, logística, espacio etc. (pág. 25)
- **Dirección:** Despilfarro producido por la falta de toma de decisiones en reuniones y gastos en comunicaciones internas. (pág. 25). También por la ausencia de planes estratégicos, inexistencia

de políticas de motivación en los trabajadores, gestión logística inadecuada y errores en la programación de la producción.

- **Calidad:** Relacionado con la producción de defectuosos e inspecciones que no agregan valor al producto. (pág. 25)
- **Seguridad:** Hace referencia a los accidentes de trabajo causados por ausencia de programas de HSE que ocasionan retrasos en la producción. (pág. 25)

3.2.4. Estudio métodos y tiempos. Según Ortiz (1999), el estudio de tiempos consiste *en* aplicar alguna técnica de registro, con el propósito de establecer la duración de una tarea específica. Conocer los tiempos de fabricación permite a la organización:

- Estimar el costo de los productos elaborados.
- Estimar la capacidad de producción de la planta.
- Programar eficientemente la producción.
- Asignar correctamente el trabajo a los operarios.
- Calcular eficiencias (por ejemplo: producción esperada – producción real).
- Comparar métodos de trabajo.

“Los estudios de tiempos abarcan una amplia diversidad de situaciones. Antes de construir la planta hay que diseñar al mismo tiempo un trabajo, construir estaciones de trabajo y máquinas y fijar un estándar de tiempo. En esta situación, las técnicas que se utilizarían para el establecimiento del estándar de tiempo sería el sistema de estándares de tiempo predeterminado o los datos estándares. Una vez se haya operado una maquina o estación de trabajo durante cierto tiempo, se recurre a la técnica del cronometro. Algunos trabajos se llevan a cabo una o dos veces por semana,

en tanto que otros se repiten miles de veces cada día. Algunos trabajos son muy rápidos, en tanto que otros tardan horas. ¿Qué técnicas utilizaremos? El trabajo del ingeniero y técnico industrial es seleccionar la técnica correcta para cada situación y aplicarla adecuadamente.” (Meyers, 2000)

3.2.4.1. Técnicas para el estudio de tiempos. A continuación, de acuerdo con Ortiz (1999) se describen las técnicas de estudio de tiempo más utilizadas:

- **Tiempos predeterminados:** Cuando se habla de tiempos predeterminados se hace referencia a datos de tiempos genéricos que pueden ser utilizados para establecer el tiempo de una tarea. Los datos se encuentren organizados en tablas, siendo posible encontrar allí, el valor de tiempo correspondiente a cualquier movimiento básico que haga parte de la tarea.

- **Muestreo de trabajo:** Es una técnica de muestreo estadístico, que permite analizar el trabajo de una persona (o de un grupo) mediante la observación directa de todas las actividades que este realiza en su puesto de trabajo durante un periodo de tiempo, sin la necesidad de que el analista haga acto de presencia permanente durante dicho periodo de tiempo. (pág. 161)

- **Estudio de tiempos por cronómetro:** Esta técnica permite establecer la duración de una tarea a partir del registro de datos de tiempo que han sido cronometrados. Estos datos son el resultado de la observación de algunos ciclos de trabajo. (pág. 161).

A continuación, de acuerdo con Ortiz (1999), se exponen los pasos a seguir para realizar un estudio de tiempos basado en la técnica de tiempos por cronómetro:

Paso	Descripción
1. Selección del trabajador	Se debe seleccionar un trabajador promedio, es decir, que no sea el más experto ni el más inexperto.
2. Determinar ciclo de trabajo	Se debe determinar cuándo inicia y finaliza el ciclo de trabajo.
3. Dividir el ciclo de trabajo en elementos.	Se debe fraccionar el ciclo de trabajo en varias etapas, a las cuales se les da el nombre de elementos. Un elemento es una parte de la tarea que dura poco tiempo (segundos).
4. Determinar número de ciclos.	Se deben observar varios ciclos de trabajo, de tal forma que se cuente con información suficiente para obtener una estimación más confiable de la duración de la tarea.
5. Seleccionar el sistema de medición de tiempos	Se debe seleccionar entre el sistema repetitivo (vuelta a cero) o continuo (acumulativo).
6. Seleccionar escala de valoración a utilizar.	De las tres escalas existentes, el analista selecciona a su criterio cualquiera de ellas: porcentajes, británica, o bedoux.
7. Diseñar formato de registro de datos	El formato debe contener los campos de valoración, tiempo observado y tiempo normalizado para cada elemento de cada ciclo.
8. Registrar los datos	En el registro de datos se debe procurar realizarlo sin interrupciones para lograr una mayor representatividad de los mismos.
9. Calcular tiempo normalizado por elemento	Se obtiene multiplicando el factor de correlación (valoración) por el tiempo observado
10. Calcular tiempo normalizado promedio	Se debe establecer el valor promedio para cada elemento del ciclo.
11. Asignar suplementos	Los tiempos normalizados promedio de cada elemento se incrementan de acuerdo al suplemento que a cada uno de ellos le corresponda por descanso y necesidades personales, de allí se obtiene el tiempo asignado por elemento.

Figura 5. Pasos para realizar estudio de tiempos por cronómetro. Adaptado de Ortiz (1999)

3.2.5. Pronóstico de la demanda. Como afirma Chase, Jacobs y Aquilano (2009) los pronósticos son vitales para toda organización de negocios, así como para cualquier decisión importante de la gerencia. El pronóstico es la base de la planeación corporativa a largo plazo. En

las áreas funcionales de finanzas y contabilidad, los pronósticos proporcionan el fundamento para la planeación de presupuestos y el control de costos. El marketing depende del pronóstico de ventas para planear productos nuevos, compensar al personal de ventas y tomar otras decisiones clave. El personal de producción y operaciones utiliza los pronósticos para tomar decisiones periódicas que comprenden la selección de procesos, la planeación de las capacidades y la distribución de las instalaciones, así como para tomar decisiones continuas acerca de la planeación de la producción, la programación y el inventario.

3.2.5.1. Tipos de pronóstico mediante análisis de series de tiempo. Los modelos de pronósticos de series de tiempo tratan de predecir el futuro con base en la información pasada. Por ejemplo, las cifras de ventas recopiladas durante las últimas seis semanas se pueden usar para pronosticar las ventas durante la séptima semana. Las cifras de ventas trimestrales recopiladas durante los últimos años se pueden utilizar para pronosticar los trimestres futuros. Aun cuando ambos ejemplos contienen ventas, es probable que se utilicen distintos modelos de series de tiempo para pronosticar.

MÉTODO DE PRONÓSTICO	MONTO DE DATOS HISTÓRICOS	PATRÓN DE LOS DATOS	HORIZONTE DE PRONÓSTICO
Promedio móvil simple	6 a 12 meses, a menudo se utilizan datos semanales	Los datos deben ser estacionarios (es decir, sin tendencia ni temporalidad)	Corto a mediano
Promedio móvil ponderado y suavización exponencial simple	Para empezar se necesitan de 5 a 10 observaciones	Los datos deben ser estacionarios	Corto
Suavización exponencial con tendencia	Para empezar se necesitan de 5 a 10 observaciones	Estacionarios y tendencias	Corto
Regresión lineal	De 10 a 20 observaciones; para la temporalidad, por lo menos 5 observaciones por temporada	Estacionarios, tendencias y temporalidad	Corto a mediano

Figura 6. Métodos de pronóstico de demanda. Tomado de Berenson & Levine (1996)

- **Promedio móvil simple:** Cuando la demanda de un producto no crece ni baja con rapidez, y si no tiene características estacionales, un promedio móvil puede ser útil para eliminar las fluctuaciones aleatorias del pronóstico. Aunque los promedios de movimientos casi siempre son centrados, es más conveniente utilizar datos pasados para predecir el periodo siguiente de manera directa.

- **Promedio móvil ponderado:** Promedio móvil ponderado permite asignar cualquier importancia a cada elemento, siempre y cuando la suma de todas las ponderaciones sea igual a uno. Por ejemplo, tal vez una tienda departamental se dé cuenta de que, en un periodo de cuatro meses, el mejor pronóstico se deriva utilizando 40% de las ventas reales durante el mes más reciente, 30% de dos meses antes, 20% de tres meses antes y 10% de hace cuatro meses. El promedio móvil ponderado tiene una ventaja definitiva sobre el promedio móvil simple en cuanto a que puede variar los efectos de los datos pasados.

- **Suavizado exponencial:** El método de suavizado exponencial deriva su nombre del hecho de que proporciona un promedio móvil ponderado exponencialmente a través de la serie de tiempo; esto es, a lo largo de la serie de cada cálculo de suavizado o predicción depende de todos los valores observados anteriormente. Esta es otra ventaja respecto al promedio de promedios móviles, que no toma en cuenta, de esta manera, todos los valores observados. Con el suavizado exponencial, los pesos asignados a los valores observados disminuyen con el tiempo, de modo que cuando se hace un cálculo, el valor observado más reciente recibe el mayor peso, el valor observado anterior a este recibe el segundo peso más alto y así sucesivamente hasta que el valor observado inicialmente recibe el peso más bajo. (Berenson & Levine, 1996).

- **Regresión lineal por método de mínimos cuadrados:** El modelo de pronóstico de regresión lineal permite hallar el valor esperado de una variable aleatoria a cuando b toma un valor

específico. La aplicación de este método implica un supuesto de linealidad cuando la demanda presenta un comportamiento creciente o decreciente, por tal razón, se hace indispensable que previo a la selección de este método exista un análisis de regresión que determine la intensidad de las relaciones entre las variables que componen el modelo. (Domínguez Bocanegra, 2016)

La ecuación de los mínimos cuadrados para la regresión lineal es: $Y = a + bx$

Donde,

Y = Variable dependiente calculada mediante la ecuación

a = Secante Y

b = Pendiente de la recta

x = Periodo

3.2.6. Sistemas de inventarios. Un sistema de inventario proporciona la estructura organizacional y las políticas operativas para mantener y controlar los bienes en existencia. El sistema es responsable de pedir y recibir los bienes: establecer el momento de hacer los pedidos y llevar un registro de lo que se pidió, la cantidad ordenada y a quién. (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009).

3.2.6.1. Modelo de cantidad de orden de producción con inventario de seguridad. Los modelos de orden de producción tratan de determinar el punto específico, R, en que se colocará una orden de producción, así como el tamaño de esta, Q. El punto de pedido, R, siempre es un número específico de unidades. Se hace una orden de producción de tamaño Q cuando el inventario

disponible (actualmente en existencia o en pedido) llega al punto R. (Render & Heizer, 1996). La fórmula utilizada para calcular el tamaño de lote es:

$$Q_{opt} = \sqrt{\frac{2DS}{H(1 - \frac{D}{R})}}$$

Donde,

D = Demanda anual.

S = Costo de generar una orden de producción.

H = Costo anual de mantenimiento por unidad de inventario.

P = Capacidad de producción anual

Por otra parte, para calcular el punto de reorden con niveles de inventario, se utiliza la siguiente fórmula:

$$R = \bar{d}L + z\sigma_L$$

Donde,

R = Punto de volver a producir unidades.

d = Demanda diaria promedio.

L = Tiempo de producción.

z = Número de desviaciones estándar para una probabilidad de servicio específica.

σ = Desviación estándar del uso durante el tiempo de producción.

3.2.7. Plan de requerimiento de materiales. Según Chase, Jacobs y Aquilano (2009), las empresas de manufactura, incluso las que se consideran pequeñas, han instalado casi universalmente sistemas de planeación de requerimiento de materiales (MRP). La causa es que

MRP es un método lógico y fácil de entender para abordar el problema de determinar el número de piezas, componentes y materiales necesarios para producir cada pieza final. MRP también proporciona un programa para especificar cuándo hay que producir o pedir estos materiales, piezas y componentes. MRP se basa en la demanda dependiente, la que es resultado de la demanda de artículos de nivel superior. Llantas, volantes y motores son piezas de demanda dependiente, basada en la demanda de automóviles.

En la figura 7 se puede observar que, para realizar el plan de requerimiento de materiales, se debe realizar previamente un plan agregado de operaciones y una programación maestra de producción. A continuación, de acuerdo con Chase, Jacobs y Aquilano (2009) se describe en que consiste cada uno de ellos.

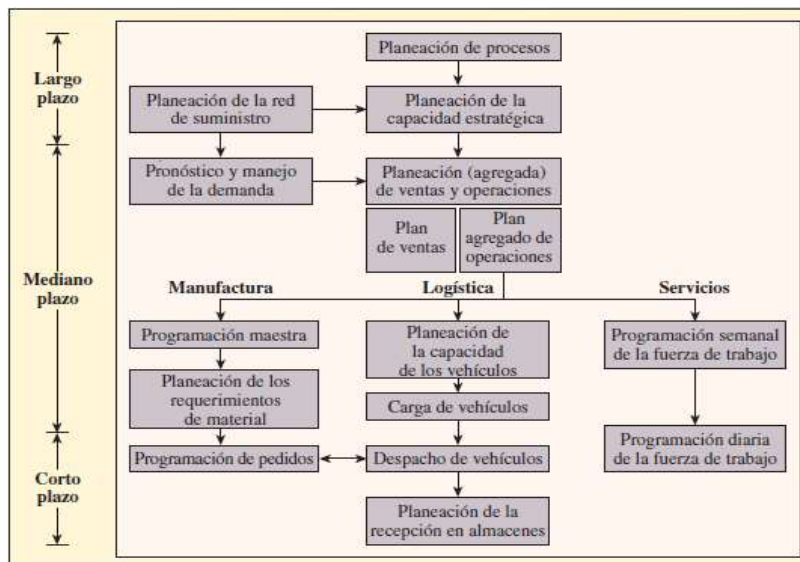


Figura 7. Principales operaciones y actividades de la planeación del abasto (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009, pág. 517)

- **Plan agregado de operaciones:** El plan agregado de operaciones se ocupa de establecer los índices de producción por grupo de productos u otras categorías a mediano plazo (3 a 18 meses). El propósito principal del plan agregado es especificar la combinación óptima de índice de producción, nivel de la fuerza de trabajo e inventario a la mano. El índice de producción se refiere al número de unidades terminadas por unidad de tiempo (por hora o por día). El nivel de la fuerza de trabajo es el número de trabajadores necesario para la producción (producción = índice de producción × nivel de la fuerza de trabajo). El inventario a la mano es el inventario no utilizado que quedó del periodo anterior. (pág. 518)

- **Programa maestro de producción:** En general, el programa maestro se ocupa de piezas finales y es un insumo importante del proceso de MRP. Pero si la pieza final es grande o cara, el programa podría organizar ensambles o componentes parciales.

Todos los sistemas de producción tienen capacidad y recursos limitados. Esto plantea un trabajo difícil para el programador maestro. Aunque el plan total proporciona un marco general operativo, el programador tiene que especificar exactamente qué se va a producir. Estas decisiones se toman al tiempo que se reacciona a las presiones de diversas áreas funcionales, como el departamento de ventas (cumplir el plazo prometido al cliente), finanzas (reducir al mínimo el inventario), administración (maximizar la productividad y el servicio a clientes, minimizar las necesidades de recursos) y manufactura (tener programas uniformes y minimizar los tiempos de preparación). (pág. 590)

3.2.7.1. Estructura del sistema de planeación de requerimiento de materiales. “El sistema MRP funciona como sigue: el programa maestro de producción señala el número de piezas que se van a producir en tiempos específicos. En un archivo con la lista de materiales se especifican los

materiales que se usan para hacer cada pieza y las cantidades correctas de cada uno. El archivo con el registro de inventarios contiene datos como el número de unidades disponibles y pedidas. Estas 3 fuentes (programa maestro de producción, archivo con la lista de materiales y archivo de registros de inventarios) se convierten en las fuentes de datos para el programa de requerimiento de materiales, que despliega el programa de producción en un detallado plan de programación de pedidos para toda la secuencia de la producción.” (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009) (Figura 8)

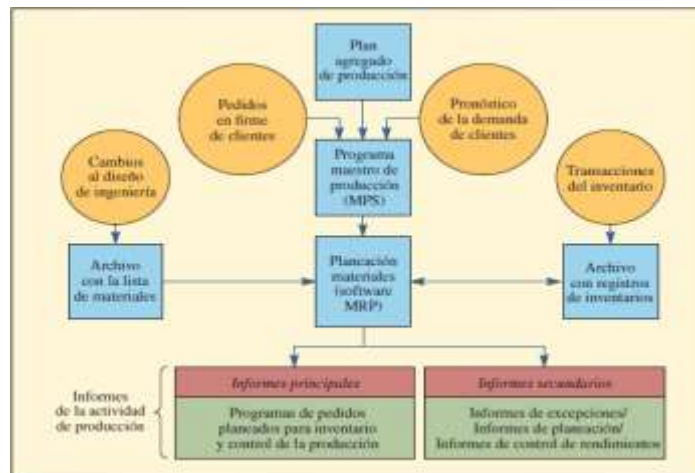


Figura 8. Elementos que componen un programa general de planeación de necesidades (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009, pág. 594)

- Demanda de productos:** La demanda de productos terminados viene principalmente de dos fuentes. La primera son los clientes conocidos que hacen pedidos específicos, como los que genera el personal de ventas, o de transacciones entre departamentos. Estos pedidos tienen, por lo regular, una fecha de entrega prometida. No hay que pronosticar estos pedidos: simplemente se agregan. La segunda fuente es la demanda pronosticada, que abarca los pedidos de demanda independiente; los modelos de pronóstico que se presentaron anteriormente pueden aplicarse a la predicción de volúmenes. La demanda de los clientes conocidos y la demanda pronosticada se combinan y se convierten en la base para el programa maestro de producción.

- **Lista de materiales:** El archivo con la lista de materiales (BOM) o árbol estructural del producto (ver figura 9) contiene la descripción completa de los productos y anota materiales, piezas y componentes, además de la secuencia en que se elaboran los productos. Esta BOM es uno de los principales elementos del programa MRP (los otros dos son el programa maestro y el archivo con los registros de inventarios).

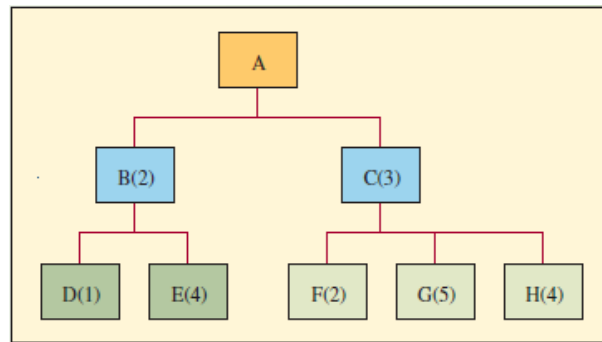


Figura 9. Ejemplo de árbol estructural del producto (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009, pág. 595)

- **Registros de Inventario:** El archivo de registros de inventarios puede ser muy grande. El programa MRP abre el segmento de estado del registro de acuerdo con periodos específicos (llamados racimos de tiempos en la jerga de MRP). Estos registros se consultan según se necesite durante la ejecución del programa.

3.2.8. Clasificación ABC. “En el siglo XIX, Vilefredo Pareto, en un estudio sobre la distribución de la riqueza en Milán, descubrió que 20% de las personas controlaban 80% de la riqueza. Esta lógica de la minoría con la mayor importancia y la mayoría con la menor importancia se amplió para incluir muchas situaciones y se conoce como el principio de Pareto. Esto sucede en la vida diaria (la mayor parte de las decisiones de las personas son relativamente sin importancia,

pero unas cuantas dan forma a su futuro) y desde luego se aplica en los sistemas de inventario (donde unas pocas piezas representan la mayor parte de la inversión).” (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009, pág. 569).

De acuerdo con Krajewski, Ritzman y Malhotra (2008), el análisis ABC es el proceso que consiste en dividirlos artículos en tres clases, de acuerdo con el valor de su consumo, de modo que los gerentes puedan concretar su atención en los que tengan el valor monetario más alto. Como se observa en la figura 10, los artículos clase A generalmente representan sólo cerca del 20% del total de artículos, pero les corresponde el 80% del valor del consumo. Los artículos clase B representan otro 30% del total, pero les corresponde únicamente el 15% del valor de consumo. Por último, el 50% de los artículos pertenecen a la clase C y representan apenas 5% del valor de consumo.

El objetivo del análisis ABC es identificar los niveles de inventario de los artículos clase A para que la gerencia los controle cuidadosamente.

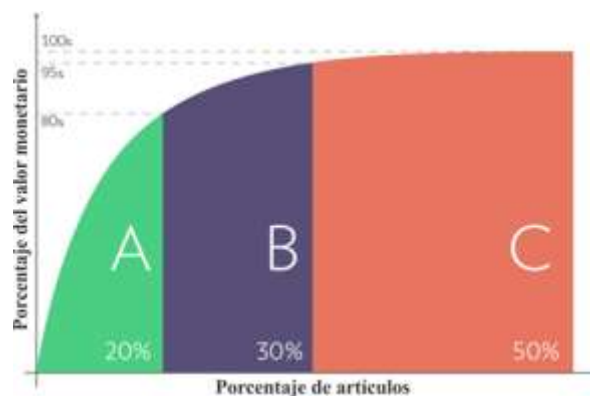


Figura 10. Gráfico típico de un análisis ABC

Un gerente se asegura de que los artículos clase A sean revisados con frecuencia para reducir el tamaño promedio del lote y mantener actualizados los registros de inventario. En contraste, artículos clase B requieren un nivel intermedio de control. En el caso de los artículos clase C, es apropiado un control mucho menos estricto. El desabasto de un artículo clase C puede ser tan crucial como el de un artículo clase A, pero el costo por mantenimiento de inventario de los artículos clase C tiende a ser bajo. Estas características indican que se pueden tolerar niveles altos de inventario y que un inventario de seguridad más abundante; mayores tamaños de lote y tal vez hasta un sistema visual, pueden ser suficientes para los artículos clase C.

3.2.9. Indicadores de gestión. Según Mora (2012) un indicador se define como: “Una magnitud que expresa el comportamiento o desempeño de un proceso, que al compararse con algún nivel de referencia permite detectar desviaciones positivas o negativas. También es la conexión de dos medidas relacionadas entre sí, que muestran la proporción de una con la otra”. (pág. 2)

Por lo cual, un indicador de gestión es información que agrega valor a la empresa y permite la toma de decisiones acertadas y oportunas por parte de la directiva de la organización, también efectuar las medidas correctivas correspondientes y controlar la evolución en el tiempo de los procesos de la empresa.

De acuerdo Salgueiro (2015), un indicador debe tener las siguientes características:

- Se debe poder identificar fácilmente
- Solo se debe medir aquello que es importante

- Se debe comprender muy claramente
- Lo que importa es el “paquete” de indicadores, no alguno en particular.

3.2.9.1. *Clasificación de los indicadores de gestión.*

- **Indicadores financieros y operativos:** Miden el costo total de la operación logística, es decir el valor monetario de servir a los clientes y planear, administrar, adquirir, distribuir y almacenar el inventario con destino a los clientes. Estos indicadores se clasifican en Costos Operacionales y Costos de Capital.

- ✓ Costos de Capital: miden el costo de oportunidad de la empresa de tener recursos financieros atados a activos de logística (infraestructura física, flota de transportes, equipos, manejo de materiales, etc.)
- ✓ Costos Operacionales: miden los costos asociados a la ejecución y desempeño de las actividades inherentes a los procesos logísticos y productivos, como el Costo de la bodega por metro cuadrado, Costo de despacho por unidad, Costo de transporte por unidad transportada, entre otros.

- **Indicadores de tiempo:** Muestran a la empresa las fluctuaciones que se generan de un periodo a otro durante la ejecución de los procesos, lo que brinda herramientas de respuesta inmediata a cambios drásticos o paulatinos en su nivel de servicio, a través del control de su evolución y el impacto que causa en este los cambios o mejoras hechas a los procesos de abastecimiento y distribución.

- **Indicadores de calidad:** Estos reflejan las deficiencias en los procedimientos de ejecución de los procesos, por lo cual es importante para la empresa pues la eficiencia en sus procesos

determina la eficiencia en costos y nivel de servicio, dos factores vitales para la competitividad en mercados altamente cambiantes y competidos.

- **Indicadores de productividad:** Son usados para medir el desempeño, disponibilidad, rendimiento y calidad del proceso productivo de las empresas, de los equipos usados en la producción, del recurso empleado, con el objetivo de determinar la eficiencia de la empresa en la consecución de objetivos y la utilización de los recursos.

4. Diagnóstico de la empresa

4.1. Descripción general del proceso productivo

La planta de grasas y aceites de Multifiltros Limitada está conformado por tres procesos de producción: de grasas, de aceites y de maquilado de productos.

4.1.1. Proceso de producción de Grasas. En la planta de producción de Multifiltros, se producen 2 tipos de grasas:

- **Grasa de Calcio:** compuesta por una base lubricante, generalmente base nafténica media, ácido graso, cal, soda caustica y colorante dependiendo de la referencia que se desea producir: grasa roja de calcio, grasa azul de calcio o Grasa de Copas (sin colorante).

- **Grasa de Sodio (Grasa de Rodamientos):** compuesta por base lubricante, generalmente base Nafténica media, ácido graso y soda caustica.

El proceso de producción de grasas se realiza por lotes, siendo intermitente; en cada lote de producción, o “cochada” como es llamado por el personal de la empresa, se producen aproximadamente 21 tambores de grasa de una única referencia, lo que equivale a 3.675 kilogramos de producto (1 tambor = 175 kg); a excepción de la producción de Grasa de Rodamientos, la cual se producen 9 tambores aproximadamente. Es importante tener en cuenta que los tamaños de lote son dados de acuerdo con la experiencia del coordinador y a las necesidades diarias que tenga la empresa.

Por otra parte, cabe resaltar que el proceso de producción de grasas no se encuentra debidamente documentado y estandarizado, de modo que el proceso recae en la responsabilidad del operario cuya experiencia permite conseguir el producto en las condiciones deseadas; se conoce únicamente las proporciones de materias primas que el operario utiliza para el lote de producción, con el cual se conoce el costo incurrido.

Así mismo carece de un sistema de indicadores que permita realizar un seguimiento al proceso e identificar puntos de mejora. A continuación, se presenta la descripción de este proceso sin entrar en detalle de los componentes y proporciones de material que requiere el lote de producción.

- **Mezcla de materias primas:** El proceso de producción de grasas inicia con el cargue de la base nafténica en la mezcladora de grasas por medio de tuberías que se conectan con los tanques de almacenamiento; posteriormente el operario procede a agregar desde la parte superior de la mezcladora la cantidad de Cal necesaria para el lote de producción. Transcurre una espera de una

hora mientras se mezclan estos dos productos. Una vez acabado este tiempo, el operario procede a adicionar a la mezcla la soda caustica y el ácido graso.



Figura 11. Mezcla de materias primas para producción de grasa

- **Calentamiento y alistamiento de los envases:** Una vez obtenida la mezcla se procede a encender la caldera, la cual llevará la mezcla a una temperatura de 150 °C en un tiempo de tres horas aproximadamente hasta formar el jabón. Durante la espera de una hora de mezcla y tres horas de calentamiento, el operario se encarga de realizar el alistamiento de los envases donde se almacenará el producto terminado. Estos requieren ser separados y etiquetados con la información correspondiente al lote y fecha de producción de las grasas.



Figura 12. Alistamiento de envases para grasa

- **Mezcla final del producto:** Una vez alcanzada la temperatura, se adiciona base nafténica, ácido graso y colorante a la mezcla de acuerdo al conocimiento y experiencia que tiene el operario encargado hasta alcanzar el volumen y las características del producto deseadas, esto reduce la

temperatura de la mezcla en proceso, hasta alcanzar la temperatura de envasado, este proceso conlleva una duración de aproximadamente dos horas.



Figura 13. Mezcla final para obtención de grasa

- **Envasado y almacenamiento:** El proceso de envasado del producto se realiza a una temperatura aproximada de 85°C, donde un operario de manera manual y visual se encarga de llenar los envases sobre una báscula y verifica que la cantidad de producto corresponda al peso adecuado, pasando el producto a otro operario quien se encarga de cerrar el producto y apilarlo sobre estivas o almacenar el producto en cajas, dependiendo de la presentación.



Figura 14. Envasado de la grasa

4.1.2. Proceso de producción de Aceite. Actualmente se producen 5 clases de aceites: Hidráulico, 2 tiempos, valvulina, motor y Premium. Todos los productos tienen el mismo procedimiento a excepción de sus componentes y proporciones. Este proceso, al igual que el proceso de producción de grasas, carece de estandarización y documentación correspondiente, lo que conlleva a que se produzcan reprocesos en la producción. Así mismo no cuenta con un sistema

de indicadores que permita realizar un seguimiento al proceso y facilite la toma de decisiones para la mejoría del mismo.

A continuación, se presenta la descripción de este proceso sin entrar en detalle de los componentes y proporciones para cada producto.

- **Mezcla de materias primas:** La producción de aceites parte de la mezcla de las bases lubricantes (nafténicas o parafínicas) en un tanque determinado de acuerdo a las características de cada producto, donde una bomba se encarga de recircular la materia prima hasta alcanzar una mezcla homogénea de los mismos, allí mismo se adiciona el colorante requerido por el producto.



Figura 15. Muestras de bases lubricantes

- **Alistamiento de los envases:** Durante el proceso de mezcla, se realiza el alistamiento de envases, los cuales, de acuerdo a la cantidad de existencias en inventario, se debe abastecer la cantidad necesaria para el lote de producción en proceso, esto consiste en etiquetar los envases necesarios y organizarlos para el proceso de envasado.



Figura 16. Alistamiento de envases para aceites

- **Envasado:** Una vez obtenido el producto con las características requeridas, se procede de manera manual, por medio de válvulas, el llenado de los envases del producto de acuerdo a la orden de producción, posteriormente se tapan y sellan dependiendo del producto.



Figura 17. Envasado de aceites

- **Empaque:** Se organizan los productos terminados de acuerdo a su disposición final, sea en cajas o de manera independiente apilados sobre una estiba, para su posterior despacho al centro de distribución.



Figura 18. Empaque de aceites

4.1.3. Proceso de Maquilado de Productos. El proceso de maquilado de productos consiste en la compra de productos a granel que son envasados en la planta de producción.

Estos productos corresponden a la línea Motoline Premium, los cuales son aceites lubricantes formulados, con mejores características y calidad que la línea Motorlub; y Grasas de Litio,

pertenecientes al portafolio de productos de la línea Motorlub, estas son grasas que la empresa no está en capacidad de producir, debido a sus equipos y máquinas, y son requeridos dentro del mercado de grasas. El proceso de aprovisionamiento de estos productos puede darse de dos maneras:

La primera consiste en hacer el envío de tambores vacíos, dependiendo del producto, a los proveedores, los cuales se encargan de llenarlos y sellarlos con el producto solicitado, y son regresados a la planta, en donde se toma la decisión de la cantidad que requiere ser reenvasado en las diferentes presentaciones y la que será enviada a bodega, para su venta o de ser requerido de vuelta a bodega para ser reenvasado de acuerdo los requisitos del cliente.

La segunda manera consiste en la llegada de un carro tanque con el producto, en donde, bajo orden por parte de la gerencia o por el coordinador de producción, se toma la decisión de cómo será envasado el producto directamente desde el carro tanque; usualmente se realiza el llenado de productos en tambores; si existe un pedido pendiente se realiza el envasado en las presentaciones requeridas; y en ocasiones el producto restante es almacenado en isotanques (ver figura 19), de donde posteriormente se toma la decisión de la disposición final del producto.



Figura 19. Isotankes de almacenaje

4.2. Análisis económico de ventas y costos

Realizar un análisis de las ventas permite observar si la empresa está cumpliendo con las metas trazadas, identificar el comportamiento que estas tienen a lo largo del año y encontrar los factores que generaron aquellos incrementos o reducciones en las ventas de la empresa.

Inicialmente se realiza un análisis del comportamiento de las ventas a nivel general en los años 2012 a 2016, ver apéndice A, en donde se evidencia que la meta que se establece por parte de la gerencia no ha sido alcanzada en estos cinco años, también se observa un decrecimiento del 4,4% en las ventas del año 2015 con respecto al año 2014, esto debido a los siguientes factores de acuerdo al concepto dado por el coordinador de ventas de la empresa (Figura 20):

- **Crisis del petróleo colombiano:** Esto conllevó a que Ecopetrol, como principal proveedor de materia prima, disminuyera su oferta, ocasionando retrasos en la producción de grasas y aceites, lo que obligó a la empresa a buscar alternativas para la compra de materias primas, como lo fue por medio de Importex, siendo a mayores costos, pero consiguiendo responder a los requerimientos de los clientes.

- **Paro agrario:** Este suceso a nivel nacional afectó directamente la movilidad por las vías nacionales, lo que se reflejó en problemas para la empresa en la movilización de las materias primas para abastecer la producción, y la distribución y comercialización de sus productos.

No obstante, para el año 2016 las ventas incrementaron en un 17,81% frente al año anterior, esto fue gracias a que en el año 2016 se reestablecieron las ventas con los clientes Pareto, la

situación de Ecopetrol como principal proveedor de bases lubricantes mejoró, permitiendo el abastecimiento de las materias primas y la movilidad de los productos a las áreas en donde se comercializa a nivel nacional. De esta manera, al momento de definir la meta del año 2017, se estableció un incremento del 14,58 de la misma por medio de la decisión de la gerencia, la cual es tomada analizando el comportamiento de cada una de las líneas de productos y estableciendo porcentaje de crecimiento de las ventas en cada una de estas para establecer la meta mensual total (Ver tabla 4)

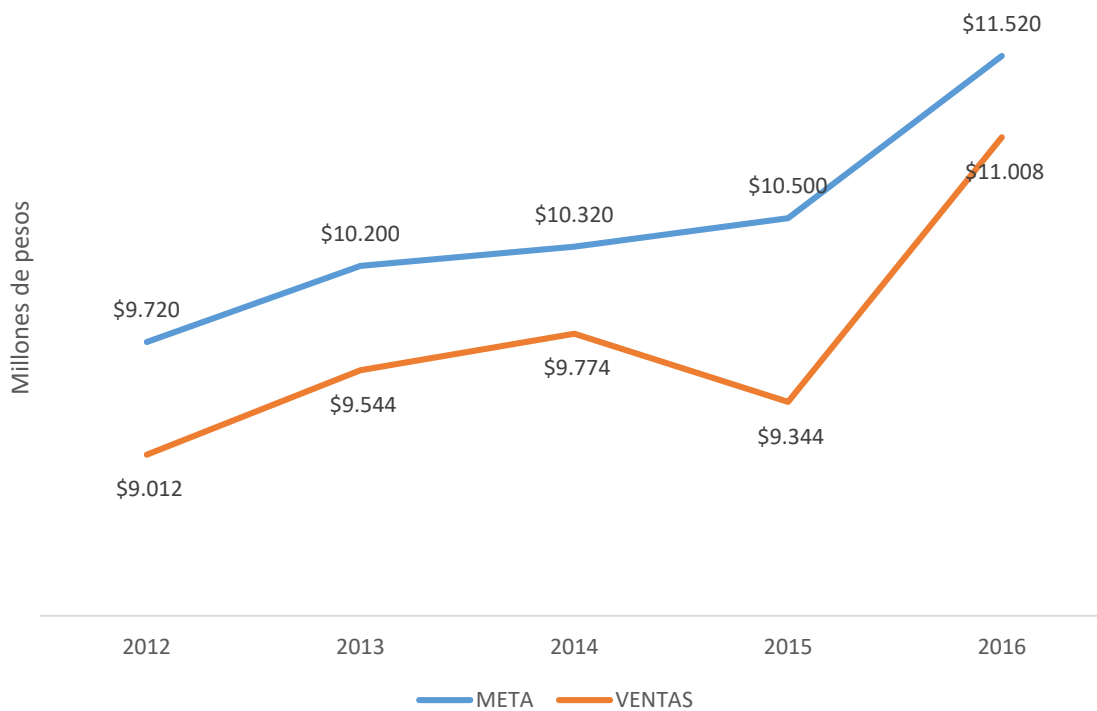


Figura 20. Ventas totales vs Meta establecida por año

Debido a que el alcance del proyecto va enfocado a realizar un mejoramiento a los procesos de producción y no de comercialización, se evaluaron y analizaron las ventas de las líneas de productos Motorlub y Motoline Premium en lo que iba del año 2017.

Tabla 4

Incremento de la meta por línea de producto 2016 a 2017

Metas de ventas mensuales	2016	2017	% Incremento.
Partmo	\$ 343.000.000	\$ 408.000.000	18,95%
Motorlub	\$ 250.000.000	\$ 301.000.000	20,40%
Motoline Premium	\$ 188.000.000	\$ 185.000.000	-1,60%
Varios	\$ 179.000.000	\$ 206.000.000	15,08%
total	\$ 960.000.000	\$ 1.100.000.000	14,58%

Nota: Datos tomados del sistema de información Wimax.

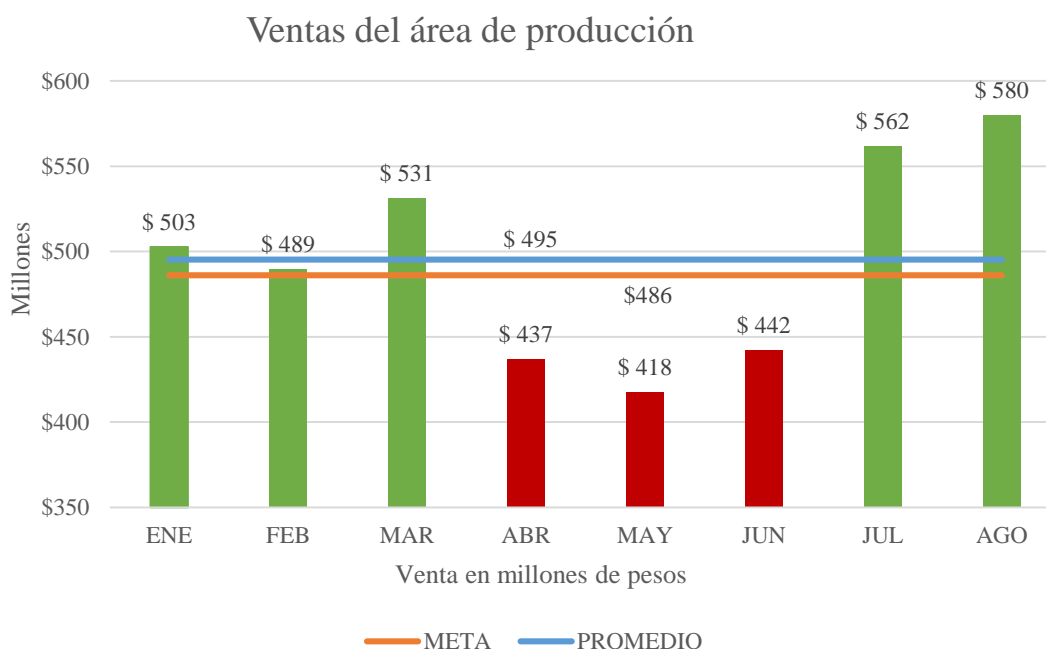


Figura 21. Cumplimiento de la meta Multifiltros Ltda, Año 2017.

Como se muestra en la figura anterior, en los primeros 8 meses del año 2017, la línea de producción consiguió un promedio de ventas de \$495'000.000, alcanzando así la meta trazada. Sin embargo, cabe resaltar que en los meses abril, mayo y junio se presentó una disminución considerable en las ventas; por medio del personal de ventas se afirma que esta tendencia se

registró debido a incumplimientos a los pedidos de los clientes, lo cual se evidenciará posteriormente en el análisis de la planeación y programación de la producción. Por otra parte, en los meses de julio y agosto, el gran incremento de las ventas se debe a las órdenes acumuladas de meses anteriores y la conservación de la tendencia de crecimiento de las ventas por parte de estas líneas de productos.

4.3. Gestión de inventarios

Dado que los inventarios son existencias de materias primas, productos en proceso y productos terminados, su gestión resulta vital para que las empresas puedan abastecer a tiempo sus procesos productivos, además de cumplir las entregas con sus clientes en las fechas pactadas y minimizar costos.

Uno de los objetivos de llevar una gestión de inventarios es poder saber cuándo se deben pedir las materias primas y en qué cantidades. Es por esta razón, que se realizó un diagnóstico mediante observación y entrevistas al coordinador de producción para comprender cómo se lleva a cabo la gestión de inventarios y poder identificar falencias u oportunidades de mejora.

A continuación, se presentan las principales falencias encontradas durante el diagnóstico en cuanto a gestión de inventarios:

- Las entradas y salidas de materia prima y productos terminados son registradas en el software de la empresa llamado Wimax. Sin embargo, en la planta no hay acceso al software y

sólo se hacen los registros cuando las facturas de materia prima y los productos terminados llegan en físico a la bodega. Esta práctica, ocasiona que el sistema de información no muestre la realidad de lo que sucede en la planta; un ejemplo claro es cuando el software muestra existencias de materia prima que supuestamente no han sido utilizadas pero que, en la realidad, se han convertido en productos en proceso o en productos terminados que no han sido trasladados a la bodega y, por ende, no han sido registrados en Wimax.

- Es frecuente que el proceso productivo sea parado por falta de materias primas. La materia prima principal, que en este caso son las bases lubricantes, son solicitadas a Ecopetrol. No obstante, la oferta es limitada y las cantidades solicitadas siempre están restringidas de acuerdo con la demanda de esta materia prima, ocasionando que no se cuente con las cantidades necesarias para abastecer el proceso productivo en un determinado tiempo. Para evitar la dependencia directa con Ecopetrol, se han buscado otros proveedores como Importex que puedan suplir estas deficiencias, pero a pesar de eso, se siguen presentando paradas de planta por órdenes de pedido tardías, demoras de los proveedores y falta de liquidez de la empresa. La última parada fue registrada desde 1 de septiembre hasta el 5 de septiembre de 2017 por ausencia de materia prima, lo que provocó que los trabajadores se dedicaran casi 4 días a etiquetar envases. En la tabla 5, se pueden evidenciar las paradas de plantas registradas en el tercer trimestre del 2017 con sus duraciones respectivas.

- No existe una política de inventarios, es decir, no está establecido en qué cantidades y cuándo se deben solicitar materias primas a los proveedores. Actualmente, el coordinador de producción solicita a la persona encargada de las compras cada vez que evidencia que hay pocas cantidades.

Tabla 5

Registros de paradas de planta por ausencia de materias primas

Fecha inicio de parada de planta	Fecha fin de parada de planta	Duración parada de planta (días)
4 Julio 2017	6 Julio 2017	3 días
17 Julio 2017	19 Julio 2017	3 días
12 Agosto 2017	16 Agosto 2017	4 días
1 Septiembre 2017	5 Septiembre 2017	5 días

- Existe un inventario de seguridad para cada referencia de producto. Para la marca Motorlub, es calculado con el promedio quincenal de las ventas que van a lo largo del año, y para la línea de Motoline, es calculado mediante el promedio mensual de las ventas a lo largo del año, más la desviación estándar. Sin embargo, este inventario muchas veces no cubre la variación de la demanda, ocasionando tiempos de respuesta más largos y a veces pedidos incompletos. En el apéndice B se pueden observar las cantidades de los inventarios de seguridad para cada referencia de producto.

4.4. Clasificación ABC

"Mantener el inventario mediante el conteo, la elaboración de pedidos, la recepción de existencias, etc., requiere de tiempo del personal y cuesta dinero. Cuando existen límites para estos recursos, el movimiento lógico consiste en tratar de utilizar los recursos disponibles para controlar el inventario de la mejor manera. En otras palabras, enfocarse en las piezas más importantes en el inventario." (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009, pág. 569)

La finalidad de aplicar esta técnica es identificar cuáles es el 20% de los materiales que equivalen al 80% de los costos totales. Para realizar la clasificación ABC, se tuvieron en cuenta los inventarios de materias primas utilizadas para la producción de grasas, aceite y maquilado del segundo trimestre de 2017 (abril, mayo y junio), ver apéndice C. En la figura 22 se muestran los materiales utilizados con su respectivo valor monetario y su porcentaje de participación frente al total.

Como se puede observar en el análisis, los materiales que representan el 88% de los costos o inventarios clase A son las bases lubricantes (parafínica y nafténica) y los envases. Seguido de estos, se encuentran los inventarios clase B, que son los tambores y las etiquetas, que, junto con los inventarios clase A, conforman el 95% del total. Y finalmente, se encuentran las cajas, colorantes y demás, que, por su menor relevancia en los costos, son clasificados como inventarios clase C, no obstante, cabe aclarar que, por ser un sistema de demanda dependiente, no se deben omitir ya que son necesarios para la fabricación del producto final.

Adicionalmente, la información suministrada por la empresa permite realizar un análisis de los productos representativos de las dos líneas de productos objetivo de este proyecto: Motorlub y Motoline Premium, ver apéndice C.

En primera instancia, por parte de la línea de productos Motorlub, realizando el análisis del comportamiento de las ventas en el primer semestre del año 2017, y organizados por referencias de productos; se observa que para Motorlub los productos representativos son los aceites SAE 50 (21%), Hidráulico (19%) y Valvulina 140 (7%); y las grasas roja y azul de calcio (20% y 11%

respectivamente), lo que implica que intervenir las dos líneas de producción, tanto de grasas como de aceites, es importante, ya que ambas líneas participan en gran porcentaje de la generación de ingresos de la empresa.

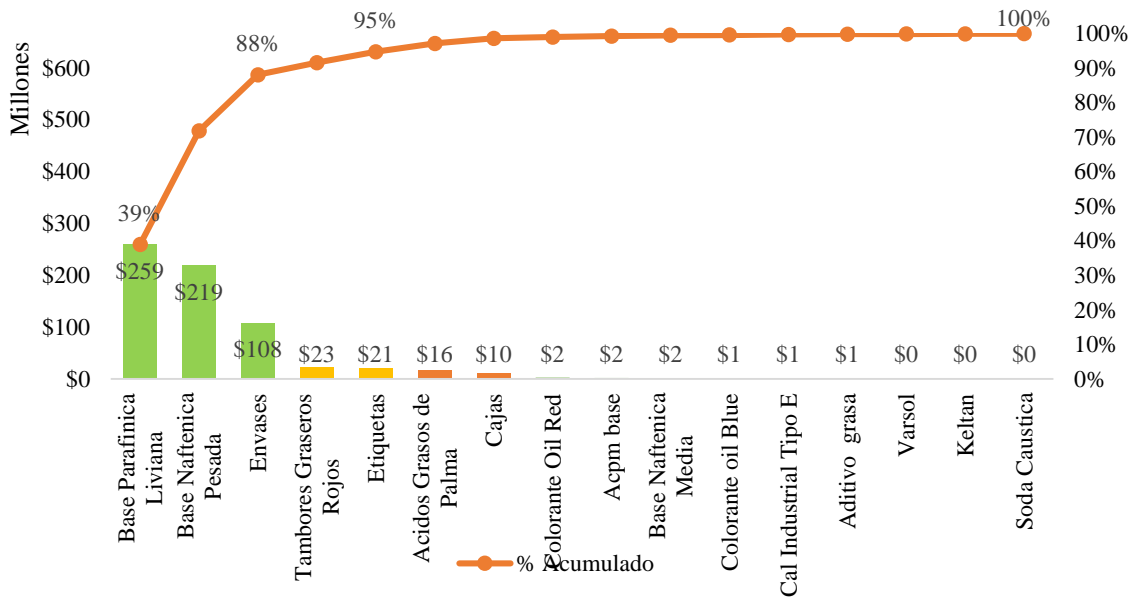


Figura 22. Clasificación ABC de inventarios

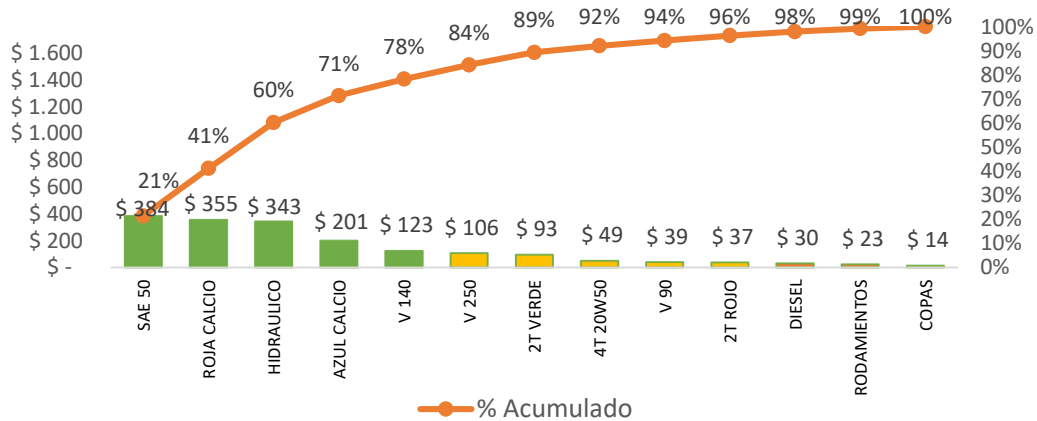


Figura 23. Ventas por producto 1er semestre 2017 - Motorlub (M \$COP)

En segunda instancia, al realizar el análisis de la línea de productos Motoline Premium, se identifican los productos que generan los mayores ingresos, los cuales son, el aceite 15W40 (35%), SAE 50 (16%), Hidráulico AW (12%), 20W50 (10%) y 25W60 (7%), los cuales hacen parte del proceso de maquilado de productos en la planta.

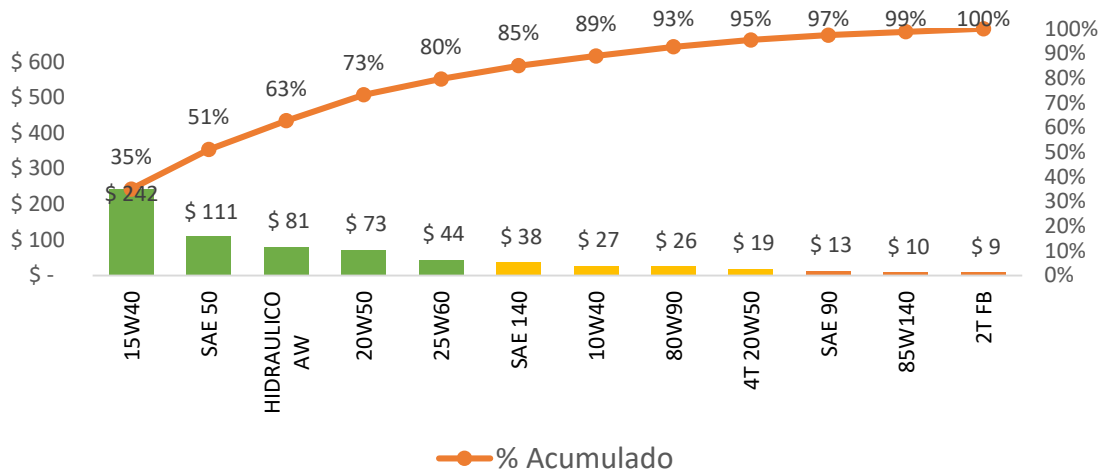


Figura 24. Ventas por producto 1er semestre 2017 - Motoline (M \$COP)

4.5. Planeación y programación de la producción

Realizar planeación y programación de la producción permite a la empresa reducir los tiempos de respuesta al cliente sin necesidad de tener altos niveles de inventario. Actualmente, es frecuente que ocurran paradas de planta por falta de materias primas, aumentando así los tiempos de entrega al cliente o enviando órdenes de pedidos incompletos.

Por tal razón, se recolectó información referente al cumplimiento de entregas a los clientes en lo que va del año 2017 y, por otro lado, se realizaron entrevistas al coordinador de producción y al

jefe de ventas para identificar debilidades que puedan ser mejoradas. A continuación, se presentan los principales hallazgos encontrados en cuanto a la planeación y programación de la producción:

- Uno de los principales requerimientos para poder realizar una correcta planeación y programación de la producción es tener claro cuál es la capacidad de la planta, lo cual resulta ser una falencia para Multifiltros, ya que actualmente desconoce su capacidad instalada. Esto puede conllevar a planes que no se ajusten a la realidad, y, por ende, demoras e incumplimientos con los clientes.

- La base para poder realizar una planeación de la producción es saber cuál es la demanda del mercado. Actualmente, Multifiltros realiza un pronóstico de sus ventas (al cual llaman inventario de seguridad), calculado mediante un promedio simple de las ventas de los meses anteriores. No obstante, dichos pronósticos no han respondido a la realidad del mercado ya que actualmente, es frecuente que se generan incumplimientos en los pedidos (ver figura 25).

- No existe un procedimiento para realizar planeación y programación de la producción. Todos los días se produce de acuerdo con las órdenes de pedidos que haya, y si no hay pedidos, se producen las referencias más vendidas hasta completar los inventarios de seguridad. Esto provoca que en el día se cambie la programación de la producción hasta tres veces.

- Se realizó un análisis cuantitativo de los incumplimientos a los clientes (Ver apéndice D) en todas las órdenes de pedido que hubo en el primer semestre de 2017. Dicho análisis se desarrolló inicialmente teniendo en cuenta productos que son comercializados y producidos por Multifiltros. En la figura 25 se muestra el porcentaje de incumplimiento en los pedidos.

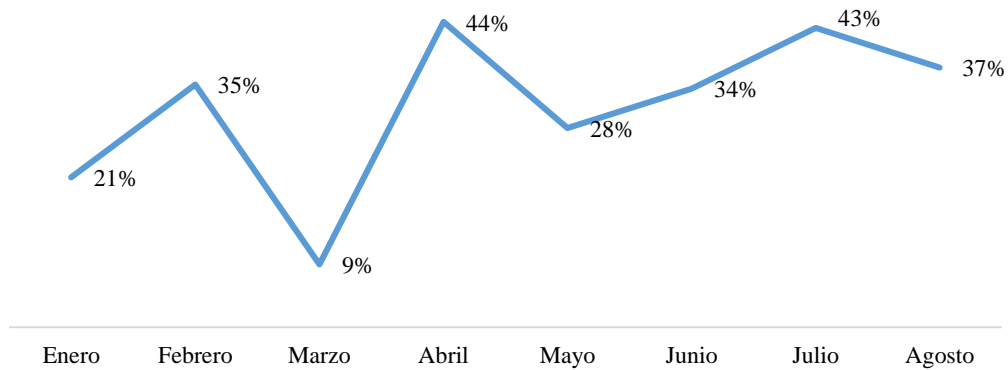


Figura 25. Porcentaje de incumplimiento en las órdenes de pedido de Multifiltros Ltda.

Como se puede observar, en todos los meses hubo incumplimiento en las órdenes de pedido de los clientes, siendo abril el mes con el mayor porcentaje de incumplimiento del 44%. Sin embargo, como anteriormente se explicó, estos porcentajes de incumplimiento contemplan también los productos que son comercializados por la empresa, estando estos fuera del alcance de este proyecto. Por lo tanto, se utilizaron las causas registradas en su momento por la empresa para identificar cuales entregas habían sido incumplidas por los productos fabricados por Multifiltros. En la figura 26, se pueden observar las causas principales con su respectivo porcentaje de participación.

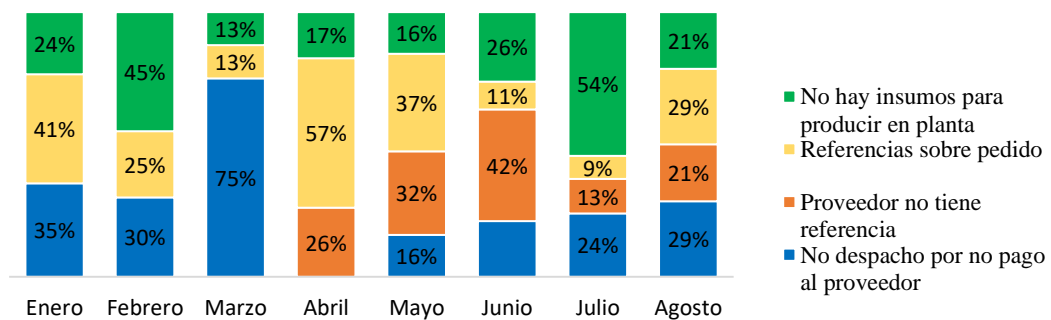


Figura 26. Participación de las principales causas del incumplimiento en las órdenes de pedido

De acuerdo con esto, se evidencia que los incumplimientos en las órdenes de pedido provocados por los productos producidos por la empresa, se ven reflejados en una de las causas principales que es: *No hay insumos para producir en la planta*. Ya que las otras hacen referencia a los productos que son comercializados, un ejemplo es la siguiente: *Referencia sobre pedido*, que indica que un producto de los que se comercializan ya fue solicitado, pero no ha llegado a la bodega.

En la figura 27 se pueden observar los porcentajes de incumplimiento en las órdenes de pedido que fueron dadas por los productos producidos por Multifiltros.

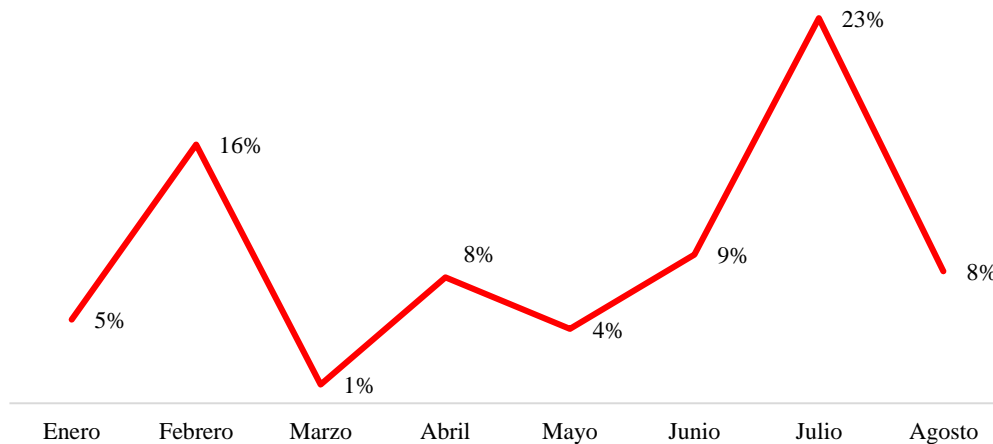


Figura 27. Porcentaje de incumplimiento en las órdenes de pedido por productos producidos en Multifiltros Ltda.

De acuerdo con lo anterior, se puede evidenciar que, aunque hay una tendencia de disminución en los incumplimientos del mes de agosto de 2017, es importante mejorar la planeación de la producción y la gestión de inventarios para garantizar que no se sigan presentando estos incumplimientos.

4.6. Análisis de 5'S

De acuerdo con Rey (2005) El programa de las 5's es de vital importancia para mejorar el ambiente de trabajo, la seguridad de las personas y la productividad en las empresas mediante constante orden y limpieza. Es por esto que una de las herramientas utilizadas para conocer el estado actual de la planta de producción de Multifiltros, fue este análisis.

Para realizar el diagnóstico, se implementó una lista de chequeo en la planta de producción, tomada del proyecto de grado Mejoramiento del proceso productivo de la empresa Amado Impresores S.A.S. realizado por Arias (2014). Dicha lista, está conformada por 30 preguntas distribuidas en las cinco eses: Seiri (clasificación), seiton (orden), seiso (limpieza), seiketsu (estandarización) y shitsuke (disciplina), en la que tiene en cuenta los aspectos necesarios para el cumplimiento de cada una de las S. El criterio de valoración es asignado de acuerdo al nivel de frecuencia con el que se presenta cada situación, siendo: Siempre (S), frecuentemente (F), de vez en cuando (D), esporádicamente (E) y nunca (N). Para el cálculo, a cada nivel de frecuencia se la asignó un puntaje, siendo S= 1 punto, F= 2 puntos, D= 3 puntos, E= 4 puntos y N= 5 puntos.

Para aplicar dicha lista de chequeo, se realizaron entrevistas al coordinador de producción y a los operarios encargados de la producción de grasas y aceites. Además, se realizaron inspecciones visuales y registro fotográfico en 3 visitas a la planta. La valoración de esta lista de chequeo puede ser observada en el apéndice E.

A continuación, se presenta los resultados obtenidos y respectivas conclusiones para cada S después de aplicar la lista de chequeo:

4.6.1. Seiri (clasificación). Esta primera S tiene un porcentaje de cumplimiento del 60%, las principales causas del 40% restante son debido a que no se separan las devoluciones de producto de la producción actual generando así reprocesos. También, se evidencia que hay equipos y herramientas que no se utilizan y que solo ocupan espacio que podría ser utilizado para otro fin. Además, es común ver objetos innecesarios en el área de trabajo que ocasionan estorbo e incomodidad a la hora de trabajar.

4.6.2. Seiton (orden). Obtuvo un porcentaje de cumplimiento del 70% convirtiéndola en la S menos crítica; sin embargo, el 30% de incumplimiento se evidencia por la falta de señalización de las áreas de trabajo, pasillos, escaleras etc. y en ocasiones se dificulta encontrar herramientas por no tener un puesto fijo; esto conlleva a pérdidas de tiempo.

4.6.3. Seiso (limpieza). Se obtuvo un porcentaje de cumplimiento del 57% y un porcentaje de incumplimiento del 43%. El incumplimiento se debe principalmente porque hay ausencia del hábito de la limpieza. En primer lugar, las áreas de trabajo y la maquinaria están frecuentemente sucias y no se usan los elementos apropiados para su limpieza. Además, no existe un horario de limpieza; esta se realiza sólo cuando se puede y hay tiempo disponible. Todo esto, conlleva a una mala imagen de la empresa frente a los clientes y a la insatisfacción de los operarios al trabajar en áreas sucias.

4.6.4. Seiketsu (estandarización). La estandarización obtuvo un porcentaje de cumplimiento del 43%, sin embargo con un incumplimiento de 57% se convierte en una de las S más críticas en la planta ya que actualmente no hay la documentación adecuada de los procesos, las áreas de trabajo no están delimitadas, las jornadas de limpieza y clasificación no están programadas y se realizan de manera esporádica, adicionalmente, las herramientas y equipos no están ubicados siempre en el mismo lugar, lo que se traduce en lotes de producción con diferentes características, áreas de trabajo sucias, y pérdida de tiempo por búsqueda de herramientas.

4.6.5. Shitsuke (disciplina). Con apenas un porcentaje de cumplimiento del 37% y de incumplimiento del 63%, la última S fue la más crítica. Y es básicamente porque carecen de buenos hábitos que beneficien la productividad de la planta. En otras palabras, hay un incumplimiento frecuente de las normas de seguridad, higiene y salud ocupacional y los trabajadores no acostumbran a ordenar y a realizar limpieza a sus áreas de trabajo por su propia cuenta.

A continuación, se presenta el gráfico radial donde se ven representados los puntajes de cumplimiento de cada S:

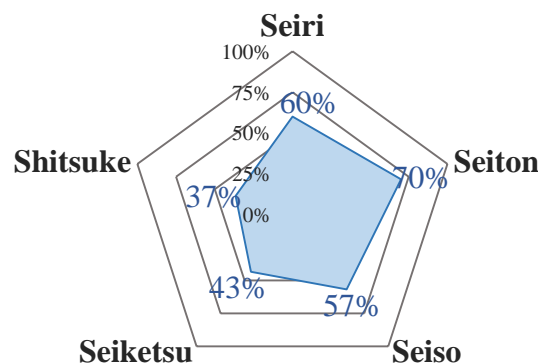


Figura 28. Diagrama análisis 5's - Situación actual

4.7. Análisis de despilfarros 5MQS.

Para poder mejorar el proceso productivo de Multifiltros es esencial identificar las principales fuentes de despilfarros en la planta y enfocarse en eliminar o disminuir aquellas actividades que no generan valor y de esta manera, aumentar la eficiencia de la planta.

Para la identificación de estos despilfarros, se realizó un análisis de 5MQS; la cual es una clasificación conformada por las siete fuentes de despilfarro. La sigla hace referencia a las iniciales en inglés: Men (mano de obra), machine (máquinas), material (material), mangement (dirección), method (método), quality (calidad) y security (seguridad). Así, para realizar dicho análisis se creó e implementó una lista de chequeo conformada por 28 preguntas distribuidas en las siete fuentes de despilfarro mencionadas anteriormente. El criterio de valoración que se utilizó fue mediante una escala de magnitud de 1 a 5; siendo 1= Bajo y 5= Alto.

Para diligenciar dicha lista de chequeo, se realizaron análisis cuantitativos y cualitativos mediante observación y entrevistas al coordinador de producción y a los operarios encargados de la producción de grasas y aceites. Además, se realizaron inspecciones visuales y registro fotográfico las visitas a la planta. La valoración de esta lista de chequeo puede ser observada en el apéndice G. Los resultados obtenidos de cada fuente de despilfarro se describen a continuación:

4.7.1. Mano de obra. De acuerdo a los resultados obtenidos a partir de la lista de chequeo, se evidencia que la mano de obra posee un nivel de despilfarro del 20%. La ausencia de materias primas provoca tiempos improductivos en los trabajadores, que a pesar de realizar otras actividades

como organización de inventarios, limpieza o etiquetado de envases mientras llegan las materias primas, no realizan la tarea principal para la que están contratados. Como se presentó en el subcapítulo 3.3 Gestión de Inventarios, en el tercer trimestre del año 2017 se registraron 4 paradas de planta (ver tabla 4) por ausencia de bases lubricantes; las cuales se reflejaron en 15 días hábiles de trabajo que no fueron productivos.

4.7.2. Máquinas. Con un nivel de despilfarro del 85%, resulta ser una de las mayores fuentes de despilfarro. Para la producción de grasas, se utilizan mezcladoras de gran capacidad que obligan a producir en grandes lotes, aumentando de esta manera el tiempo de respuesta el cliente. Además, la ausencia de un plan de mantenimiento, ha provocado paradas de planta por maquinaria y equipo con averías. En lo que va del año, se han registrado 3 paradas del proceso productivo de grasas por filtraciones en la caldera (encargada de elevar la temperatura de las mezclas a 150°) y una parada del proceso productivo de aceites por averías en la bomba principal que es utilizada para envasar.

Por otra parte, a pesar de contar con una envasadora y tapadora se evidencia ausencia de su uso por desconocimiento de cómo funciona y por daños consecutivos que entorpecen el proceso; este equipo mecanizado, podría facilitar el proceso productivo tanto de grasas como aceites. También la caldera que se utiliza actualmente necesita un tiempo de 3 horas para llevar la grasa a una temperatura de 150 °C, siendo un tiempo considerable que se podría optimizar con un equipo más moderno.

En la tabla 6 se pueden observar los resultados obtenidos de un análisis de utilización de máquinas que se realizó en el mes de septiembre de 2017, ver apéndice I. Para ello, se tuvieron en cuenta las horas que se utilizaban las principales máquinas o equipos en una jornada laboral de 9 horas, a excepción de los tanques de almacenamiento, cuyo porcentaje de utilización se obtuvo con la cantidad promedio de materia prima cargada en la semana frente a la capacidad total del tanque.

Tabla 6

Análisis de utilización de maquinaria y equipo

Familia de máquina/equipo	Maquina/ equipo	Utilización (%)
Tanques de almacenamiento	Tanque 1 (5000 gal)	86%
	Tanque 2 (5000 gal)	6%
	Tanque 3 (3000 gal)	0%
	Tanque 4 (3000 gal)	20%
	Tanque 5 (6000 gal)	12%
Tanques de mezcla para grasa	Tanque 1 (1200 gal)	40%
	Tanque 2 (165 gal)	0%
	Tanque 3 (495 gal)	0%
	Tanque 4 (165 gal)	0%
Tanques de mezcla para aceite	Tanque 1 (1000 gal)	57%
	Tanque 2 (600 gal)	56%
	Tanque 3 (1500 gal)	57%
	Tanque 4 (1500 gal)	51%
Caldera para producción de grasa	Caldera	18%

Con este análisis, se identificó la subutilización de máquinas, entre ellas se encuentran 3 tanques mezcladores de grasa de capacidades de 495 y dos de 165 galones que son poco utilizadas porque en la producción de grasa, generalmente se utiliza el tanque principal por tener una capacidad de 1200 galones. No obstante, a pesar de ser el tanque más utilizado, solo se usó el 40% del tiempo por ausencia de materia prima. En el mismo sentido, la caldera fue utilizada únicamente el 18% del tiempo disponible en la semana del análisis. En cuanto a los tanques de almacenamiento, se evidencia un desaprovechamiento en la cantidad de materia prima cargada durante el mes. Cuatro de cinco tanques no superaron el 20% de porcentaje de utilización.

4.7.3. Material. Así como en la fuente de despilfarro de mano de obra, se obtuvo un nivel de despilfarro del 20% debido a las frecuentes pérdidas de fracciones de materia prima por usar envases porosos que dejan salir pequeñas cantidades de aceite y que provocan reprocesos de envasado y empaque, es decir, se debe desempacar y reenvasar nuevamente el producto en envases no porosos. Dichos envases porosos, se arrojan a la basura y simplemente se realiza un llamado de atención al proveedor.

En el mismo sentido, cada vez que se produce grasa, quedan residuos adheridos en el interior de la mezcladora; dichos residuos son reutilizados gradualmente cada vez que se produce grasa del mismo tipo. De esta manera, resulta ser una buena práctica que reduce el despilfarro de materia prima. Por otra parte, se evidencia la utilización de componentes del producto que son costosos y que podrían ser remplazados por unos más económicos que cumplan la misma función, como lo son los baldes utilizados para empacar aceites, que resultan ser un 15% más costoso que los

convencionales. A pesar de esto, el Coordinador argumenta que la razón por la cual no utilizan ese envase es por solicitud y requerimientos de los clientes.

4.7.4. Método. Con un nivel de despilfarro del 35%, se representan en los siguientes aspectos:

- Actividades en el proceso productivo que pueden ser optimizadas o eliminadas. Un ejemplo, es el etiquetado de envases vacíos; el cual, se realiza por lotes previo a comenzar con la producción, ocasionando mayores tiempos que se podrían optimizar si se realizara en línea con el llenado y empaquetado.
- El Coordinador de producción programa las órdenes en los tamaños de lotes que él considera óptimos, siendo subjetivo. Este método, no necesariamente resulta siendo el óptimo, ya que lo hace sin tener en cuenta lo costos generados por mantener inventarios y por generar una orden de producción.
- El producto terminado es desplazado aproximadamente 12 kilómetros desde la planta de producción hasta la bodega de almacenamiento para registrarlo en el inventario y despachar a los clientes.
- El método que se utiliza actualmente para producir grasa es dado por el conocimiento y la experiencia de un operario. Es decir, no es estandarizado y los lotes no siempre quedan con las mismas características.

4.7.5. Dirección. Esta resulta ser la mayor fuente de despilfarro con un porcentaje de 95%. Actualmente no se tienen planes estratégicos en el proceso de producción que ayuden a mejorar los procesos, incrementar la productividad y a mejorar la calidad de los productos.

Adicionalmente, se evidencia la ausencia de una adecuada gestión de inventarios. Es frecuente sufrir por incumplimientos en las entregas a los clientes por falta de inventario de productos terminados en la bodega o por falta de materias primas que provocan un aumento considerable en el tiempo de respuesta al cliente. Por otro lado, es común que se presenten errores en la programación de la producción debido a que no hay una metodología de planeación y programación establecida. Actualmente, se produce por prioridad, es decir, a medida que se van agotando las existencias en la bodega o cuando un cliente realiza un pedido de un producto que no tiene existencias.

Por último, se evidencia una ausencia de políticas de motivación en los trabajadores. Tan sólo el operario encargado de producir la grasa tiene un contrato a destajo por lo que su sueldo siempre es mucho mayor que el de los demás operarios. Los demás, tienen un salario fijo y esto ocasiona malestar en el ambiente de trabajo.

4.7.6. Calidad. La ausencia de normas, políticas de calidad dentro de la planta, devoluciones y reprocesos son las principales razones de obtener un nivel de despilfarro del 65%. Al no tener los procesos estandarizados ni controles, la calidad de los productos termina dependiendo de la experiencia, conocimiento y cuidado que tenga cada operario. En la tabla 7, se pueden observar los porcentajes de devoluciones con respecto a las ventas según los registros de la empresa en lo que va del año 2017.

Además de las devoluciones, se generan reprocesos por cambios en la presentación del producto, es decir, el producto tiene que ser reenvasado de una presentación a otra por falta de

disponibilidad, y también, por defectuosos que son identificados en la bodega y no alcanzan a llegar hasta las manos del cliente. En lo que va del año, se han evidenciado casos en los que el producto es envasado en plásticos porosos que a simple vista no son detectados; pero cuando son apilados, se identifican cajas empapadas de lubricantes ensuciando otros productos en buen estado, provocando grandes pérdidas de tiempo porque se debe realizar limpieza, envasado y empacado nuevamente. En la tabla 8 se puede evidenciar el número de remisiones de productos de la bodega a la planta dadas por defectuosos o por productos que tienen que ser reenvasados.

Tabla 7

Porcentajes de devoluciones de producto

Mes	Devoluciones	Ventas totales	% Devoluciones
Enero	\$ 1.713.608,49	\$ 502.620.580,00	0,34%
Febrero	\$ 1.656.731,46	\$ 489.446.620,00	0,34%
Marzo	\$ 9.219.628,10	\$ 531.180.065,00	1,74%
Abril	\$ 2.084.263,64	\$ 436.836.105,00	0,48%
Mayo	\$ 11.653.694,13	\$ 417.733.855,00	2,79%
Junio	\$ 3.275.937,67	\$ 442.140.536,00	0,74%
Julio	\$ 3.832.368,72	\$ 561.784.309,00	0,68%
Agosto	\$ 2.003.942,92	\$ 579.822.607,00	0,35%
Total	\$ 35.440.175,14	\$ 3.961.564.677,00	0,89%

Nota: Información tomada de registros de la empresa.

Otra de las causas de este despilfarro, es la falta de pruebas de calidad a las materias primas que llegan a la planta. Actualmente la única prueba que se aplica es a las bases de lubricantes mediante una placa metálica caliente para evidenciar el porcentaje de agua que posee. No obstante,

no es suficiente teniendo en cuenta que las bases tienen otras variables como la viscosidad que podrían afectar la calidad del producto.

Tabla 8

Número de reprocesos por defectuosos y productos reenvasados

Mes	Reproceso por Reenvasado	Reproceso por defectuoso
Enero	4	4
Febrero	2	7
Marzo	6	12
Abril	5	5
Mayo	7	5
Junio	8	6
Julio	4	2
Agosto	5	8
Promedio	5	6

Nota: Información tomada de registros de la empresa.

4.7.7. Seguridad. Se evidencia la inexistencia de un programa de higiene que establezca condiciones básicas para desarrollar adecuadamente el trabajo, además de la falta de señalización de las áreas de trabajo, ruta de evacuación, advertencias, riesgos, etc.; que podrían generar un peligro de accidente o enfermedad para los trabajadores. Por otra parte, es notable que las condiciones ambientales de trabajo son inadecuadas por falta de iluminación y ventilación. Todo esto da como resultado un nivel de despilfarro del 70%. A continuación, se presenta el gráfico radial donde se ven representados los puntajes de cada fuente de despilfarro:

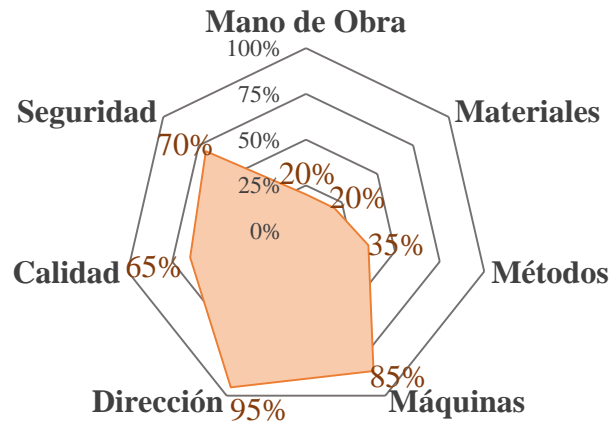


Figura 29. Diagrama análisis de despilfarros 5MQS - Situación actual

5. Formulación de propuestas de mejora

5.1. Programa de 5's

5.1.1. Problemática a solucionar. De acuerdo al diagnóstico realizado, se puede deducir que una de las principales problemáticas de la empresa son las falencias que hay en cuanto al ambiente de trabajo por causa de ausencia de orden, limpieza y disciplina. Se evidencia que hay equipos, herramientas y objetos innecesarios, ocasionando estorbo e incomodidad al momento de trabajar y que solo ocupan espacio que podría ser utilizado para otro fin. Además, la falta de señalización y el no tener un lugar respectivo para cada herramienta, provoca pérdidas de tiempo en la búsqueda de las mismas.

Por otro lado, las áreas de trabajo y la maquinaria están frecuentemente sucias, debido a que no existe un plan de limpieza, se realiza limpieza sólo cuando se puede y hay tiempo disponible. Además, la empresa carece de un manual de limpieza donde muestre claramente cómo se deben limpiar las áreas de trabajo y los diferentes equipos. Todo esto, conlleva a una mala imagen frente a los clientes y a la insatisfacción de los operarios por trabajar en áreas sucias.

5.1.2. Objetivos de la propuesta. Diseñar e implementar el programa de 5's que contribuya al mejoramiento de la planta de producción de Multifiltros. La implementación de este programa permitirá:

- Mejorar el aprovechamiento de las áreas de trabajo mediante la organización o eliminación de elementos innecesarios.
- Mantener el orden y la limpieza de todas las áreas de producción y de almacenamiento de materiales.
- Concientizar a los funcionarios de la planta de producción acerca de la importancia de mantener el orden y la limpieza del área de trabajo en todo momento.
- Generar un mejor ambiente de trabajo.

5.1.3. Plan de implementación. Para llevar a cabo la implementación de esta propuesta, se se plantearon las siguientes etapas:

- **Capacitación y sensibilización:** Consiste en realizar una breve inducción a los operarios y coordinador de producción del programa de 5's que se va a llevar a cabo, es decir, en esta

capacitación los operarios podrán conocer cuáles fueron los resultados del diagnóstico realizado, aprender en qué consiste el programa de 5's, sus beneficios y su plan de implementación.

- Clasificación:** Hace referencia a la primera S (Seiri) y consiste en la identificación de los elementos innecesarios en la planta de producción. Dichos elementos serán plasmados en una lista (ver figura 30) que tendrá información del nombre del elemento, su ubicación, cantidad encontrada, frecuencia de uso, acción a realizar para dicho elemento y su respectiva razón. En el mismo sentido, para su fácil identificación se utilizará la técnica de la tarjeta roja, la cual permitirá marcar o "denunciar" que en el sitio de trabajo existe algo innecesario y que se debe tomar una acción correctiva. Estas tarjetas rojas se colocarán sobre todos los elementos de poco uso o ningún uso, que se desean retirar del área de producción. (Ver figura 31).

Implementación 5 eses - Seiri (Clasificar)								
Lista de elementos innecesarios								
Empresa	Multifiltros Limitada.							
Objetivo	Identificar y listar los elementos innecesarios en la planta de producción.							
Instrucciones	Diligenciar el nombre, ubicación, cantidad encontrada y frecuencia de uso del elemento. Para la acción, marque una X de acuerdo a lo siguiente: Eliminar "E", Mover de lugar "M", Reparar "R" y Vender "V". Para la razón, marque el numero de acuerdo a las siguientes instrucciones: 1 = No se necesita; 2 = No se necesita pronto; 3 = Material de desperdicio; 4 = Uso							
Nombre del Elemento	Ubicación	Cantidad	Frecuencia de Uso (Veces/Mes)	Acción				Razón
				E	M	R	V	

Figura 30. Lista de elementos innecesarios

TARJETA ROJA - SEIRI (CLASIFICAR)

Fecha _____

Nombre elemento _____

Ubicación _____

Cantidad _____

Frecuencia de uso _____

ACCIÓN SUGERIDA

Eliminar

Mover de lugar

Reparar

Vender

Observaciones: _____

Fecha acción: _____

Figura 31. Rótulo de tarjeta Roja

- **Orden y señalización.** Hace referencia a la segunda S (Seiton) y consiste en ordenar ordenar todos los elementos que si son necesarios en el área de producción y definir una ubicación específica a cada uno de acuerdo a su frecuencia de uso para su fácil identificación y acceso. Para implementar esa S, se programarán sesiones de orden teniendo en cuenta la disposición del coordinador de producción y de la mayoría de los operarios.

- **Limpieza.** Hace referencia a la tercera S (Seiso) y consiste en eliminar polvo y suciedad de las áreas de trabajo. Para llevar a cabo esta S, inicialmente se realizará un plan de limpieza programará una jornada de limpieza teniendo en cuenta la carga laboral del personal de la planta. Con el fin de optimizar el tiempo, se crearán equipos de acuerdo a sus puestos de trabajo para facilitar la limpieza, debido a que cada operario conoce las principales fuentes de suciedad en las áreas que trabaja.

- **Estandarización y disciplina.** Hace referencia a la cuarta y quinta S (Seiketsu y Shitsuke) y la primera consiste en mantener el estado de orden y limpieza logrado en las tres eses anteriores. Para llevar a cabo esta S, inicialmente serán definidas las políticas de orden y limpieza necesarias para mantener la planta en las condiciones óptimas. Seguido de esto, se definirán roles y responsabilidades para garantizar que las políticas se cumplan satisfactoriamente. Por otro lado, la quinta S (Shitsuke) y consiste en convertir en hábito las 4 eses anteriores, con el fin de que la planta de producción esté siempre en óptimas condiciones. Para garantizar que efectivamente el programa de 5 eses está siendo aplicado, se realizará seguimiento y control dos veces al mes, además de sensibilizar tanto a los operarios como al coordinador de producción para asegurar que las actividades de las 5 eses sean del día a día y no algo esporádico.

- **Evaluación.** En esta etapa, se realizará un análisis cuantitativo para medir el impacto de la implementación de las 5 eses en las áreas de la planta de producción. Dicho análisis se realizará con la aplicación de la lista de chequeo utilizada en el diagnóstico. Los resultados de este ejercicio servirán para medir la efectividad de la implementación de esta metodología.

5.2. Pronóstico de demanda

5.2.1. Problemática a atender. De acuerdo con los hallazgos más relevantes del diagnóstico, una de las principales causas del incumplimiento a los clientes es la imprecisión en los pronósticos de demanda realizados. La metodología utilizada no está cumpliendo el objetivo de ser una fuente de información confiable para programar la producción y evitar incumplimientos con los clientes. Es por esto que, con esta propuesta se pretende reducir el margen de error en la predicción de la

demanda, brindando al Coordinador de producción una herramienta confiable para tomar decisiones y programar la producción adecuadamente para reducir el incumplimiento a los clientes.

Tabla 9

Recursos para implementación del programa de 5's

Actividad	Recurso	Tiempo estimado	Costo asociado
Capacitar	Practicantes, Coordinador de producción y operarios.	2 horas	\$ 0
Clasificar de elementos innecesarios	Practicantes, Coordinador de producción y operarios.	3 días	Impresión de tarjetas \$5000
Ordenar y señalar elementos y áreas de trabajo.	Operarios y practicantes	3 días	Impresión señalización \$40.000
Realizar limpieza en las áreas de trabajo.	Coordinador de producción, operarios y practicantes.	2 días	\$ 0
Definir políticas de orden y limpieza	Practicantes y coordinador de producción.	1 semana	\$ 0
Sensibilizar y realizar seguimiento y control	Practicantes y coordinador de producción.	2 semanas	\$ 0

5.2.2. Objetivos de la propuesta

- Pronosticar el comportamiento de la demanda en periodos futuros con el fin de tener un mayor grado de certeza en cuanto a la planeación de requerimiento de materiales.
- Brindar una herramienta confiable y de apoyo para la toma de decisiones al momento de programar la producción.

5.2.3. Plan de implementación. Para el desarrollo de esta propuesta, se plantearon las siguientes etapas:

- **Elección del modelo:** En esta primera etapa, se llevará a cabo la elección del modelo para realizar el pronóstico de demanda, teniendo en cuenta el objetivo del pronóstico, horizonte de tiempo que se requiere pronosticar, el patrón de los datos, la precisión requerida y la disponibilidad de los datos.
- **Recolección de datos:** El desarrollo de esta etapa consiste en recolectar los datos de demanda reales en periodos anteriores necesarios para realizar el pronóstico. Para esto, se revisará la posibilidad de extraer los datos directamente del sistema de información Wimax o por registros de demanda que se tengan. En esta etapa, también será necesario consolidar los datos de una manera de fácil entendimiento y visualización, es decir, en tablas donde se evidencie claramente la demanda de cada producto en determinado periodo.
- **Desarrollo del pronóstico:** Hace referencia al cálculo del pronóstico de acuerdo al modelo seleccionado y los datos recolectados. Para esto, se creará una plantilla en Microsoft Excel que sea de fácil entendimiento y sirva como una herramienta para el cálculo de futuros pronósticos.
- **Socialización y capacitación:** Finalmente, los resultados del pronóstico serán socializados en una corta sesión con el coordinador de producción y el gerente de Multifiltros, en la cual, se explicará la importancia de realizar y usar pronósticos de demanda para planear y programar la producción. Finalmente, se realizará una capacitación al Coordinador para que tenga claro el modelo conceptualmente y operativamente, con el fin de que pueda realizar los pronósticos para periodos futuros.

Tabla 10

Recursos para implementación del pronóstico de demanda

Actividad	Recurso	Tiempo estimado	Costo asociado
Elegir modelo para pronosticar la demanda.	Practicantes	3 días	\$ 0
Recolectar y adecuar los datos.	Practicantes	2 días	\$ 0
Realizar el pronóstico	Practicantes	5 días	\$ 0
Socializar y capacitar	Practicantes, Gerente y Coordinador de producción.	1 día	\$ 0

5.3. Cálculo de tamaños de lote por producto.

5.3.1. Problemática a solucionar. Como se evidenció en el diagnóstico, una de las principales falencias que presenta el proceso productivo de Multifiltros está en la planeación y programación de la producción. La decisión de cuanto producir está basada en la subjetividad del coordinador de producción, de acuerdo con lo que se tiene en el momento de inventarios y los pedidos en curso. Ocasionando incrementos en los costos e incumplimientos con los clientes por la alta variación de los tamaños de lote de producción.

5.3.2. Objetivos de la propuesta.

- Brindar una herramienta que permita planear y programar la producción eficientemente.
- Establecer los tamaños de lote óptimo para cada producto teniendo en cuenta los costos de orden, mantenimiento y demanda.
- Reducir costos de mantenimiento de inventarios y de generar orden de producción mediante la producción de cantidades óptimas de producto garantizando el abastecimiento de la demanda.

5.3.3. Plan de implementación. Para desarrollar esta propuesta, se plantearon las siguientes etapas:

- **Costo de ordenar:** Esta etapa radica en el cálculo de los costos que se incurren cada vez que se genera una orden de producción, es decir, costos que no dependen de la cantidad de productos a producir sino de las actividades requeridas para generarla. Para su cálculo, se tendrá como referencia el proyecto de grado titulado como Propuesta metodológica para estimar los costos de modelo de inventario con demanda independiente y órdenes repetitivas, realizado por Quiroga y Silva (2016). En este, los autores plantean como primer paso el análisis de los procesos de valor, para posteriormente identificar los centros de actividad y sus respectivos costos.
- **Costo de mantenimiento:** Esta etapa se basa en el cálculo de los costos generados a partir del mantenimiento de productos durante un periodo de tiempo. Para esto, se tendrá como referencia el proyecto de grado mencionado en la etapa anterior, en el cual, los autores proponen estimar este

costo mediante el cálculo de los elementos que lo componen, entre ellos, el costo de capital, de bodega, de seguro, etc.

- **Tamaño de lote óptimo por producto:** Consiste en establecer los tamaños de lote para cada producto de acuerdo al comportamiento de la demanda y garantizando la optimización de los costos de generar una orden de producción y de mantenimiento de inventario.
- **Punto de reorden con inventarios de seguridad:** Hace referencia al cálculo del punto en el cual se debe producir nuevamente una referencia de producto. Para esto, se tendrá en cuenta la demanda de cada referencia de producto, así como los tiempos de producción y el nivel de servicio que la empresa desea. Establecer inventarios de seguridad permitirá a la empresa mejorar su servicio con el cliente y evitar incumplimientos con los clientes.

5.4. Estudio de tiempos

5.4.1. Problemática a atender. A continuación, se mencionan los principales problemas que se pretenden solucionar con el desarrollo del estudio de tiempos:

- Desconocimiento de los tiempos del proceso para programar la producción.
- Incumplimiento en los tiempos de respuesta al cliente por cálculos incorrectos.
- Desconocimiento de la capacidad de producción de la planta.
- No se tiene una base con la cual se pueda medir la productividad.

5.4.2. Objetivos de la propuesta

- Realizar un estudio que permita definir los tiempos del proceso productivo.
- Fijar los tiempos de respuesta al cliente.

- Determinar la capacidad del proceso.
- Establecer una base para medir la productividad de la planta.

5.4.3. Plan de implementación. Para desarrollar este estudio se plantearon las siguientes etapas:

- **Preparación de metodología:** Esta etapa inicial consiste en delimitar cada una de las actividades o elementos que serán utilizados para el estudio. Además, se realizarán los formatos respectivos para su adecuado diligenciamiento y fijar en conjunto con el coordinador de producción los días en los que se va a realizar el estudio.

- **Toma de tiempos:** Consiste en las visitas necesarias a la planta de producción para tomar los tiempos. Como se explicó anteriormente, estas visitas estarán programadas y acordadas en conjunto con el coordinador de producción.

- **Análisis de datos:** Hace referencia a realizar todo el análisis de los datos necesarios de acuerdo con la metodología para llegar al resultado final, que es de determinar los tiempos de producción.

- **Socialización de resultados:** Finalmente, los resultados del estudio serán socializados en una corta sesión con el Coordinador de producción y el Gerente de Multifiltros, en la cual, se explicará la importancia de utilizarlos para planear y programar la producción y medir la productividad del proceso.

5.5. Implementación del MRP mediante herramienta ofimática

5.5.1. Problemática a atender. Entre los principales problemas que se identificaron en el diagnóstico, están los siguientes:

- No se maneja un plan de requerimiento de materiales. Las cantidades de los componentes de cada producto no están estandarizados. Los costos de cada producto son el resultado de obtener el costo total y dividir sobre el número de unidades producidas, por lo que no resulta ser una fuente verídica para la toma de decisiones.
- El sistema de información Wimax no refleja la realidad de inventarios de materiales, productos en proceso y productos terminados. Esto es debido a que no se puede acceder al sistema desde la planta de producción.
- Se producen paradas de planta de hasta una semana por falta de materias primas. La causa principal es por no llevar una adecuada gestión de inventarios, lo que provoca órdenes de compra tardías o tamaños de lotes inadecuados.
- No se está cumpliendo con la totalidad de la demanda. En los meses de enero a agosto de 2017, el porcentaje de incumplimientos en los pedidos estuvo alrededor del 10%, siendo julio el mes con el mayor porcentaje de incumplimiento (23%).

5.5.2. Objetivos de la propuesta

Implementar la planificación de requerimiento de materiales mediante una herramienta ofimática en el programa Microsoft Excel. Dicha implementación permitirá:

- Construir el Plan Maestro de producción a partir de los pronósticos de demanda realizados.
- Establecer las cantidades y fechas de las órdenes de compra para llevar a cabo un Plan Maestro de producción y satisfacer la demanda.
- Reducir las paradas de planta ocasionadas por generar órdenes de compra tardías y tamaños de lotes inadecuados.
- Mejorar el servicio al cliente mediante la reducción del incumplimiento en los pedidos.

- Precisar los costos unitarios de producción mediante la estandarización de los componentes de cada producto en el sistema de información.
- Construir una herramienta ofimática que permita reflejar los requerimientos de materiales y las fechas en las que se debe realizar la orden de compra para satisfacer a tiempo la demanda.

5.5.3. Plan de implementación. Inicialmente se solicitará la base de datos que utiliza el Software contable de la empresa, Wimax. Dicha base de datos contiene toda la información necesaria para desarrollar el MRP. Seguido de esto, se dará inicio a la construcción del Bill of Material o BOM, que contiene toda la información de las cantidades de cada uno de los componentes para producir cada uno de los productos.

Una vez construido el BOM, se realizará el Plan Maestro de Producción teniendo en cuenta el pronóstico de ventas obtenido en la propuesta anterior. El cual, tendrá las cantidades a producir en determinado periodo, para cada uno de los productos Pareto. Dicho plan, será input para realizar la explosión de materiales y estimar los requerimientos.

Seguido de esto, se construirá la herramienta ofimática en Microsoft Excel. Esta herramienta, además de tener la información desarrollada anteriormente del Bill of Material y el Plan Maestro de producción, contendrá la explosión de materiales, valores de inventario y las fechas en las que se deben generar las órdenes de compra. Una vez la herramienta esté lista para utilizarse, se dará inicio a la capacitación e iniciar con la implementación.

La implementación de esta propuesta específicamente consta de las siguientes etapas:

- **Recolección de información:** El desarrollo de esta etapa consiste en la construcción de una base de datos que contenga toda la información de materias primas, productos, códigos, nombres y valores de inventario. Los datos serán descargados directamente del sistema de información Wimax y la construcción se realizará en Excel. La finalidad de esta base de datos, será manejar el mismo lenguaje en la herramienta ofimática y en el software Wimax, para que, de cierta manera, facilite el cruce de información.

- **Construcción Bill of Material:** Se entiende por Bill of Material la relación entre el producto final y cada uno de los componentes y subcomponentes. Para la construcción de este archivo, se consultarán en el manual de procedimientos las fórmulas de composición y materias primas utilizadas para cada producto. Además, se utilizará la base datos construida en la etapa anterior para manejar los mismos nombres y códigos. El resultado de este ejercicio, será validado por el Coordinador de producción.

- **Construcción del Plan Maestro de Producción:** El plan maestro de producción indica los valores de la demanda independiente, es decir, la demanda de los productos finales. Para la construcción de este Plan, se tomarán los pronósticos de demanda generados en dicha propuesta, estos serán la base para definir las cantidades a producir para cada uno de los productos Pareto, en cada una de las semanas.

- **Levantamiento de inventario:** El objetivo de esta etapa, será garantizar la confiabilidad de los inventarios que se encuentran cargados en el software Wimax. Ya que de esto dependerá la veracidad de la herramienta.

- **Integración y finalización de la herramienta ofimática:** En esta etapa, inicialmente se integrarán los archivos construidos previamente: base de datos, Bill of material, Plan Maestro de producción e inventario. Seguido de esto, se construirá la herramienta en sí, la cual interrelacionará los archivos mencionados para generar la explosión de materiales, es decir, las cantidades necesarias para cumplir con el Plan Maestro de Producción de acuerdo a los inventarios. Además de calcular las cantidades requeridas por componente y las fechas en las cuales se deben generar las órdenes de compra para cada uno de los proveedores de acuerdo con los tiempos de suministro determinísticos definidos en la etapa de recolección de datos.

- **Capacitación y arranque:** En esta última etapa, se realizarán capacitaciones lideradas por los practicantes para garantizar que la herramienta sea utilizada correctamente y se pueda dar inicio su implementación.

5.6. Documentación del proceso productivo.

5.6.1. Problemática a solucionar. Como se pudo evidenciar en el diagnóstico, el proceso productivo de Multifiltros no se encuentra estandarizado y documentado. Los operarios realizan las actividades de acuerdo con su experticia, lo cual provoca fallas, reprocesos y diferencias en las características de lotes de productos. Por otra parte, los conocimientos que adquiere el personal a través del tiempo no se quedan en la organización, sino en cada persona. Esto provoca que cada vez que un trabajador se retire de la empresa, se pierda la experiencia adquirida, ocasionando que

las buenas prácticas no prevalezcan, no haya mejoras a través del tiempo y las capacitaciones demoren más tiempo de lo que debería.

Tabla 11

Recursos para implementación del MRP

Actividad	Recurso	Tiempo estimado	Costo asociado
Recolectar información	Practicantes y Coordinador de producción.	1 día	\$ 0
Construir Bill of Material	Practicantes y Coordinador de producción.	3 días	\$ 0
Construir Plan Maestro de Producción.	Practicantes y Coordinador de producción.	1 día	\$ 0
Levantamiento de inventario	Practicantes, Coordinador de producción y operarios.	3 días	\$ 0
Integración y finalización de la herramienta ofimática.	Practicantes	2 días	\$ 0
Capacitación y arranque.	Practicantes, Coordinador de producción	1 día	\$ 0

De acuerdo con lo anterior, surge la necesidad de crear un manual que permita plasmar la información detallada del proceso productivo de Multifiltros al alcance de cualquier trabajador, facilitando así el correcto desarrollo de los procesos de producción.

5.6.2. Objetivo de la propuesta. Diseñar y crear un manual del proceso productivo de Multifiltros que permita estandarizar el proceso mediante la documentación de las mejores prácticas, lineamientos, políticas y responsabilidades. Dicho manual permitirá:

- Reducir tiempos de formación y capacitación del personal.

- Disminuir las fallas, reprocesos y diferencias de lotes de producción.
- Mantener documentadas las buenas prácticas del proceso y fomentar la mejora continua.

5.6.3. Plan de implementación. Para llevar a cabo la implementación de esta propuesta, se plantearon las siguientes etapas:

- **Alcance del proceso:** En esta primera etapa, se delimita el proceso productivo. En otras palabras, se debe tener claro en que instancia inicia y termina el proceso. Para este caso, serán analizados los procesos establecidos para la producción de aceites, grasa y maquilado de productos; la delimitación del alcance de cada uno será realizado mediante observación y entrevistas con el coordinador de producción.

- **Recolección de información:** El desarrollo de esta etapa consiste en recolectar toda información disponible acerca de cada uno de los procesos a analizar. Para el caso, se revisarán documentos que contengan información o datos relacionados con cada procedimiento, se realizarán entrevistas a operarios y coordinador de producción, además de la recolección de información mediante observación.

- **Diseño y construcción del manual:** Consiste en diseñar la estructura que va a tener el manual, de tal manera que sea de fácil entendimiento y tenga la información necesaria para cumplir con los objetivos. Una vez el diseño esté listo, se procede a plasmar toda la información recolectada y analizada previamente.

- **Capacitación:** Finalmente, se realiza la capacitación del manual a los operarios y al coordinador de producción para que los procedimientos sean aplicados de la manera adecuada.

Tabla 12

Recursos para implementación del manual de procedimientos

Actividad	Recurso	Tiempo estimado	Costo asociado
Delimitar el alcance de cada procedimiento.	Practicantes y Coordinador de producción.	1 día	\$ 0
Recolectar información mediante documentos, entrevistas y observación.	Practicantes y Coordinador de producción.	2 semanas	\$ 0
Diseñar y construir el manual.	Practicantes y Coordinador de producción.	1 semana	\$ 0
Capacitar al personal.	Practicantes.	1 semana	\$ 0

6. Implementación de propuestas de mejora

6.1. Programa de 5's

6.1.1. Capacitación metodología 5's. Para el desarrollo de esta etapa, se programó una reunión en la planta de producción (Ver figura 32), donde asistieron todos los auxiliares, supervisores y coordinador de producción. En primera instancia, se expusieron los hallazgos más

relevantes del diagnóstico con la finalidad de dar a entender la importancia de la implementación de las 5's.



Figura 32 Registro fotográfico capacitación 5's

En segunda instancia, se realizó una breve inducción para explicar que consistía la implementación de las 5's, su origen, a que hace referencia cada una de ellas, cual es el plan de implementación para cada una y finalmente, cuáles eran los objetivos y beneficios de su aplicación. Para esta reunión, se preparó una presentación en Microsoft Power Point con el contenido descrito anteriormente y puede ser encontrada en el apéndice J.

6.1.2. Clasificación. En etapa se revisó detalladamente cada uno de los puestos de trabajo e identificaron los elementos necesarios e innecesarios. Esta actividad se realizó en conjunto con los operarios de tal manera que fuera lo más objetiva y real posible; también se determinaron las frecuencias de uso de los elementos y herramientas de trabajo para su posterior ubicación y/o eliminación de aquellos cuyo uso es esporádico.

Para la recolección de esta información se diligenció un formato que contiene el nombre del artículo, la cantidad que existe, la frecuencia de uso, plan de acción y su respectiva justificación. De este ejercicio quedaron 37 elementos no repetidos que requerían un plan de acción. En la figura

33 se puede observar el formato con todos los elementos registrados en el área del laboratorio. El listado completo de elementos puede ser encontrado en el apéndice K.

Implementación 5 eses - Seiri (Clasificar)								
Lista de elementos innecesarios								
Empresa	Multifiltros Limitada.							
Objetivo	Identificar y listar los elementos innecesarios en la planta de producción.							
Instrucciones	Diligenciar el nombre, ubicación, cantidad encontrada y frecuencia de uso del elemento. Para la acción, marque una X de acuerdo a lo siguiente: Eliminar "E", Mover de lugar "M", Reparar "R" y Vender "V". Para la razón, marque el número de acuerdo a las siguientes instrucciones: 1= No se necesita; 2= No se necesita pronto; 3= Material de desperdicio; 4= Uso desconocido; 5= Excedente; 6=Obsoleto; 7=Contaminante; 8= Otro.							
Nombre del Elemento	Ubicación	Cantidad	Frecuencia de Uso (Veces/Mes)	Acción				Razón
				E	M	R	V	
Viscosímetro	Laboratorio	1	1		x			2
Punto de goteo	Laboratorio	1	1		x			2
Vidrio laboratorio	Laboratorio	1	2		x			2
Pinzas	Laboratorio	2	2		x			2
Televisor	Laboratorio	1	0	x				6
Rollos de Etiquetas	Laboratorio	5	0	x				3
Gramera	Laboratorio	1	0	x				6
Envase extintor	Laboratorio	1	0				x	6
Teléfono	Laboratorio	1	0	x				6

Figura 33. Formato lista de elementos innecesarios Seiri

Una vez fueron identificados los elementos que requerían un plan de acción en la planta de producción, se implementó la técnica de las tarjetas rojas, las cuales se colocaron sobre todos los elementos de poco uso o ningún uso, que se deseaban eliminar, reparar o vender dentro del área de producción con el fin de que los elementos se pudieran identificar con facilidad. Las tarjetas fueron diligenciadas con la información recolectada en el ejercicio anterior, adicionando la fecha límite para ejecutar el plan de acción. En la figura 34 se pueden observar algunos elementos a los cuales se les colocó la tarjeta roja.



Figura 34. Registro fotográfico de uso de tarjeta roja

Ya colocadas las tarjetas, se consultó a la gerencia para llevar a cabo el método de eliminación o acción a tomar para cada uno de los elementos sobre los cuales se colocó la tarjeta; una vez fue aprobado por la gerencia, los elementos que debían ser eliminados fueron dejados en el puesto de las basuras, mientras que los que debían ser vendidos, como algunos baldes, tambores y chatarra, se dejaron en el puesto con su respectiva tarjeta para ser entregados a las personas que según el coordinador de producción podrían estar interesados en pagar por estos elementos. En la figura 35 se pueden observar algunos de los elementos eliminados.



Figura 35. Registro fotográfico de elementos eliminados

Este plan de acción tuvo como objetivo dejar en el puesto de trabajo solo los elementos realmente necesarios, lo cual generó un entorno de trabajo más despejado en comparación con el que se tenía inicialmente.

6.1.3. Orden y señalización. Para el desarrollo de esta etapa, se trabajó de manera conjunta con la clasificación de los elementos necesarios del área, etapa anterior en la metodología de las 5's. De esta manera, se aprovechó la disponibilidad de los operarios, mientras unas personas se encargaban de retirar los elementos innecesarios, otros iban ordenando las diferentes áreas de la planta. En la figura 36 se puede observar el resultado de eliminar todos los elementos que no eran necesarios en el área de almacenamiento y de ordenar.



Figura 36. Registro fotográfico de orden en almacenes

Continuando con el desarrollo de esta etapa, se estandarizaron los lugares en los que se ubican las etiquetas de los envases, ya que era común que los operarios gastaran más tiempo de lo normal en búsqueda de un tipo de etiqueta específico. Para lograr esta estandarización, inicialmente se realizó un listado de todas las etiquetas que se manejan, luego se agruparon en familias y finalmente se propuso una ubicación en los estantes para cada tipo de etiqueta.

 SAE-50 Balde	 15W40 Cuarto	 Valvulina
---	---	--

Figura 37. Plantilla de etiquetas

Posteriormente, se diseñaron pequeñas etiquetas con el logo de cada marca y nombre del producto, con el fin de que fuera de fácil ubicación. En la figura 37 se muestran los diseños para cada marca. Las etiquetas fueron impresas y pegadas en láminas imantadas para aprovechar el material metálico de los estantes, y finalmente, se colocaron en las ubicaciones respectivas. En la figura 38 se pueden observar las etiquetas para los estantes de aceites y grasas de la marca Motorlub.



Figura 38. Registro fotográfico de orden de etiquetas

6.1.4. Limpieza. Para el desarrollo de esta etapa, se realizó un programa de limpieza para el primer trimestre de 2018. Este programa se realizó en Microsoft Excel con la información de las fechas en las que se va a realizar limpieza y el responsable para cada área, los cuales rotarán en cada jornada. En la figura 39 se puede observar el programa de limpieza para los primeros 15 días del año 2018. El programa completo puede ser observado en el apéndice L.

Programa de Limpieza Planta productiva Multifiltros - 1er trimestre 2018					
Fecha/ Área	Almacen de etiquetas	Almacen 1	Patio	Almacen 2	Almacen 3
6 de Enero	Ferley	Ferley	Ferley	Simón	Simón
13 de Enero	Domingo	Domingo	Domingo	Fabian	Fabian

Figura 39. Programa de limpieza

Este programa fue pegado en cada una de las áreas de trabajo para que fuera visible por todo el personal. Las áreas productivas, es decir, donde se producen las grasas y aceites no están contempladas dentro del programa por ser áreas que deben estar permanentemente limpias y ordenadas y los operarios deben dejar en las mejores condiciones las áreas de producción al final de la jornada laboral, eliminando basuras generadas a lo largo del proceso, limpiando los espacios de trabajo y liberando los pasillos de cualquier material o producto que obstaculice estas áreas.

Finalmente, se dio inicio a la ejecución del programa y cumplimiento de las políticas establecidas. Se evidenció que a partir del año 2018 los trabajadores tenían en cuenta la importancia de tener sus áreas de trabajo permanentemente limpias y ordenadas. En los primeros sábados que se tenía programado realizar limpieza, los trabajadores ya tenían clara su responsabilidad y realizaron la limpieza en las áreas asignadas, lo cual se vio reflejado en todos los inicios de semana con la planta en óptimas condiciones para trabajar.

Con el fin de realizar control al programa de limpieza, se diseñó un formato para ser diligenciado después de cada una de las jornadas que se tenía programado realizar limpieza. (Ver figura 40)

Control del programa de limpieza - Planta de producción Multifiltros					
Fecha	Nombre trabajadores asignados para limpieza	Realizó		Firma Coordinador	Observaciones
		Sí	No		

Figura 40. Formato de registro de cumplimiento programa de limpieza

6.1.5. Estandarización y disciplina. Para el desarrollo de esta etapa, se trabajó en conjunto con el Coordinador de producción para establecer políticas de orden y limpieza. De esta manera, se establecieron las siguientes políticas que fueron consignadas en el manual de procedimientos:

- El Coordinador de producción es responsable de que los supervisores y auxiliares conozcan la metodología de las 5's. Para lo cual, estará permanentemente capacitando y motivando a su personal con el fin de conseguir el éxito en el proceso.
- Se debe capacitar al personal nuevo en la metodología 5S a través de la charla de inducción.
- Al final de cada jornada de trabajo, todos los empleados deben dejar sus áreas de trabajo limpias y ordenadas.
- Los trabajadores deberán mantener es su puesto de trabajo, solo lo necesario, igualmente mantendrán las herramientas ordenadas y en perfecto estado de conservación, notificando la necesaria reposición de la misma cuando sea necesario.
- Las áreas compartidas deben limpiarse semanalmente de acuerdo a lo establecido en el plan de limpieza.
- Los desechos deben ser eliminados o reciclados como resulte apropiado.
- Se debe limpiar inmediatamente los derrames de producto y componentes. El material perdido debe colocarse en recipientes designados para su correcta eliminación o reutilización.

- Ante ocasionales puntos de acumulación de polvo hay que investigar y evaluar sus causas, para llevar a cabo las acciones correctivas necesarias.
- Las herramientas manuales deben recogerse y colocarse en su sitio.

En cuanto a la asignación de responsabilidades, fueron definidas en el Manual de Funciones las actividades que debe realizar cada uno de los cargos para el cumplimiento de las políticas establecidas.

Así, la disciplina dependerá del cumplimiento de las políticas anteriormente mencionadas, que deberán estar acompañadas de capacitaciones constantes, apropiación del Coordinador de producción y apoyo de la Gerencia.

6.1.6. Evaluación. Para evaluar la efectividad de la implementación de las 5's, en enero de 2018 se aplicó nuevamente la lista de chequeo empleada para el diagnóstico realizado en el mes de septiembre de 2017. Al igual que en la anterior, se realizó mediante inspecciones aleatorias, entrevistas a los operarios y al coordinador de producción con el fin de realizar seguimiento a cada una de las S. Una vez aplicada la lista de chequeo, ver apéndice M, se construyó nuevamente el diagrama radial para mostrar los resultados. En la figura 41 se puede observar la comparación entre los resultados de antes y después de haber implementado las 5 S.

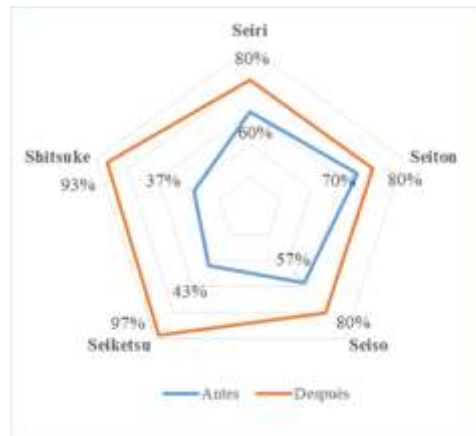


Figura 41. Análisis 5's antes y después de la implementación

Como se puede observar en la figura anterior, hubo una mejora notable después de la implementación de las 5's. En la primera S de clasificar, aumentó en un 20%, en orden, aumentó un 10%, en limpieza, aumentó en 23% y en las más notables, estandarización y disciplina, aumentó en 53% y 57% respectivamente. Con lo que se puede concluir, que esta implementación impactó positivamente a la planta de producción de Multifiltros Limitada, siendo la estandarización y disciplina los responsables del éxito de esta implementación.

Es importante resaltar, que para continuar mejorando e introduciendo las 5's como cultura en la planta, debe haber un compromiso constante de parte de la Gerencia y el Coordinador de producción, aparte de continuar realizando capacitaciones y seguimiento al cumplimiento de las políticas establecidas.

6.2. Pronóstico de demanda.

6.2.1. Elección del modelo. En esta etapa, se tuvieron en cuenta los diferentes modelos de

análisis de series de tiempo más utilizados, promedio móvil simple, promedio móvil ponderado, suavizado exponencial y regresión lineal. La elección del modelo se realizó de acuerdo a las variables de plazo a pronosticar, patrón y disponibilidad de los datos.

En cuanto al plazo a pronosticar, se identificó que, si el pronóstico se requiere como una herramienta para realizar el plan maestro de producción y la planeación de requerimiento de materiales, deberían ser pronósticos de alta precisión. Por lo tanto, la predicción de la demanda se realizaría únicamente a corto plazo, es decir, de 6 meses a un año. En cuanto a la disponibilidad de datos, el coordinador de producción confirmó la posibilidad de descargar los datos históricos de la demanda de cada uno de los productos del sistema de información Wimax. Además, para la elección del modelo, se realizó un cuadro de ventajas y desventajas para cada uno de ellos.

De acuerdo con la tabla 13, se seleccionó el modelo de regresión lineal por ser un modelo que se ajusta a la disponibilidad de los datos y al plazo que se requiere pronosticar. Además, como se puede observar en la figura 20 (pág. 47) del diagnóstico, las ventas presentan una tendencia lineal.

6.2.1. Recolección de datos. Para la recolección de datos, se contactó al Coordinador de ventas para descargar la información del software Wimax. De esta manera, se descargaron las ventas de los años 2015, 2016 y 2017, esta información fue enviada a los practicantes en un Excel por cada año.

Tabla 13

Cuadro comparativo de modelos de pronóstico de la demanda

Modelo	Ventajas	Desventajas
Promedio móvil simple	1) Este modelo aplica para datos estacionarios. 2) Aplica para pronósticos a corto plazo.	1) No es preciso para demandas de producto que aumentan y disminuyen con rapidez. 2) La demanda de cada periodo tiene el mismo peso. 3) Necesidad de manejar en forma continua gran cantidad de datos históricos
Promedio móvil ponderado	1) Este modelo aplica para datos estacionarios. 2) Especial para pronósticos a corto plazo. 3) Se le pueden asignar pesos a cada valor de la demanda de acuerdo a la experiencia o antigüedad del periodo.	1) Necesidad de manejar en forma continua gran cantidad de datos históricos 2) Retrasa los cambios en la demanda
Suavizado Exponencial	1) Este modelo aplica para datos estacionarios y con tendencias. 2) Especial para pronósticos a corto plazo. 3) Los modelos exponenciales son sorprendentemente precisos. 4) Flexibilidad al conseguir darle más importancia a la demanda más reciente o a la antigua.	1) Retrasa los cambios en la demanda. 2) Sólo permite calcular el pronóstico del siguiente periodo.
Regresión Lineal	1) Este modelo aplica para datos estacionarios. 2) Aplica para pronósticos a corto plazo.	1) Requiere que los datos tengan un comportamiento lineal. 2) Necesidad de manejar en forma continua gran cantidad de datos históricos

Una vez los datos estaban consolidados, se agruparon los productos para estimar la demanda agregada por familias. Por ejemplo, para estimar la demanda agregada del producto Grasa Roja de Calcio, se agruparon las diez presentaciones que contienen este producto: Libra, tarrina, mini balde, balde y tambor; cada una para las marcas de Motorlub y Progras. De esta manera, se calculó la demanda de esta familia de producto en kilogramos para los años 2015, 2016 y 2017. Igualmente se realizó para las demás, dando como resultado 15 familias de producto. En la tabla 14 se puede observar el consolidado de la demanda de cada familia de producto en el año 2017.

6.2.1. Desarrollo del pronóstico. En esta etapa, se realizó el pronóstico de demanda utilizando el modelo de regresión lineal y utilizando los datos recolectados y tratados en la etapa anterior.

Antes de calcular las rectas que mejor se ajustan a la demanda de cada familia de producto, se realizó un análisis de estacionalidad para cada una. Para esto, se graficó la demanda agregada de cada una de las familias en los años 2015, 2016 y 2017. En la figura 42, se puede observar el comportamiento de demanda de la familia de producto Grasa Roja de Calcio.

Como se puede observar en la figura 42, el comportamiento de demanda agregada para la Grasa Roja de Calcio crece y baja con rapidez, evidenciando estacionalidades en los meses de febrero, marzo y abril. Con el fin de obtener pronósticos más precisos, se calcularon los índices de estacionalidad para cada mes mediante el método de promedio móvil centrado (CMA); utilizado por ser un método que evita que las variaciones debidas a la tendencia se interpreten incorrectamente como una variación debida a la estación. Entonces, para el cálculo del índice de

estacionalidad, el primer paso realizado fue calcular el promedio móvil centrado para cada uno de los meses del año teniendo en cuenta los valores de demanda de los 3 años.

Tabla 14

Consolidado demanda por familia de productos en año 2017

Familia	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Motor	5079	4800	5241	4938	4181	3821	4878	5761	4098	6099	5528	5188
Roja calcio	15608	19417	22055	10370	10812	13220	13485	7688	8592	10504	9263	7952
Hidraulico	4561	4343	4880	4709	4057	3889	4338	5399	3578	4912	4856	3715
4t 20w50	685	678	618	748	600	1086	1134	843	539	1177	1153	2196
Valv. 140	1909	1892	1517	2020	1532	1152	1576	1602	1775	1805	2241	1788
2t verde	1165	1037	1081	1175	1074	1302	1841	1182	1265	1653	1516	1182
Valv. 250	1361	1576	1210	1676	1285	1020	1474	1298	1022	1156	1666	1174
2t rojo	377	637	349	582	269	415	610	645	922	604	571	589
Azul calcio	10207	7897	14055	7758	8359	7022	12735	7024	5354	12175	9721	6327
Valv. 90	590	653	556	654	575	283	495	419	413	708	726	486
Copas	398	398	1889	1034	688	836	1567	429	624	1200	1214	128
Rodamientos	825	356	856	1247	1058	778	980	1101	401	1861	649	762
Azul litio	1126	1134	632	1587	824	1198	756	1499	750	1024	2152	955
Diesel sae 50	298	458	102	341	358	395	342	278	446	466	734	131
Roja litio	125	859	371	900	437	725	768	1616	1754	1033	520	416

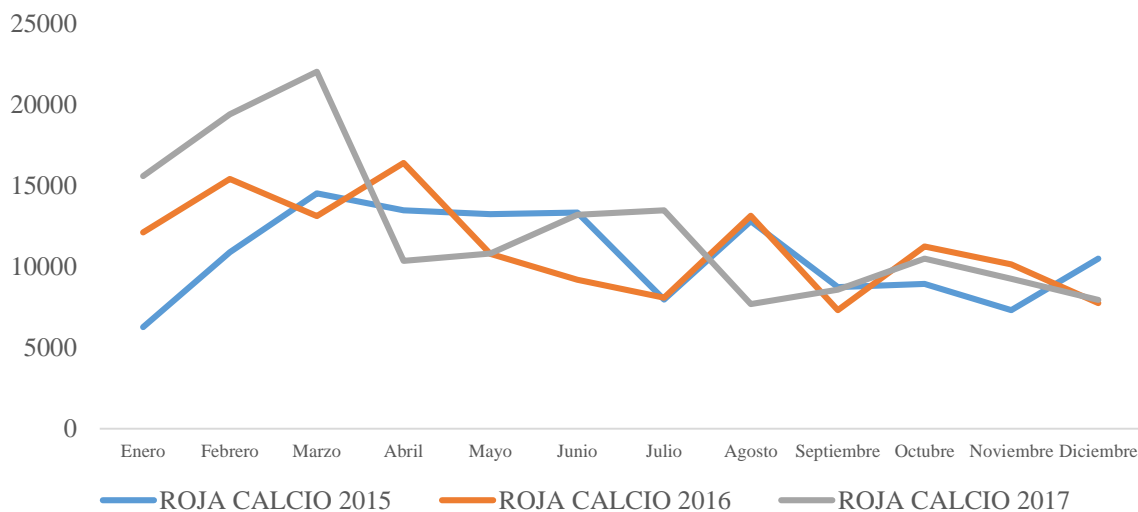


Figura 42. Análisis de estacionalidad para el producto Grasa Roja de Calcio.

Continuando con el ejemplo de la familia de Grasa Roja de Calcio, el cálculo del CMA o promedio móvil centrado se realizó calculando inicialmente la media móvil para cada mes. Por ejemplo, la media móvil de junio de 2015 (periodo 6) surge de promediar la demanda de todo el año 2015.

Luego, para el cálculo del CMA se promedian las medias móviles del presente y el siguiente mes, es decir, la media móvil centrada del periodo 6 surge de promediar las medias móviles de los periodos 6 y 7; y así sucesivamente como se muestra en la tabla 15.

Una vez obtenido el CMA, se precede a calcular el índice estacional dividiendo la observación de demanda entre el promedio móvil centrado del periodo correspondiente. Es decir, para el cálculo del periodo 6, se divide 13346 (demanda) sobre 10917 (promedio móvil centrado), dando como resultado 1,22. Lo que significa que la demanda de ese periodo fue un 22% más alta que un mes promedio en ese año.

Finalmente, se promedian los índices estacionales de los meses respectivos para obtener el definitivo de cada mes. Por ejemplo, para el mes de febrero, se promedian los índices estacionales de febrero 2016 y 2017, 1,39 y 1,56 respectivamente; dando como resultado 1,47. En la tabla 16, se muestran los índices estacionales para la familia de producto Grasa Roja de Calcio.

Tabla 15

Cálculo índice estacional para la familia de producto Roja de calcio

Mes	Periodo	Demanda (kg)	Media móvil	Media móvil centrada (CMA)	Índice estacional
enero-2015	1	6279			
febrero-2015	2	10894			
marzo-2015	3	14538			
abril-2015	4	13487			
mayo-2015	5	13257			
junio-2015	6	13346	10673	10917	1,22
julio-2015	7	7967	11160	11349	0,70
agosto-2015	8	12819	11537	11479	1,12
septiembre-2015	9	8737	11420	11543	0,76
octubre-2015	10	8937	11665	11563	0,77
noviembre-2015	11	7318	11460	11288	0,65
diciembre-2015	12	10497	11115	11121	0,94
enero-2016	13	12126	11126	11140	1,09
febrero-2016	14	15418	11154	11095	1,39
marzo-2016	15	13136	11036	11133	1,18
abril-2016	16	16422	11229	11347	1,45
mayo-2016	17	10801	11466	11351	0,95
junio-2016	18	9207	11237	11382	0,81
julio-2016	19	8093	11527	11694	0,69
agosto-2016	20	13160	11860	12232	1,08
septiembre-2016	21	7320	12604	12351	0,59
octubre-2016	22	11255	12099	12100	0,93
noviembre-2016	23	10153	12100	12267	0,83
diciembre-2016	24	7750	12434	12659	0,61
enero-2017	25	15608	12884	12656	1,23
febrero-2017	26	19417	12428	12481	1,56
marzo-2017	27	22055	12534	12503	1,76
abril-2017	28	10370	12471	12434	0,83
mayo-2017	29	10812	12397	12406	0,87
junio-2017	30	13220	12414		
julio-2017	31	13485			
agosto-2017	32	7688			
septiembre-2017	33	8592			
octubre-2017	34	10504			
noviembre-2017	35	9263			
diciembre-2017	36	7952			

Tabla 16

Índice estacional para la familia de producto Grasa Roja de Calcio

Mes	Índice estacional/mes
Enero	1,16
Febrero	1,47
Marzo	1,47
Abril	1,14
Mayo	0,91
Junio	1,02
Julio	0,70
Agosto	1,10
Septiembre	0,67
Octubre	0,85
Noviembre	0,74
Diciembre	0,78

Ya calculados los índices, se procede a eliminar la estacionalidad de los datos dividiendo cada observación entre su índice estacional. Por ejemplo, la demanda del mes de marzo de 2015 fue de 14538 Kg de grasa, dividido entre el índice de estacionalidad del mes de marzo (1,47), obtenemos que el valor de demanda desestacionalizada de marzo de 2015 es de 9871 Kg de grasa, los demás valores se presentan en la tabla 17.

Tabla 17

Demanda desestacionalizada para la familia de producto Grasa Roja de Calcio

Mes	Periodo	Demanda (kg)	Índice estacional/mes	Demanda desestacionalizada
enero-2015	1	6279	1,16	5409
febrero-2015	2	10894	1,47	7397
marzo-2015	3	14538	1,47	9876
abril-2015	4	13487	1,14	11825
mayo-2015	5	13257	0,91	14544
junio-2015	6	13346	1,02	13139
julio-2015	7	7967	0,70	11429
agosto-2015	8	12819	1,10	11693
septiembre-2015	9	8737	0,67	12948
octubre-2015	10	8937	0,85	10495
noviembre-2015	11	7318	0,74	9917
diciembre-2015	12	10497	0,78	13491
enero-2016	13	12126	1,16	10445
febrero-2016	14	15418	1,47	10469
marzo-2016	15	13136	1,47	8924
abril-2016	16	16422	1,14	14398
mayo-2016	17	10801	0,91	11849
junio-2016	18	9207	1,02	9065
julio-2016	19	8093	0,70	11610
agosto-2016	20	13160	1,10	12004
septiembre-2016	21	7320	0,67	10848
octubre-2016	22	11255	0,85	13217
noviembre-2016	23	10153	0,74	13758
diciembre-2016	24	7750	0,78	9961
enero-2017	25	15608	1,16	13445
febrero-2017	26	19417	1,47	13185
marzo-2017	27	22055	1,47	14983
abril-2017	28	10370	1,14	9092
mayo-2017	29	10812	0,91	11861
junio-2017	30	13220	1,02	13015
julio-2017	31	13485	0,70	19347
agosto-2017	32	7688	1,10	7013
septiembre-2017	33	8592	0,67	12733
octubre-2017	34	10504	0,85	12335
noviembre-2017	35	9263	0,74	12552
diciembre-2017	36	7952	0,78	10220

Con los valores de demanda desestacionalizados, se procede a calcular la línea de tendencia mediante la regresión lineal. Para este caso, se encuentra que la ecuación que representa la línea de tendencia de la familia de Grasa Roja de Calcio es la siguiente:

$$y(x) = 67,438x + 10377$$

Donde y representa la demanda siendo la variable dependiente y x , representa el tiempo siendo la variable independiente. Seguidamente, se procede a calcular el pronóstico utilizando la ecuación de tendencia anterior y multiplicando el resultado por el índice estacional correspondiente para hacer el ajuste estacional. Entonces, para obtener el pronóstico del mes de enero de 2018, reemplazamos x por 37 (periodo de tiempo) en la ecuación de tendencia y finalmente multiplicamos el resultado por el índice estacional respectivo, así:

$$y(37) = 67,438 * (37) + 10377$$

$$y(37) = 12872$$

$$\text{Pronóstico Enero 2018} = 12872 * (1,16)$$

$$\text{Pronóstico Enero 2018} = 14944 \text{ Kg}$$

Luego, encontramos que el pronóstico de enero de 2018 para la familia de productos de Grasa Roja de Calcio es de 14944 Kg. De la misma manera se realizó para los demás meses del 2018, como se muestra en la tabla 18.

Tabla 18

Cálculo pronóstico de demanda para la familia de productos Grasa Roja de calcio

Mes	Periodo	Índice estacional/mes	Tendencia	Pronóstico
enero-2018	37	1,16	12872	14944
febrero-2018	38	1,47	12940	19056
marzo-2018	39	1,47	13007	19146
abril-2018	40	1,14	13075	14913
mayo-2018	41	0,91	13142	11979
junio-2018	42	1,02	13210	13417
julio-2018	43	0,70	13277	9254
agosto-2018	44	1,10	13344	14630
septiembre-2018	45	0,67	13412	9051
octubre-2018	46	0,85	13479	11478
noviembre-2018	47	0,74	13547	9997
diciembre-2018	48	0,78	13614	10593

6.2.2. Socialización y capacitación. Para finalizar, en esta etapa se programó una reunión con el gerente de Multifiltros y el coordinador de producción, en la cual se socializaron los resultados del pronóstico de demanda, se dio a entender la importancia de predecir el comportamiento de las ventas para programar la producción y planear los requerimientos de materiales. El gerente estuvo de acuerdo con empezar a implementar esta propuesta cada semestre y fomentarlo no solo para el área de producción, sino también para el de comercialización. Finalmente, en otra reunión con el coordinador, se explicó detalladamente en qué consistía el método de regresión lineal, sus ventajas y la metodología de aplicación. Con lo cual se hizo entrega del archivo en Excel donde se encuentra de forma explícita todos los cálculos. (Ver apéndice N)

6.3. Cálculo de tamaños de lote.

6.3.1. Cálculo costo de ordenar. Para el cálculo de este costo, primeramente, se identificaron las actividades que se realizan para generar una orden producción, dichas actividades permitieron estimar los costos de acuerdo con los recursos utilizados. En la figura 43 se puede observar el diagrama del proceso productivo.

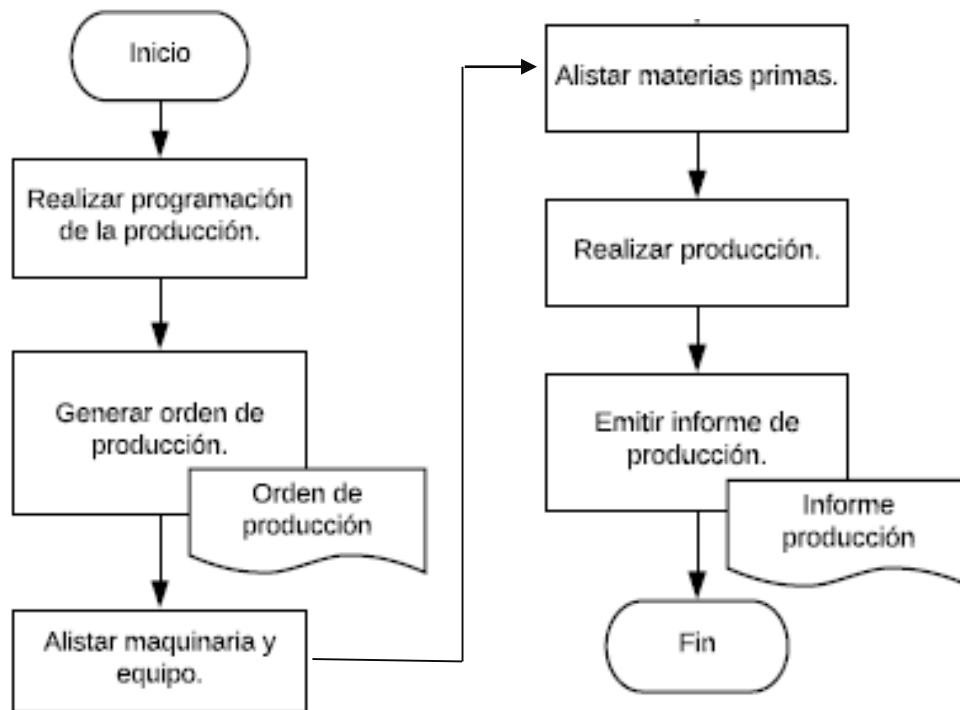


Figura 43. Diagrama de flujo proceso productivo

Seguidamente, se agruparon las actividades en centros de actividad, los cuales, según García (1999) son una parte del proceso de la cual la gerencia desearía un reporte separado sobre el costo involucrado en cada actividad. De acuerdo con lo planteado en el diagrama, las actividades se pueden agrupar en los siguientes centros:

- Programación de la producción: Son las actividades que tiene que realizar el Coordinador de producción para realizar la programación, generar la orden y el informe de producción.
- Alistamiento de maquinaria y materiales: Se refiere a las actividades que deben realizar los operarios antes de comenzar con la orden de producción, entre ellas están el desplazamiento de envases, el vertimiento de materias primas a los tanques mezcladores, etc.

Una vez identificados los centros de actividad, se dio inicio a la asociación de los costos de acuerdo con los recursos utilizados para cada uno. Entonces, para la programación de la producción se identificaron los recursos de mano de obra por el Coordinador de producción, de servicios de luz, internet y del sistema de información Wimax, el cual, funciona como una herramienta de consulta para programar la producción. A continuación, se presenta el cálculo del costo por hora para cada uno de estos recursos.

- **Mano de obra:** Para este cálculo, se partió del salario base del Coordinador de producción, \$ 1'2.000.000. Luego, se incluyeron los costos asociados a seguridad social, parafiscales, prestaciones sociales y auxilio de transporte. Dando como resultado, un costo anual de \$ 22'925.220. En la tabla 18 se puede observar su respectivo cálculo. Posteriormente, para el cálculo de este costo por hora, se tuvieron en cuenta los días laborales en el año descontando los 15 días hábiles de vacaciones establecidos por ley, además del horario laboral de la empresa, el cual está establecido por 8 horas diarias.

Tabla 19

Cálculo costo de mano de obra anual

Fuente de costo	Costo
Salario	\$1.200.000
Salud	\$102.000
Pensión	\$144.000
ARL	\$6.264
Cesantías	\$99.960
Intereses cesantías	\$12.000
Prima	\$99.960
Vacaciones	\$50.040
Parafiscales	\$108.000
Aux. Transporte	\$88.211
Total mes	\$1.910.435
Total año	\$22.925.220

A continuación, se expone su cálculo:

$$\text{Costo de mano de obra} = \frac{\text{Costo mano de obra anual}}{\text{Días laborales en el año} * \text{Horas laborales por día}}$$

$$\text{Costo de mano de obra} = \frac{22'925.220}{229 * 8}$$

$$\text{Costo de mano de obra} = \$ \frac{12.514}{\text{hora}}$$

Ahora, para el cálculo del costo asociado al centro de actividad, se multiplica el costo calculado anteriormente por el tiempo que requiere el Coordinador de producción para realizar estas actividades, así:

$$C. \text{mano de obra}_{(\text{programar producción})} = \$ \frac{12.514}{\text{Hora}} * 1,5 \text{ horas}$$

$$C. \text{mano de obra}_{(\text{programar producción})} = \$ 18.771$$

- **Servicio de luz:** Este recurso es requerido para la utilización del computador; para su cálculo, se consultó la tarifa de luz establecida por la ESSA, la cual se encontraba en \$ 588/ Kw. Luego, se estimó el consumo aproximado de energía del computador de acuerdo a sus especificaciones, siendo de 0,3 Kw/ Hora cuando está activo. De esta manera, se pudo calcular el costo de luz por hora asociado al uso del computador, así:

$$C. \text{ servicio de luz} = \$ \frac{588}{Kw} * \frac{0,3}{hora} Kw$$

$$C. \text{ servicio de luz} = \$ \frac{176}{hora}$$

Ahora, para el cálculo del costo del servicio de luz asociado al centro de actividad, se multiplicó el costo por hora calculado anteriormente por el tiempo que requiere el Coordinador de producción para realizar estas actividades, así:

$$C. \text{ servicio de luz} = \$ \frac{176}{Hora} * 1,5 \text{ horas}$$

$$C. \text{ servicio de luz} = \$ 264$$

- **Servicio de internet y sistema de información Wimax:** Son dos recursos utilizados para programar y generar la orden de producción. Wimax es utilizado para consultar los datos de inventario, y el servicio de internet es necesario para poder acceder al sistema de información. De esta manera, para calcular el costo de internet, se dividió el costo de este servicio sobre las horas laborales en el mes y se multiplicó por el tiempo que requiere el Coordinador para realizar estas actividades, así:

$$C. \text{ servicio de internet} = \frac{\$150.000}{208 \text{ horas}} * 1,5 \text{ hora}$$

$$C. \text{ servicio de internet} = \$1.082$$

Por otra parte, para el cálculo de costo de Wimax, se dividió el costo anual del sistema de información sobre el total de horas laborales en el año y multiplicado por el tiempo que requiere el Coordinador para realizar estas actividades, así:

$$C. \text{ servicio de Wimax} = \frac{\$800.000}{1952 \text{ horas}} * 1,5 \text{ hora}$$

$$C. \text{ servicio de Wimax} = \$615$$

Además, otra fuente de costos generado en la programación de la producción, es la papelería. Para generar la orden de producción, el Coordinador debe imprimir la orden, la cual, generalmente está compuesta por 3 hojas. Para su cálculo, se estimó cada impresión a \$ 100 pesos, dando como resultado un costo de \$300 pesos en papelería.

Entonces, para calcular el costo de ordenar del centro de actividad de programación de la producción, se suman los costos generados a partir de cada uno de los recursos mencionados anteriormente, así:

$$C. \text{ ordenar}_{(prog. \text{ producción})} = C. \text{ mano obra} + C. \text{ Servicios}_{(Luz, internet, Wimax)} +$$

C. Papelería

$$C. \text{ ordenar}_{(prog. \text{ producción})} = \$ 18.771 + \$ 264 + \$615 + \$1.082 + \$300$$

$$C. \text{ ordenar}_{(prog. \text{ producción})} = \$ 21.032$$

De la misma manera se realizó para el centro de actividad de alistamiento de maquinaria y equipo, donde se encontraron únicamente recursos asociados a la mano de obra y servicio de luz.

La mano de obra es utilizada para trasladar materiales, abrir válvulas para llenado de tanques, encender bombas y verificar que los niveles de tanques sean los correctos. El costo asociado a este recurso dio un resultado de \$5.014 pesos.

Por otra parte, el servicio de luz es utilizado para el funcionamiento de las bombas eléctricas, las cuales son utilizadas para trasladar materias primas entre tanques. El cálculo de este costo se realizó teniendo en cuenta la potencia de la bomba, la cual, es de 3 HP, equivalente a 2,2 Kw-Hora y multiplicado por la tarifa de ESSA de \$588/Kw y por el tiempo del centro de actividad, obtenemos que el costo para este recurso es de \$649 pesos. Así, obtenemos el costo de ordenar relacionado con este centro de actividad:

$$C. \text{ordenar}_{(\text{alistamiento})} = C. \text{mano obra} + C. \text{Servicios}_{(\text{Luz})}$$

$$C. \text{ordenar}_{(\text{alistamiento})} = \$5.014 + \$649$$

$$C. \text{ordenar}_{(\text{alistamiento})} = \$5.663$$

Finalmente, se obtiene el costo de ordenar total, sumando los costos obtenidos por cada centro de actividad, así:

$$C. \text{ordenar}_{(\text{total})} = C. \text{ordenar}_{(\text{prog. producción})} + C. \text{ordenar}_{(\text{alistamiento})}$$

$$C. \text{ordenar}_{(\text{total})} = \$21.032 + \$5.663$$

$$C. \text{ordenar}_{(\text{total})} = \$26.695$$

Los cálculos completos realizados para obtener los costos de cada centro de actividad se encuentran en el apéndice O.

6.3.2. Cálculo costo de mantenimiento de inventarios. Este es el costo generado por mantener inventario durante determinados periodos de tiempo. Para su cálculo, se tuvo como referencia la propuesta establecida en el proyecto de grado titulado Propuesta metodológica para estimar los costos de modelo de inventario con demanda independiente y ordenes repetitivas, realizado por María Fernanda Quiroga y Douglas Silva.

En este, los autores proponen que el costo de mantenimiento de inventarios está compuesto por costos de capital, deterioro, seguros, obsolescencia, bodega, servicios, personal y sistemas de información. De los cuales, para este caso no se tuvieron en cuenta los de obsolescencia y deterioro por ser productos que con la situación del mercado actual es poco probable que se vuelvan obsoletos y además, son productos que requieren muchos años para su deterioro. A continuación, se muestra el cálculo de cada uno de los costos.

- **Costo de capital:** Para el cálculo de este costo, el primer paso fue identificar las diferentes fuentes de financiación o adquisición de las materias primas utilizadas por Multifiltros, ya que, dependiendo de la fuente, su cálculo varía. De acuerdo a lo informado por el gerente, las compras de las bases lubricantes son financiadas por préstamos bancarios, a una tasa del 1,3 % mensual y, la compra de envases y demás insumos requeridos son comprados con caja de la empresa, generalmente pagando 3 meses después de la adquisición. Además, los proveedores ofrecen un descuento del 3% sólo si el pago se realiza inmediatamente.

Teniendo en cuenta lo anterior, se procede a traducir estas tasas a tasas anuales efectivas. Para la tasa mensual por préstamos bancarios, se realiza utilizando la siguiente fórmula:

$$Tasa\ efectiva\ anual\ (prestamos\ bancarios) = (tasa\ mensual + 1)^{12} - 1$$

$$Tasa\ efectiva\ anual\ (prestamos\ bancarios) = (1,3\% + 1)^{12} - 1$$

$$Tasa\ efectiva\ anual\ (prestamos\ bancarios) = 16,8\ \%$$

Por otra parte, para establecer el costo de los insumos que se compran directamente con caja de la empresa, se toma la tasa de descuento que se pierde por no comprar de contado. Entonces siendo la tasa de descuento del 3 %, el primer paso es convertirla a tasa de interés mensual vencido, así

$$Tasa\ mensual\ vencido\ (descuento\ proveedores) = \frac{i_a}{1 - i_a}$$

$$Tasa\ mensual\ vencido\ (descuento\ proveedores) = \frac{3\%}{1 - 3\%}$$

$$Tasa\ mensual\ vencido\ (descuento\ proveedores) = 3,1\%$$

Posteriormente se transforma a tasa efectiva anual:

$$Tasa\ efectiva\ anual\ (descuentos\ proveedores) = (3,1\% + 1)^{12} - 1$$

$$Tasa\ efectiva\ anual\ (descuentos\ proveedores) = 44,1\%$$

Después de calculados los costos financieros para cada fuente, se procede a ponderar los costos de acuerdo con los montos de las inversiones. Para esto, se emplearon los costos presentados en el diagnóstico para el segundo trimestre del 2017. En este, las inversiones en bases lubricantes representaron el 72%, mientras que los envases y demás insumos, representaron el 28%. En la tabla 20 de presenta al cálculo respectivo.

Tabla 20

Cálculo costo de capital

Fuente	Inversión 2do Trimestre 2017	% Participación	Costo anual nominal	Ponderación
Proveedores	186.142.915	28%	44,10%	12,30%
Préstamos bancarios	480.060.838	72%	16,80%	12,10%
			Costo de capital	24,4%

- **Costo de seguro:** Para calcular la tasa de este costo, inicialmente se indagó el valor anual que paga la empresa por este seguro, siendo de 18 millones de pesos. Luego, se estimó el valor promedio de inventario que tiene la bodega, que de acuerdo al sistema de información Wimax, entre los productos comercializados y los producidos, este valor de inventario asciende a los 150 millones de pesos. De acuerdo a esto, el cálculo de la tasa de este costo se realizó mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Costo de seguro} = \frac{\text{Costo del seguro anual}}{\text{Valor promedio de inventario en bodega}} \times 100$$

$$\text{Costo de seguro} = \frac{18'000.000}{150'000.000} \times 100$$

$$\text{Costo de seguro} = 12 \%$$

- **Costo de bodega:** Para calcular este costo, fue necesario obtener la capacidad de volumen de la bodega destinada a productos producidos por la empresa, la cual, según las especificaciones de la bodega, es de 40.000 galones. Además, el valor que asume Multifiltros por el costo de la bodega incluyendo arriendo, servicios y personal es de 15 millones de pesos mensuales, de los

cuales, 9 millones son de arriendo, 4 millones en mano de obra y 2 millones en servicios. Para su cálculo, se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Costo de bodega por galón} = \frac{\text{Volúmen producto [Gal]}}{\text{Capacidad bodega [Gal]}} \times C. \text{ bodega anual}$$

$$\text{Costo de bodega} = \frac{1}{40.000} \times \$180'000.000$$

$$\text{Costo de bodega} = \$ 4.500$$

Finalmente, para calcular el costo de mantenimiento se tienen en cuenta los costos calculados previamente mediante la siguiente fórmula:

$$C_m = C_p \sum_{n=1}^2 P_n + C_b$$

Donde,

C_m = Costo de mantenimiento

C_p = Costo de producción (suministrado por la empresa)

P_1 = Costo de capital

P_2 = Costo de seguro

C_b = Costo de bodega

Reemplazando los valores para el producto Aceite Motor SAE 50 tenemos que:

$$C_m = 10.619 * (24,4\% + 12\%) + 4.500$$

$$C_m = \$ 8.366$$

De la misma manera se realizó para cada una de las familias de producto y se puede evidenciar en el apéndice O.

6.3.3. Cálculo tamaño de lote óptimo por producto. En esta etapa se calcularon los tamaños de lotes óptimos por producto teniendo en cuenta la demanda pronosticada para cada familia de producto en galones y los costos de orden y de mantenimiento. Utilizando la siguiente fórmula:

$$Q_{opt} = \sqrt{\frac{2DS}{H(1 - \frac{D}{P})}}$$

Donde,

D = Demanda anual.

S = Costo de generar una orden de producción.

H = Costo anual de mantenimiento por unidad de inventario.

P = Capacidad de producción anual

Por ejemplo, para calcular el tamaño de lote del producto Aceite Motor SAE-50, se tiene que la demanda anual es de 66.730 galones, la capacidad de producción anual es de 789.400 galones, el costo de ordenar de \$ 26.694 y el costo de mantenimiento es de \$ 8.366. Remplazando en la fórmula, el resultado es:

$$Q_{opt_{motor}} = \sqrt{\frac{2 * (66.730) * 26.694}{8.366 * (1 - \frac{66.730}{789.400})}}$$

$$Q_{opt_{motor}} = 624 \text{ Galones}$$

De acuerdo con lo anterior, significa que el tamaño óptimo para producir Aceite motor SAE 50 es de 624 galones. Este mismo procedimiento se realizó para cada uno de los productos, obteniendo los tamaños de lote presentados en la tabla 21.

Tabla 21

Tamaños de lote óptimos productos Motorlub

Familia	Demanda anual	Tamaño de lote óptimo
Motor	66730	624
Roja calcio	158460	1183
Hidráulico	57600	594
Valvulina 140	22740	377
2t verde	19280	348
Valvulina 250	16890	326
2t rojo	7850	224
Azul calcio	102470	977
Valvulina 90	7080	213
Copas	9430	310
Rodamientos	9580	311
Azul litio	11760	291
Diesel SAE 50	4220	165
Roja litio	8830	254

6.3.4. Cálculo de punto de reorden con inventarios de seguridad. Para el cálculo del inventario de seguridad, se tomó como referencia el modelo de cantidad de periodo fija con inventarios de seguridad, el cual establece un punto de reorden teniendo en cuenta los tiempos de producción, desviación de la demanda y nivel de servicio que determine la empresa. La fórmula utilizada para este cálculo, es la siguiente:

$$R = \bar{d}L + z\sigma_L$$

Donde,

R = Punto de volver a producir unidades.

d = Demanda diaria promedio.

L = Tiempo de producción. (Días)

z = Número de desviaciones estándar para una probabilidad de servicio específica.

σ = Desviación estándar durante el tiempo de producción.

El cálculo de este punto de reorden se realizó para los productos que representan el 80 % de las ventas, que, según el análisis de ventas presentado en el diagnóstico, son los siguientes: aceite motor SAE 50, grasa roja de calcio, aceite hidráulico ISO 68, grasa azul de calcio y valvulina 140. Por otra parte, los productos equivalentes al 20% restante, no tendrán un inventario de seguridad específico y se producirán de acuerdo al comportamiento de la demanda.

Entonces, para calcular el punto de reorden del producto aceite motor SAE 50 en presentación de plano, inicialmente se utilizaron los pronósticos de demanda promedio diaria y la desviación estándar. Siendo para este producto de 161 unidades y una desviación estándar de 49 unidades diarias. Posteriormente, se estableció el nivel de servicio en 99% teniendo en cuenta que la empresa quiere eliminar el incumplimiento con los clientes. Para este nivel de servicio, z tiene el valor de 2,33. En cuanto a los tiempos de producción, fueron tomados del estudio de tiempos realizado en capítulo 5.2. Reemplazando los valores en la ecuación, tenemos que:

$$R_{Motor\ galón} = \bar{d}L + z\sigma_L$$

$$R_{Motor\ galón} = 161 * 1 + 2,33 * 49$$

$$R_{Motor\ galón} = 276\ unidades$$

De la misma manera se realizó para los demás productos. En la tabla 22 se presentan los puntos de reorden para cada producto.

Tabla 22

Punto de reorden por producto

Nombre producto	Punto reorden (Unidades)	Punto reorden (Cajas)
Roja de calcio x 35 lbs	48	48
Azul de calcio x 35 lbs	24	24
Hidráulico iso 68 garrafa x 1/5	18	18
Motorlub 50 x 6/1	85	14
Roja de calcio x 15 lbs	13	13
Azul de calcio x 15 lbs	12	12
Motorlub 50 garrafa x 1/5	12	12
Motorlub 50 plano x 24/1	275	11
Motor 4t 20w50 plano x 24/1	259	11
Hidráulico 68 x 6/1	64	11
Hidráulico iso 68 balde flex pout x	10	10
Hidráulico iso 68 chupo x 24/1	214	9
Valvulina 140 6/1	42	7
Valvulina 140 24/1	164	7

6.4. Estudio de tiempos

6.4.1. Preparación de metodología. Para esta etapa, inicialmente se define la toma de tiempos por presentación del producto, dado que los procedimientos de producción son dependientes de la presentación final de producto y no específicamente el tipo de aceite o grasa que se procesa;

además, se identificó el ciclo de trabajo para cada presentación, el cual es la sucesión de actividades para obtener una (1) unidad de producto.

Dentro de la definición del ciclo de trabajo, se evidenció que la actividad de etiquetado de envases vacíos se realizaba en lotes previo al inicio de la producción. Es decir, que no se podía iniciar la producción sin antes tener todos los envases etiquetados, siendo una actividad que estaba estancando el proceso productivo por no realizarse en línea con las demás actividades.

Es por tal razón, que antes de continuar a la siguiente etapa se corroboró mediante una toma de tiempos preliminar que, para optimizar el proceso, el etiquetado de envases vacíos debería realizarse en línea y no por lotes. Por ejemplo, para la producción de 20 cajas (480 unidades) de aceite motor en la presentación de chupo se deben que etiquetar primero los 480 envases y después comenzar con la producción en línea, como se muestra en la figura 44.

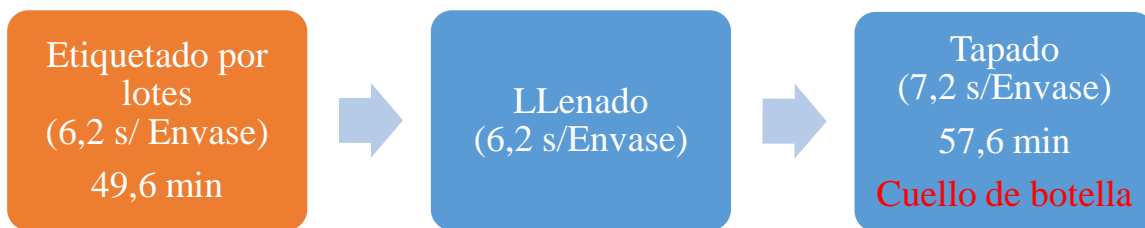


Figura 44. Antiguo procedimiento de producción.

Lo que quiere decir, que para producir 20 cajas de presentación chupo (480 unidades) se requiere esperar 49,6 min mientras etiquetan los envases, y posteriormente 57,6 min llenando y tapando los productos (tiempo dado por la actividad cuello de botella), para un tiempo total de

107,2 minutos. En cambio, pasando de etiquetar por lotes a etiquetar en línea, el tiempo se podría optimizar en un 46,3%, reduciéndolo de 107,2 a 57,6 minutos, como se muestra en la figura 45.

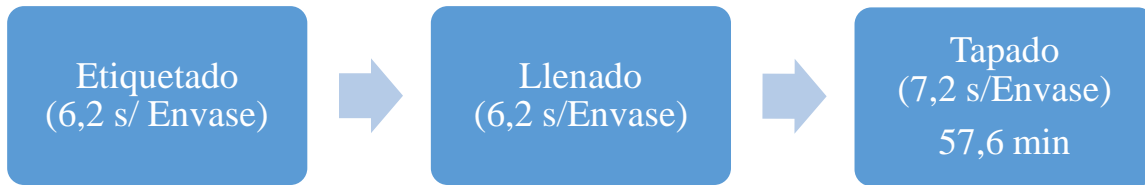


Figura 45. Procedimiento de producción en línea

De acuerdo al anterior análisis, el coordinador estuvo de acuerdo con modificar la configuración de esta actividad, pasando el etiquetado a la producción en línea. Posteriormente, cada ciclo fue descompuesto en diferentes elementos dejando claro para cada uno, el momento de inicio y finalización. Estos fueron clasificados en repetitivos y no repetitivos.

Por otra parte, se realizaron los formatos necesarios para diligenciar los datos para la siguiente etapa. Primeramente, el formato de toma de tiempos de muestra, en el cual serán consignados los tiempos de ocho ciclos de cada presentación, necesario para calcular el número de observaciones. Luego, se desarrolló el formato donde serán tomados los tiempos de cada elemento, así como el factor de normalización para cada ciclo. Dichos formatos, pueden ser observados en la hoja formatos del apéndice P.

6.4.2. Toma de tiempos. Primeramente, se seleccionaron los trabajadores que iban a participar para la toma de tiempos. Para la selección se tuvo en cuenta que fuera un trabajador promedio, es decir, que no fuera el más experto ni el más inexperto. Por ende, los trabajadores seleccionados

fueron tres operarios que llevaban entre 6 meses y 2 años trabajando en la planta, dado que los más experimentados llevaban más de 5 años y los menos un poco más de 15 días.

Una vez seleccionados los trabajadores, se definió que el sistema de medición de tiempos a utilizar sería el acumulativo, dada la funcionalidad del cronómetro de hacer automáticamente las restas entre paradas, y además, se eligió la escala de valoración por porcentajes. Seguidamente, se tomaron los tiempos de ciclo de la premuestra para calcular el número de observaciones o tamaño de la muestra. Es importante tener en cuenta que para la toma de estos tiempos sólo se tuvieron en cuenta los elementos repetitivos para no tener interrupciones entre cada toma. A continuación, se muestran los tiempos de ciclo tomados para la producción de aceite motor en la presentación de chupo.

Proceso productivo Multifiltros	
Premuestra estudio de tiempos - Metodología por cronómetro	
Nombre del proceso:	Proceso productivo
Nombre del presentación:	Chupo
Fecha:	25/12/2018
Nombre del analista:	Jose Jimenez/Andrés Quintanilla
# Premuestra	Tiempo observado (s)
1	20,3
2	19,6
3	20,8
4	21,6
5	17,5
6	22,1
7	18,9
8	20,1

Figura 46. Premuestra presentación chupo

Una vez tomados los tiempos de la premuestra, se procedió a calcular el tamaño de la muestra mediante la siguiente fórmula:

$$N = \frac{(S * t)^2}{e^2}$$

Donde:

S = Desviación estándar de la premuestra

t = Valor para la distribución t-Student a un nivel de confianza y grados de libertad fijados.

e = Margen de error expresado en segundos.

Para este análisis, se fijó un nivel de confianza del 95%, un margen de error del 5% del tiempo promedio de la premuestra y 7 grados de libertad. Los valores de t y S fueron los siguientes:

$$t = 2,365$$

$$S = 1.47 \text{ s}$$

$$e = 1.005625 \text{ s}$$

Remplazando en la fórmula, tenemos que:

$$N = \frac{(1.47 * 2,365)^2}{1.005625^2}$$

$$N = 12.032$$

Entonces, dado que el resultado de N es 12.032, el tamaño de la muestra para los tiempos de producción del aceite motor chupo es de 12. Así mismo fue realizado para las demás presentaciones, con un tamaño de premuestra de 8 observaciones obteniendo los tamaños de muestra para la toma de tiempos que se observa en la tabla 22.

Teniendo el tamaño de la muestra, se procedió con el registro de los datos sin realizar interrupciones para lograr una mejor representatividad de los mismos, y al mismo tiempo, se registraban las valoraciones para cada elemento, es decir, el ritmo del operario. En la figura 47 se pueden evidenciar los tiempos observados, su respectiva valoración y el tiempo normalizado para la presentación chupo.

Los tiempos No repetitivos, al ser procedimientos similares para cada una de las presentaciones, se realizó un muestreo de diez observaciones para el cálculo del tiempo promedio de este elemento, y asignado en cada una de las presentaciones en las que se presenta.

Para el cálculo del tiempo normalizado, se multiplicaron las valoraciones por los tiempos registrados, permitiendo así, calcular el tiempo normalizado promedio para cada elemento. En otras palabras, el tiempo normalizado promedio del elemento 1 es el resultado de sumar todos los tiempos normalizados de este elemento y dividirlo entre el número de observaciones realizadas. (Ver tabla 23).

6.4.1. Análisis de datos. En esta etapa, inicialmente se asignaron los suplementos en porcentajes para cada elemento de acuerdo a las necesidades personales, postura, fuerza requerida, condiciones del ambiente, etc. (Ver figura 47 y tabla 24)

Tabla 23

Cálculo del tamaño de muestra por presentación.

Presentación	Media	S	Nivel de confianza	Grados de libertad	t	Error	N
Chupo	20,11	1,47	0,95	7,00	2,37	1,01	12,03
Pinta	16,40	1,21	0,95	7,00	2,37	0,82	12,26
Cilíndrico	20,11	1,47	0,95	7,00	2,37	1,01	12,03
Plano	20,84	1,54	0,95	7,00	2,37	1,04	12,14
Ranurado	21,10	1,54	0,95	7,00	2,37	1,06	11,86
Galón	37,93	3,39	0,95	7,00	2,37	1,90	17,82
Garrafa	58,71	3,94	0,95	7,00	2,37	2,94	10,09
Tambor	209,59	12,22	0,95	7,00	2,37	8,38	11,88
Balde	51,29	3,72	0,95	7,00	2,37	2,56	11,79
Minibalde	24,13	1,68	0,95	7,00	2,37	1,21	10,89
Tarrina	23,09	1,70	0,95	7,00	2,37	1,15	12,07
Libra	8,89	0,65	0,95	7,00	2,37	0,44	11,93

Tabla 24

Suplementos del ciclo de producción de la presentación chupo

Tipo Suplemento/Elemento	1	2	3	A	B	C	D
Constante	9	9	9	9	9	9	9
De pie	0	2	2	2	2	2	2
Postura anormal	0	0	0	0	0	0	0
Fuerza muscular	0	0	0	0	0	9	30
Iluminación	0	0	0	0	0	0	0
Condiciones atmosféricas	0	0	0	0	0	0	0
Concentración	0	2	0	0	0	0	0
Ruido	0	0	0	0	0	0	0
Tensión mental	0	0	0	0	0	0	0
Monotonía	1	1	1	0	0	0	0
Tedio	2	0	0	0	0	0	0
Total	12	14	12	11	11	20	41

Proceso productivo Multifiltros Estudio de tiempos - Metodología por cronómetro				
Nombre del proceso:	Proceso de aceites		Fecha:	27/12/2017
Nombre del producto:	SAE 50 - Chupo		Hora de inicio:	7:30 a.m.
Nombre del analista:	Jose Jiménez - Andrés Quintanilla		Hora de finalización:	9:20 a.m.
Ciclo	Descripción de elementos	Valoración	Tiempo observado (s)	Tiempo normalizado (s)
1	1	1,0	5,00	5,00
	2	1,0	5,82	5,82
	3	0,9	7,41	6,67
2	1	1,0	6,16	6,16
	2	1,0	5,86	5,86
	3	1,1	5,59	6,15
3	1	1,1	4,96	5,46
	2	1,1	4,81	5,29
	3	1,0	6,26	6,26
4	1	0,9	6,58	5,92
	2	0,9	6,03	5,43
	3	1,1	5,93	6,52
5	1	1,0	4,83	4,83
	2	1,2	4,19	5,03
	3	1,2	5,12	6,14
6	1	1,2	4,16	4,99
	2	1,0	5,07	5,07
	3	1,2	4,81	5,77
7	1	1,0	5,06	5,06
	2	1,2	4,22	5,06
	3	0,9	7,50	6,75
8	1	0,9	6,91	6,22
	2	1,1	4,79	5,27
	3	1,0	6,46	6,46
9	1	1,0	5,79	5,79
	2	1,0	6,12	6,12
	3	1,0	6,59	6,59
10	1	1,0	5,93	5,93
	2	1,2	4,18	5,02
	3	1,0	6,62	6,62
11	1	1,0	5,16	5,16
	2	1,0	5,94	5,94
	3	1,0	5,69	5,69
12	1	1,0	5,37	5,37
	2	1,0	5,04	5,04
	3	1,0	6,87	6,87

Figura 47. Tiempos de la presentación chupo.

De esta manera, se calculó el tiempo asignado para cada elemento, multiplicando el suplemento por el tiempo normalizado promedio. (Ver tabla 25).

Tabla 25

Resumen de tiempos por elemento, presentación chupo

Elemento	Tiempo normalizado promedio (s)	Suplemento (%)	Frecuencia por ciclo (veces/ciclo)	Tiempo asignado (s/ciclo)
1	5,5	12	1,00	6,2
2	5,4	14	1,00	6,2
3	6,4	12	1,00	7,2
A	87,4	11	0,01	0,8
B	27,5	11	0,04	1,3
C	45,2	20	0,01	0,8
D	46,4	41	0,00	0,2

Para los elementos no repetitivos, se calculó la frecuencia de ciclo teniendo en cuenta cada cuanto se realiza esa actividad. Por ejemplo, el elemento A que hace referencia a la actividad de ir por envases a la bodega para ser etiquetados, se realiza cada 125 ciclos o unidades de producción, debido a que cada bolsa posee 125 envases. Entonces, para el cálculo del tiempo asignado de los elementos no repetitivos, se multiplicó el tiempo normalizado del elemento por la frecuencia de ciclo y posteriormente por el porcentaje del suplemento.

Así, el tiempo total de flujo es de 22,7 segundos. Es decir, que para producir una unidad del producto en presentación chupo, se requieren aproximadamente 23 segundos, tiempos útiles para el cálculo de costos en mano de obra.

Por otra parte, por ser un sistema de producción en línea, para determinar la capacidad del proceso fue necesario identificar el tiempo de ciclo dado por los cuellos de botella en cada presentación. Retomando el ejemplo anterior, por ser la actividad con más tiempo asignado (7,2 segundos), el cuello de botella está dado por el elemento 3, que hace referencia al tapado del envase. En la figura 48, se puede observar el diagrama de los elementos repetitivos y la interrelación de los operarios en el tiempo.

Tiempo (s)	Operario 1	Operario 2	Operario 3
2	Etiquetar envase #3 (t= 6,2 s)	Llena envase de producto #2 (t= 6,2 s)	Tapar envase #1 (t= 7,2 s)
4			
6			
8	Etiquetar envase #4 (t= 6,2 s)	Llena envase de producto #3 (t= 6,2 s)	Tapar envase #2 (t= 7,2 s)
10			
12			
14	Etiquetar envase #5 (t= 6,2 s)	Llena envase de producto #4 (t= 6,2 s)	Tapar envase #3 (t= 7,2 s)
16			
18			
20			

Figura 48. Diagrama de actividad múltiple para presentación chupo

Dentro de los 21 segundos representados en la figura anterior, se produjeron tres unidades de SAE - 50 en presentación chupo. Esto conlleva a que los elementos no repetitivos sean realizados por los operarios 1 y 2, lo que establece que el tiempo de ciclo de cada presentación este determinado por el elemento cuello de botella. En el apéndice P se detallan los cálculos descritos en la metodología para todas las presentaciones de los productos de la planta de producción y en la figura 49, se pueden observar los tiempos de flujo, tiempos de ciclo y capacidad del proceso para cada uno de las presentaciones de los productos de aceites y grasas.

Producto		Tiempo de flujo [s/u]	Tiempo de ciclo [s/u]	Capacidad [u/h]	Capacidad [cajas/hora]
Aceites Motorlub	Pinta	20,1	10,5	343	10
	Chupo	22,7	7,2	500	21
	Cilíndrico	25,1	7,7	468	19
	Plano	27,7	7,2	500	21
	Ranurado	26,0	8,1	444	19
	Galón	44,8	12,4	290	48
	Garrafa	69,1	24,5	147	147
	Balde	66,0	29,9	120	120
	Tambor	246,1	154,7	23	23
Maquilado	Tambor	244,5	154,7	23	23
	Balde	66,0	29,9	120	120
	Galón	44,8	17,9	201	34
	Cuarto	26,0	8,1	444	37
Grasas	Tambor	193,6	97,6	37	37
	Balde	44,9	14,3	252	252
	Mini balde	36,6	12,2	295	295
	Tarrina	31,2	8,5	424	35
	Libra	14,1	3,6	1014	21

Figura 49. Capacidades por presentación de producto

Por otra parte, se establecieron los tiempos de alistamiento y producción de las grasas y aceites, los cuales surgen del paso de las bases lubricantes desde los tanques de almacenamiento a los tanques de mezcla, con un flujo de un galón por segundo ó 60 [Gal/Min], y un tiempo de recirculación para la homogenización de la mezcla de quince (15) minutos; como factor en común para los tres procedimientos, el tiempo de alistamiento, medido en diez observaciones, fue de un valor promedio de 30 minutos.

6.4.2. Socialización de resultados. Finalmente, en esta etapa se programó una reunión con el coordinador de producción para socializar los resultados del estudio de tiempos, explicar que representa cada uno de los valores de tiempo de flujo, tiempo de ciclo y capacidades de producción. Y cómo estos permiten verificar la capacidad de producción de la planta, establecer metas y ejercer control sobre el trabajo realizado por los operarios, también cómo son insumo para programar la producción, estimar tiempos de suministro y costos de producción.

6.5. Implementación del MRP mediante herramienta ofimática.

6.5.1. Recolección de la información. Para la recolección de datos, se contactó a la persona encargada del software en Multifiltros para descargar la información. Así, se obtuvieron los datos de 535 artículos entre ellos componentes y productos terminados, cada uno con su nombre y código. Además, se recolectó información de los tiempos de respuesta de cada proveedor, los cuales, se encontraban registrados y establecidos de acuerdo al comportamiento en las órdenes de pedido más recientes.

6.5.2. Construcción Bill of Material. En esta etapa, se llevó a cabo la construcción del Bill of Material en un archivo de Microsoft Excel. Para la consolidación de este archivo se tomaron como base las proporciones y fórmulas consignadas en el manual de procedimientos y el archivo de ventas del año del 2017 con el fin de identificar los productos con los cuales se iba a realizar el ejercicio, ya que muchos de estos están codificados en el software, pero descatalogados o no se volvieron a producir.

Debido a que las cantidades de los componentes para la producción de grasas no siempre son los mismos ya que dependen del criterio del supervisor, se tomaron los registros de materia prima utilizada en producciones anteriores para estimar el consumo promedio por producto y utilizar este cálculo para la construcción del Bill of Material. En la tabla 26 se muestra el resultado del consumo promedio para cada uno de los componentes de acuerdo al tipo de grasa.

Tabla 26

Proporciones de componentes para producción de grasa

Producto	Ácido graso [Kg/Ton de grasa]	Cal [Kg/Ton de grasa]	Soda Caustica [Kg/Ton de grasa]	Colorante [Kg/Ton de grasa]	Base nafténica [Gal/Ton de grasa]
Roja	150	22	0,65	0,15	272
Azul	150	20,83	0,65	0,23	272
Copas	150	22,5	0,65	0	272
Rodamientos	190	0	27	0,03	300

Nota: Resultados de la estandarización de los componentes de cada producto. Elaboración propia

De este análisis resultaron 129 productos de aceites (motor, hidráulico, valvulina, 2T, 4T y formulados) y 50 de grasas (calcio, rodamientos, copas y litio) para un total de 179 productos. El archivo fue construido en Microsoft Excel en un orden descendente. Es decir, si un producto está conformado por 6 componentes, en el archivo deberían estar 6 filas relacionando cada uno de los componentes con el producto final. En la tabla 27 se muestra el ejemplo para el producto Motor SAE 50 en presentación galón.

Lo que quiere decir que el producto Motor SAE 50 en presentación garrafa, requiere de 2,8 galones de base lubricante media y pesada, 6 envases tipo galón gris, 12 etiquetas SAE 50 y una caja de dicha presentación. De esta misma manera se realizó para cada uno de los productos y puede ser observado en la hoja de la herramienta nombrada como BOM del apéndice Q.

Tabla 27

BOM del producto Motor SAE 50 presentación Galón

Código Materiales	Nombre Componente	Cantidad	Unidad	Código Producto	Nombre Producto
11	Base media	2,8	Gal	10040	Motorlub 50 x 6/1
12	Base pesada	2,8	Gal	10040	Motorlub 50 x 6/1
103	Envases gris	galón 6	Unid	10040	Motorlub 50 x 6/1
250	Etiquetas SAE 50 en galón	12	Unid	10040	Motorlub 50 x 6/1
53	Caja Motorlub	galón 1	Unid	10040	Motorlub 50 x 6/1

6.5.3. Construir Plan Maestro de Producción. En esta etapa, se realizó el Plan Maestro de Producción, partiendo del pronóstico realizado en la propuesta anterior. Dado que el pronóstico se realizó por familias de producto en unidades de volumen para aceites (galones) y de masa para las grasas (Kilogramos), para llegar al detalle de las cantidades a producir de cada producto, se asignaron pesos a cada presentación teniendo en cuenta el comportamiento de la demanda de cada referencia.

Por ejemplo, para estimar las cantidades a producir en enero de 2018 del producto Motor SAE 50 en presentación galón, se multiplicó el peso de este producto (30%) por el pronóstico de demanda de enero de la familia Motor SAE 50 (5.120 Gal), así:

$$\text{Cantidad a producir Motor SAE 50 Galón} = 5.120 (30\%) = 1536 \text{ Gal}$$

Lo que quiere decir, que de los 5.120 Gal de Motor SAE 50 que se deben producir en el mes de enero, 1.536 deben ser destinados a la presentación de galón. Luego, para saber a cuantas cajas equivalen, se parte de que cada unidad contiene 0,92 Gal de aceite y cada caja contiene 6 unidades. Entonces el número de unidades a producir de este producto en el mes de enero de 2018 es:

$$\text{Unidades a producir Motor SAE 50 galón} = \frac{1.536 \text{ Gal}}{0,92 \frac{\text{Gal}}{\text{Unidad}} * 6 \frac{\text{Unidades}}{\text{Caja}}}$$

$$\text{Unidades a producir Motor SAE 50 galón} = 278 \text{ Cajas}$$

Una vez obtenido la cantidad de unidades a producir en el mes de enero, se obtuvo el número de unidades a producir en cada uno de los lotes. Es decir, para la familia de producto Motor SAE 50, se estableció un tamaño de lote de 624 Gal y teniendo en cuenta que la demanda de enero son 5.120 Gal, se deben realizar 9 lotes distribuidos en el mes. Por lo tanto, de cada lote de Motor SAE 50 se deben producir 31 cajas en presentación de galón.

Este mismo ejercicio fue configurado en la herramienta para cada uno de los productos, permitiendo obtener el número de unidades a producir de cada referencia en cada una de las semanas de forma automática, entrada necesaria para poder realizar la planeación de requerimiento de materiales. En la tabla 28 se puede observar el plan maestro de producción del mes de enero para la familia de producto Motor SAE 50.

6.5.1. Levantamiento de inventario. Para esta etapa, inicialmente se programó una reunión con el técnico de Wimax en las oficinas de la empresa, la cual tuvo como objetivo plantear la necesidad, explicando la problemática de inventarios que tenía Multifiltros y así, dar a entender

por qué era necesario tomar medidas para garantizar que la información consignada en el software fuera verídica.

Tabla 28

Plan maestro de producción enero 2018 para el producto Motor SAE 50

Código	Fecha número	Pronóstico	#Lotes	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4
10030	Motorlub 50 x 55 glns	9	9	3	3	3	0
10035	Motorlub 50 garrafa x 1/5	199	9	69	69	69	0
10036	Motorlub 50 balde flex pout x 1/5	62	9	21	21	21	0
10040	Motorlub 50 x 6/1	278	9	93	93	93	0
10045	Motorlub 50 chupox24/1	124	9	42	42	42	0
10055	Motorlub 50 plano x 24/1	181	9	63	63	63	0
10056	Motorlub 50 cilíndrico x 24/1	58	9	21	21	21	0

La solución dada por el técnico fue utilizar el módulo de producción, el cual sirve para ingresar las composiciones de cada uno de los productos, de tal manera que cuando haya salida de productos, el software no solo descuenta las unidades de producto, sino también, las unidades de los componentes utilizados para cada producto.

Por otra parte, dado que en la planta solo se podía ingresar al software en modo consulta, se habilitó un servidor para el equipo del coordinador para que pudiera editar y emitir informes. De esta manera, el sistema de información quedó habilitado para trabajar desde la planta.

Seguido de esto, se eliminó información desactualizada, es decir, referencias de productos descatalogados o duplicados y materias primas que ya no son utilizadas o fueron remplazadas por otras referencias. Además, dado que la información consignada en el software no era confiable, se eliminaron los valores de inventario que había para cada uno de los componentes, materias primas y productos terminados. Posteriormente, se crearon registros para los productos en proceso, como lo son el aceite motor, 2T, valvulina, hidráulico, etc., ya que anteriormente no se tenían contemplados en el software.

Antes de iniciar con el ingreso de datos, se verificó que los componentes, materias primas y demás, estuvieran en las unidades adecuadas. Por ejemplo, para el caso de la base parafínica media, la unidad de medida estaba en "unidades", por lo que se cambió a "galones", ya que esta es la unidad utilizada para esta materia prima en el momento de comprar, producir y costear. (Ver figura 50)

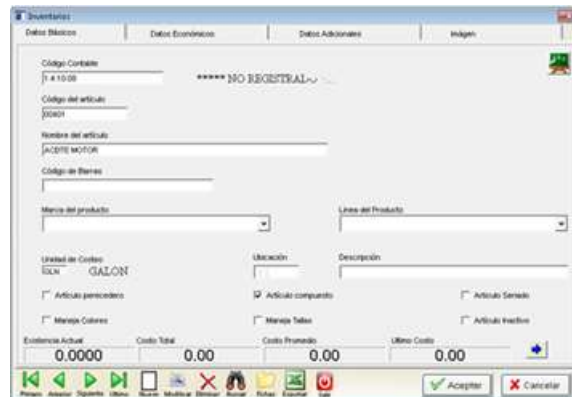


Figura 50. Registro de productos en proceso de aceites

Una vez depurado el sistema, se dio inicio al ingreso de datos referentes a las composiciones de los 129 productos identificados en la primera etapa. Por ejemplo, el producto Motorlub 50 en presentación garrafa, está compuesto por 4,7 galones de aceite motor, un envase de presentación garrafa y dos etiquetas. Lo cual, significa que este producto está compuesto de 2,35 galones de base nafténica pesada y 2,35 galones de base nafténica media, componentes del aceite motor.

Bd	Código Artículo	Und	Cantidad	Und	Cantidad	Recargo	Contaje	Cpt
BP	00003	UND	1,00000000		0,00000000	0,000		N
BP	000250	UND	2,00000000		0,00000000	0,000		N
BP	00401	GLN	4,70000000		0,00000000	0,000		S

Figura 51. BOM del producto SAE 50 Garrafa en el Software Wimax

Después de haber ingresado las composiciones de cada uno de los productos, se procedió a realizar el conteo físico del inventario con la ayuda de todos los operarios; esto, con el fin de obtener las cantidades de inventario reales de cada componente y producto. Una vez obtenidos los valores de inventario, fueron cargados al sistema de información.

Dado que los valores de inventario siempre estarán en el sistema de información, será necesario que cada vez que se desee realizar la planeación de requerimiento de materiales de un determinado periodo, estos sean actualizados en la herramienta con la información que presente el software.

6.5.2. Integración y finalización de la herramienta ofimática. Para el desarrollo de esta etapa, inicialmente se integraron todos los archivos realizados anteriormente: base de datos, Bill of Material y el Plan Maestro de producción. Una vez integrados los archivos, se relacionaron mediante el código para garantizar la unicidad de cada artículo.

Posteriormente, se comenzó a trabajar en la explosión de materiales, es decir, las cantidades de cada uno de los componentes necesarios para cumplir con el Plan Maestro de Producción. Para esto, se relacionaron los datos del plan maestro de producción y el Bill of Material mediante la función de Excel Buscar V. Después, con herramienta de tablas dinámicas, se consolidó la información de las cantidades necesarias para cada uno de los componentes en las diferentes semanas. Como se muestra en la tabla 29 para algunos de los componentes.

Tabla 29

Necesidades brutas de componentes

Nombre del componente	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4
Ácido graso de palma	1523	1329	1101	582
Base media	4624	4100	3397	1055
Base parafinica media	2962	2443	2360	0
Base pesada	2712	2408	1815	0
Caja 12/2 grasa	36	36	32	0
Caja 48/1 grasa	61	61	53	40
Envases Galon Gris	1794	1782	1452	0
Env.35lb Motorlub (Grasa)	292	292	277	187

Nota: Resultado del plan maestro de producción. Elaboración propia

Seguido de esto, se creó la hoja llamada MRP, la cual integra en una gran tabla los diferentes componentes, proveedores, lead time, inventario final, necesidades brutas, necesidades netas, cantidades de orden de pedido por proveedor y la fecha en la que se debe realizar la orden de compra para cumplir con el Plan maestro de producción. Finalmente, para consolidar la información plasmada en la hoja MRP, se creó otra hoja con el nombre de Resultados, en la cual, con el uso de la herramienta de tablas dinámicas, se resumen las cantidades necesarias a ordenar de cada componente, al proveedor que se le debe comprar, y la fecha en la que se debe realizar la orden de compra. En la figura 52 se muestra el resultado para la semana 2.

Como se puede observar en la figura anterior, para cumplir con el plan maestro de producción en la semana 2, al 28 de diciembre de 2017 se debe solicitar al proveedor Importex 5000 galones de base parafínica media y 5000 galones de base pesada, y así sucesivamente para los demás materiales con cada uno de los proveedores. Se crearon 4 tablas idénticas, una para cada semana del mes.

Suma de Cantidad Orden de Compra S2	Fecha Orden					
Etiquetas de fila	28-dic-17	29-dic-17	31-dic-17	1-ene-18	2-ene-18	4-ene-18
Asesores Impresores	5000	40000				
Cartones de america				500		
Dismaprin						20000
SODA CAUSTICA						20000
Famoplast		26000				
Importex	10000	3000				
BASE PARAFINICA MEDIA	5000					
BASE PESADA	5000					
M.P. 2T FB X A GRANEL		1000				
M.P. ATF DX II X A GRANEL		1000				
M.P. CF/SF 50 X A GRANEL		1000				
Mesa hermanos		5000				
Promical			500000			
CAL INDUSTRIAL TIPO E			500000			
Saceites					2000	
ACIDO GRASO DE PALMA					2000	

Figura 52. Resumen de órdenes de compra.

6.5.3. Capacitación y arranque. En esta última etapa, se realizó inicialmente una reunión con el Gerente y Coordinador de producción, con el fin de socializar en qué consistía la herramienta y las ventajas que le traerían a la empresa su uso continuo. Como respuesta, el Gerente aceptó de muy buena manera la herramienta, avalando su utilización para la planeación de requerimiento de materiales. Finalmente, se realizó una capacitación al Coordinador para garantizar el correcto uso de la herramienta.

6.6. Documentación del proceso productivo.

6.6.1. Delimitación alcance de cada procedimiento. En esta etapa inicial, se delimitó el alcance del proceso productivo y de cada uno de los procedimientos que lo conforman mediante entrevistas, análisis de roles, responsabilidades e interrelación con otras áreas. Para la delimitación, se respondieron las preguntas de ¿Cuál es el procedimiento que se va a analizar?, ¿Dónde inicia?, ¿Dónde termina?, permitiendo así identificar el objetivo de estudio que posteriormente sería analizado.

Dicho lo anterior, el alcance del proceso productivo inicia en el momento en que entran los datos de la demanda proyectada a satisfacer en determinado periodo, hasta que el producto está terminado, empacado y listo para ser trasladado a la bodega.

Por otra parte, para los procedimientos de producción de aceite, grasa y maquilado inician en el momento en que se realiza el alistamiento y mezcla de las materias primas base hasta que el producto está en su empaque final, listo para ser trasladado a la bodega principal.

6.6.2. Recolección de información. Esta etapa consistió en la recolección de información relevante para la construcción del manual de procedimientos. Se revisaron diversas fuentes, entre las que se destacan archivos manejados por el coordinador de producción como lo son las órdenes de producción, reportes de producción, condiciones de envase y proporciones de algunos productos. Por otra parte, se recolectó información mediante observación y entrevistas a los trabajadores sobre la metodología utilizada para cada uno de los procedimientos, la cual fue entrada para el análisis y construcción de los mismos.

6.6.3. Diseño y construcción del manual. En esta etapa, inicialmente se diseñó la estructura del manual de tal manera que fuera de fácil entendimiento, con el contenido necesario y secuencia lógica adecuada. Seguido de esto, se desarrolló el manual partiendo de la información recolectada, actividades analizadas y secuencia lógica para cada uno de los procedimientos. Detallando para cada uno el alcance, las materias primas utilizadas, descripción de las actividades, diagrama de flujo, proporciones de mezcla y las condiciones de envasado. Para ver en su totalidad, puede ser encontrado en el apéndice R.

6.6.4. Aprobación y capacitación. Finalizada la construcción del manual de procedimientos, éste pasó por la revisión del coordinador de producción, quien validó la información y procedimientos y dio un aval positivo al mismo; con esto se realizó una jornada de capacitación y difusión del manual, junto con el manual de funciones, a los demás funcionarios de la planta, para corregir algunos procedimientos y que estos fuesen aplicados de la manera adecuada. Así mismo se realizó seguimiento y control en acompañamiento y dirección del coordinador sobre los

operarios para garantizar el empoderamiento de los mismos en los procedimientos correctos de producción.

7. Sistema de indicadores

Se identificó que en la planta de producción, además de la ausencia de una planeación de la producción, no se contaba con un sistema de indicadores o cualquier tipo de medición del trabajo que se realiza en la misma, que permita evidenciar si se están alcanzando las metas planteadas, si los procesos cumplen con lo requerido y con los objetivos de la planta, y que permitan identificar falencias o puntos de mejora dentro del proceso, siendo los sistemas de indicadores una herramienta importante para la gestión y el seguimiento de los procesos.

Razones por las cuales se hace necesario establecer un listado de indicadores que permita realizar seguimiento a los procesos productivos de la planta, a la efectividad de la programación de la producción y la gestión de los inventarios de la planta de producción, entre otros, los cuales tendrán como objetivo medir los procesos críticos de la empresa, y hacer uso de los mismo como herramienta para la detección de problemas, oportunidades de mejora y toma de decisiones por parte del coordinador de planta.

7.1. Diseño y formulación de indicadores.

Durante el desarrollo del diagnóstico de la planta, presentado en el capítulo 3, y la formulación del problema, se evidenciaron cuáles eran los factores que afectan de manera negativa las operaciones de la empresa. Partiendo de esta información, se definen los aspectos, tabla 30, sobre los cuales se debía ejercer control y serían tomados en cuenta para la formulación de cada uno de los indicadores.

Tabla 30 Elementos para la formulación de indicadores

Elementos para la formulación de indicadores

Factores para la formulación de los indicadores
<ul style="list-style-type: none"> • Devoluciones de productos • Cumplimiento de la producción • Entregas a tiempo • Tiempos de producción

7.2. Construcción de los indicadores.

A continuación, se describen los indicadores planteados para el control del proceso productivo. Se determina para cada indicador: Nombre, objetivo del indicador, fórmula, unidad, periodicidad, origen de la información y responsable de la medición y retroalimentación del indicador.

7.2.1. Indicador de devoluciones de productos. Con este indicador se busca realizar seguimiento sobre la cantidad de devoluciones por producto defectuoso se realizan a la planta de manera mensual, con el fin de evidenciar con qué frecuencia productos con defectos no son

identificados durante el proceso productivo, y conllevan a reprocesos y desperdicios de materias primas y productos que se ven afectados por el mismo. Los parámetros para la construcción del indicador y obtención de los datos para medición del mismo, así como su meta y responsables.


		Devoluciones por Producto Defectuoso	
Objetivo	Evaluar la calidad de los productos despachados desde la planta al área de bodegas		
Cálculo	$\frac{\sum \text{Unidades devueltas por defectos}}{\text{Total de unidades producidas}} * 100$		
Meta	≤ 1%	Periodicidad	Mensual
Información Necesaria	Reporte de producción Formatos de devoluciones de mercancía.		
Responsable	Coordinador de Producción		

Figura 53. Ficha técnica del indicador de devoluciones

Este indicador sirve de insumo para identificar que materias primas requieren de un seguimiento y rectificación de calidad más exhaustiva, así mismo para realizar los respectivos reportes de materias primas defectuosas a los proveedores, para así asegurar un mejor servicio por parte de estos a la empresa.

7.2.2. Indicador de eficacia de la producción. Este indicador busca dar seguimiento al cumplimiento de las unidades producidas con respecto a la programación de la producción, con un seguimiento mensual que permita calcular la eficacia en la producción y el cumplimiento de la meta mensual de la planta de producción, así como la respuesta a tiempo a las órdenes de producción y los requisitos de los clientes e inventarios de seguridad. Los resultados de este

indicador, servirán como insumo para evaluar la eficacia de la producción, identificar mejoras en la programación de la producción y asignación de cargas en los operarios, con el fin de cumplir con el plan mensual y dar entrega oportuna a los clientes.


 Eficacia de la producción				
Objetivo	Calcular el nivel de cumplimiento de las unidades programadas.			
Cálculo	$\left(\frac{\text{Unidades producidas en el mes}}{\text{Unidades programadas en el mes}} \right) * 100$			
Meta	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;">≥ 90%</td> <td style="width: 25%;">Periodicidad</td> <td style="width: 25%;">Mensual</td> </tr> </table>	≥ 90%	Periodicidad	Mensual
≥ 90%	Periodicidad	Mensual		
Información Necesaria	Informe de cantidades requeridas en la producción Registro de cantidades reales consumidas en la producción			
Responsable	Coordinador de Producción			

Figura 54. Ficha técnica del indicador de eficacia de la producción

7.2.3. Indicador de entregas a tiempo. Este indicador busca determinar el nivel de entregas a tiempo, porcentaje de pedidos que fueron entregados dentro de lo acordado a los clientes de manera semanal, para la construcción de este indicador se hace necesaria la revisión de las órdenes de producción y el reporte semanal, en donde se observa el total de entregas realizadas en el mes y las entregas que se realizan dentro del tiempo acordado.

Este indicador permitirá evidenciar la capacidad de respuesta de la planta de producción a la programación y pedidos de los clientes, así mismo como identificar si los tiempos de entrega establecidos a los clientes están siendo acertados y cercanos a la capacidad de producción real de la planta, o requieren ser replanteados para disminuir la insatisfacción de los clientes.


 Entregas a tiempo				
Objetivo	Calcular el nivel de respuesta/cumplimiento que tiene la empresa frente a las necesidades del cliente.			
Cálculo	$\left(\frac{\text{Entregas a tiempo}}{\text{Total de entregas}} \right) * 100$			
Meta	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;">≥ 95%</td> <td style="width: 25%;">Periodicidad</td> <td style="width: 25%;">Mensual</td> </tr> </table>	≥ 95%	Periodicidad	Mensual
≥ 95%	Periodicidad	Mensual		
Información Necesaria	Ordenes de producción con fechas de entrega Reportes de producción			
Responsable	Producción y Ventas			

Figura 55. Ficha técnica del indicador de entregas a tiempo

7.2.4. Indicador de cumplimiento de tiempos. Con este indicador se busca medir el nivel de eficiencia de los operarios en la producción, dado como insumo los resultados obtenidos por la estandarización de los procesos y posterior estudio de tiempos realizado en el capítulo, se calculó la capacidad de producción estándar de cada una de las líneas de producción en sus diferentes presentaciones.


 Cumplimiento de tiempos de producción				
Objetivo	Medir el nivel de eficiencia de los operarios de acuerdo a los tiempos predeterminados de producción			
Cálculo	$\left(\frac{\text{Unidades de producción} / \text{Horas de producción}}{\text{Capacidad Teórica}} \right) * 100$			
Meta	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;">≥ 95%</td> <td style="width: 25%;">Periodicidad</td> <td style="width: 25%;">Diario / Mensual</td> </tr> </table>	≥ 95%	Periodicidad	Diario / Mensual
≥ 95%	Periodicidad	Diario / Mensual		
Información Necesaria	Reporte de tiempos de la orden de producción			
Responsable	Operarios y Coordinador de Planta			

Figura 56. Ficha técnica del indicador de cumplimiento de tiempos de producción

El seguimiento de este indicador permitirá llevar un control sobre los tiempos de producción, identificar tiempo ocioso por parte de los operarios, incumplimientos con los tiempos estándares de producción, y así mismo evidenciar una mejoría en el ritmo de trabajo de los operarios, si están cumpliendo con el tiempo objetivo y mejorías en la producción.

7.3. Herramienta de seguimiento y control

Dada la construcción de los indicadores, bajo la supervisión del tutor y posterior aprobación de la gerencia, se procede a la estructuración del formato de registro de la información, que alimentará el cuadro de control de los indicadores.

La coordinación de producción carece de un formato de registro de la producción diaria realizada en la planta, así mismo como del registro de devoluciones y entregas de productos de manera centralizada, dichos formatos reposan como documentos independientes, en el caso de las entregas de productos o despachos de los mismos se genera una orden de entrega con el detalle de los productos e insumos consumidos durante la producción, y en el caso de las devoluciones se genera un reporte de los envases defectuosos e insumos desperdiciados a causa de los mismos al proveedor, quien responde en especie y dinero por estos, sin llevar registro histórico de estas devoluciones.

Por las mencionadas razones se diseña un formato de registro de las actividades de la producción de la planta, apéndice S, el cual consolida la información de los productos producidos

diariamente, así mismo como el registro de las entregas realizada y las devoluciones a planta de productos defectuosos, obteniendo así la información requerida para alimentar los indicadores propuestos, y obtener un registro histórico de las actividades realizadas en la planta de producción. Este mismo formato permite visualizar el comportamiento de los indicadores mes a mes, ver figura 57, para servir como insumo para la toma de decisiones y evaluación de la productividad de los procesos de producción y el cumplimiento de la meta de la planta.


		INDICADORES	
MES	ENERO		
Devoluciones por producto defectuoso			
	Meta	Resultado	
	≤ 1%	0,969%	
Entregas a tiempo			
	Meta	Resultado	
	≥ 95%	85,71%	
Cumplimiento de tiempos de producción			
	Meta	Resultado	
	≥ 95%	96,53%	
Eficacia en la producción			
	Meta	Resultado	
	≥ 90%	87,50%	

Figura 57. Formato de visualización de indicadores

7.4. Resultado de la implementación.

Para evaluar la efectividad de las mejoras sobre el incumplimiento de las órdenes de pedido por productos producidos en Multifiltros Limitada, como uno de los principales problemas identificados, se realizó nuevamente un análisis de los incumplimientos en los pedidos a causa de: *No hay insumos para producir en planta*, de los primeros cuatro meses del año 2018, periodo durante el cual se implementaron las mejoras.

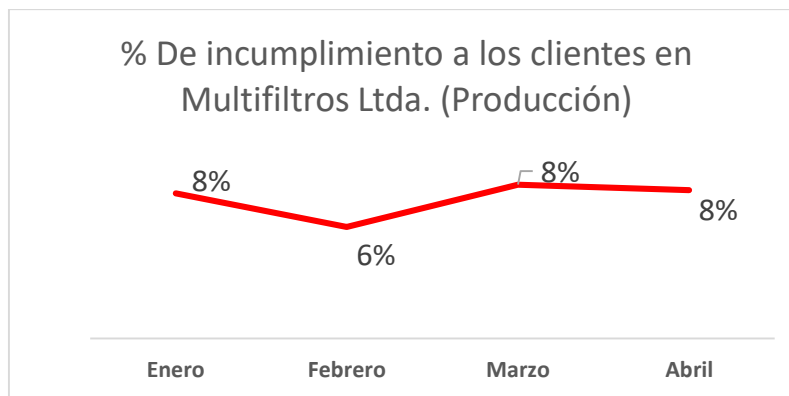


Figura 58. Porcentaje de incumplimiento en las órdenes de pedido por productos producidos en Multifiltros Ltda 2018.

Se ha evidenciado que los niveles de incumplimientos por faltantes de productos en la planta han disminuido, ver apéndice T, en relación al comportamiento del año anterior, trayendo consecuencias positivas; el personal de ventas manifestó mayor satisfacción por parte de los clientes con el servicio prestado en la entrega de productos producidos por la empresa, debido a mayor disponibilidad inmediata de los productos y cumplimiento con la promesa de entrega de los productos, reflejo de la mejoría en la planeación y programación de la producción y el control de los tiempos de entrega a los cliente con base en el conocimiento de los tiempos de producción de la planta.

8. Conclusiones

El desarrollo del diagnóstico fue fundamental para identificar las diferentes oportunidades de mejora del proceso productivo, las cuales fueron la base para la construcción e implementación de las propuestas. Obteniendo como resultado, mejoras enfocadas a la mitigación de los principales problemas encontrados.

Gracias a la implementación del programa de 5's, se logró transmitir la importancia del orden y limpieza en la planta de producción. La liberación de espacios por la eliminación de muchos objetos que no se utilizaban mejoró el bienestar y ambiente laboral de los trabajadores. El cumplimiento de las políticas generadas, permitió crear una cultura de mantener las áreas comunes y los puestos de trabajo ordenados y limpios.

Desarrollar el pronóstico de demanda, permitió establecer una visión a corto plazo del comportamiento de las ventas para cada producto, el cual, resulta una herramienta fundamental para la toma de decisiones, programar la producción, y mitigar los incumplimientos a los clientes.

A partir del cálculo de los tamaños óptimos de lote, se logró brindar una herramienta para la planeación y programación de la producción garantizando el aprovechamiento óptimo de los recursos y reduciendo costos de inventario.

Realizar el estudio de tiempos permitió establecer los tiempos de fabricación, flujo de producción y la capacidad de producción para cada producto. Brindando así, una herramienta clave para la programación de la producción, estimación de tiempos de respuesta al cliente y una referencia para medir la productividad de la planta.

La implementación del MRP mediante la construcción de la herramienta ofimática, permitió establecer las necesidades netas de los componentes para cada periodo teniendo en cuenta los niveles de inventario y de acuerdo a un plan maestro de producción. Además, de arrojar las fechas en las cuales se deben emitir las órdenes de compra para cumplir con dicho plan.

El sistema de indicadores fue diseñado con el fin de medir el desempeño del proceso productivo y de las mejoras implementadas. Para facilitar su medición, se creó una herramienta que consolida la información y facilita los cálculos. No obstante, el éxito de este sistema dependerá de la disciplina en el cargue constante de la información, del cumplimiento de las frecuencias de medición y del seguimiento que se le realice a cada indicador.

9. Recomendaciones

Realizar periódicamente auditorías internas a los diferentes procesos de producción con el fin de verificar el cumplimiento de los procedimientos establecidos, para garantizar la estandarización de los procesos y cumplimiento de los tiempos de producción.

Dada la identificación de las devoluciones de productos por defectos en los envases, se recomienda realizar especial control sobre la calidad de estos, así mismo como realizar la búsqueda de otros proveedores que brinden un mejor servicio tanto en calidad de producto como en tiempos de entrega.

Teniendo en cuentas las paradas en la producción ocasionadas por los daños de maquinaria, se recomienda crear un programa de mantenimiento preventivo que permita la detección de posibles fallas de la maquinaria y mejorar el estado de la misma, y así disminuir las paradas repentinas en la producción y mayores gastos en un mantenimiento correctivo.

Para mantener la cultura 5S's en la planta, es necesario el compromiso de todos los funcionarios de la planta de producción manteniendo las instalaciones en condiciones de orden y limpieza aceptables, por lo cual se recomienda llevar controles regulares del cumplimiento de estos dos factores y la realización contante de jornadas de aseo y orden exhaustivas.

Con el fin de mejorar el ambiente laboral y el trabajo de los operarios, dado que conocen los incentivos que poseen el personal de ventas y el operario principal de producción de grasas, se recomienda evaluar el sistema de compensación de los operarios de la planta y crear un programa de incentivos que motive el personal al cumplimiento de las metas de producción de la empresa.

Debe garantizarse el registro de las actividades de la planta de producción para alimentar el sistema de indicadores de manera frecuente y permita ser una herramienta de apoyo continuo en los procesos abordados.

Referencias Bibliográficas

(s.f.).

Alvarez Torres, M. (1996). *Manual para elaborar manuales de políticas y procedimientos*. Panorama.

Arias Gaona, D. M. (2014). *Mejoramiento del proceso productivo de la empresa Amado Impresores S.A.S*. Bucaramanga.

Berenson, M., & Levine, D. (1996). *Estadística básica en administración: Conceptos y aplicaciones*.

Chase, R., Jacobs, R., & Aquilano, N. (2009). *Administración de Operaciones*. McGrawHill.

Domínguez Bocanegra, G. (2016). *Didáctica y aplicación de la administración de operaciones contaduría y administración*.

Guerra Valverde, Y. (2014). *Modelos y sistemas de inventarios*.

Harrington, J. (1992). *Mejoramiento de proceso de la empresa*. Bogotá: McGRAW-Hill.

Krajewski, L., Ritzman, L., & Malhotra, M. (2008). *Administración de operaciones*. México: Pearson Educación.

Meyers, F. (2000). *Estudios de tiempos y movimientos*. Pearson Educación.

Mora García, L. A. (2012). *Indicadores de la gestión logística*. Bogotá: Ecoe Ediciones.

Ortiz, N. R. (1999). *Análisis y mejoramiento de los procesos de la empresa*. . Bucaramanga: Universidad industrial de Santander.

Palacios Acero, L. C. (2016). *Ingeniería de métodos, movimientos y tiempos*. Bogotá: Ecoe Ediciones.

Quiroga, M., & Silva, D. (2016). *Propuesta metodológica para estimar los costos de modelo de inventario con demanda independiente y ordenes repetitivas*. Bucaramanga.

Render, B., & Heizer, J. (1996). *Principios de administracion de operaciones*. Ciudad de Mexico: Pearson Educación.

Rey, F. (2005). *Las 5S: Orden y limpieza en el trabajo*. FC editorial.

Salgueiro, A. (2015). *Indicadores de gestión y cuadros de mando*. España: Ediciones Diaz de Santos.

Serrano Gomez, L., & Ortiz Pimiento, N. R. (2012). Una revisión de los modelos con enfoque en el rediseño. *Elsevier*, 22.