

**DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UNA METODOLOGIA PARA LA
PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION EN INDUSTRIA DE
CAUCHOS RECORD LTDA.**

HENRY MAURICIO CALDERON BARAJAS

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO MECANICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES
BUCARAMANGA
2008**

**DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UNA METODOLOGIA PARA LA
PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION EN INDUSTRIA DE
CAUCHOS RECORD LTDA.**

HENRY MAURICIO CALDERON BARAJAS

**Trabajo de grado modalidad practica empresarial presentado como requisito
para optar al titulo de ingeniero industrial.**

**Director
Javier Eduardo Arias Osorio.
Ingeniero de Sistemas.**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO MECANICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES
BUCARAMANGA
2008**

*A Dios que me brindo La posibilidad de
Formarme en esta gran Universidad.*

A mis padres por su cariño y apoyo.

Agradezco de manera especial al señor Carlos Pérez Jiménez por brindarme la posibilidad de desarrollar el proyecto en Industria de Cauchos Record, y a todo su personal productivo.

Y a mis grandes amigos Ing. Omar Rojas Duran e Ing. German Osma Pinto por su Colaboración en la culminación de este proyecto.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	1
1. GENERALIDADES DEL PROYECTO	3
1.1 TITULO.	3
1.2 AUTOR.	3
1.3 EMPRESA.	3
1.4 ALCANCE.	3
1.5 OBJETIVO GENERAL.	3
1.6 OBJETIVOS ESPECIFICOS.	4
2. DESARROLLO METODOLOGICO	8
3. IDENTIFICACION DE LA EMPRESA	13
3.1 DESCRIPCION DE LA EMPRESA	13
3.2 OBJETO SOCIAL	13
3.3 MISION	13
3.4 VISION	14
3.5 POLITICA DE CALIDAD	14
3.6 OBJETIVOS DE CALIDAD	15
3.7 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL	15
3.8 PRODUCTOS.	18
3.9 ASPECTOS DEL MERCADO	20
3.9.1 Consumidores	21
3.9.2 Clientes	21
3.9.3 Canales de distribución	21
3.9.4 Comportamiento de las ventas por zonas	22
3.9.5 Proveedores.	24
3.9.6. Pedidos	26

3.9.7. Nivel de cumplimiento de los proveedores	27
3.10 OBJETIVOS DE LA EMPRESA	27
3.10.1 Objetivos administrativos	28
3.10.2 Objetivos Comerciales	28
3.11 POLITICAS DE LA EMPRESA	29
3.11.1 Políticas de ventas	29
3.11.2 Política de entrega	29
4. DESCRIPCION DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS DE INDUSTRIA DE CAUCHOS RECORD	31
4.1 Mecanizado	32
4.2 Troquelado	35
4.3 Tratamientos Químicos	37
4.4 Pesaje y Molienda del caucho	39
4.5 Tratamientos Térmicos	40
4.6 Ensamble o Vulcanizado	41
5. PRODUCTOS PERTENECIENTES A LA METODOLOGIA PARA LA PLANEACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION EN INDUSTRIA DE CAUCHOS RECORD	43
6. ESTANDARIZACIÓN DE PROCEDIMIENTOS EN EL PROCESO PRODUCTIVO	46
6.1 Mecanizado	47
6.2 Tratamientos Químicos	48
6.3 Tratamientos Térmicos	49
6.4 Troquelado	49
6.5 Ensamble o Vulcanizado	50
7. SISTEMA ACTUAL DE PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN	53
7.1 DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS DE APOYO.	56
7.1.1 Compra de la materia prima	57
7.1.2 Venta y Despacho de los productos	61
8. MEDICION DEL TRABAJO EN EL PROCESO PRODUCTIVO	64

8.1 GENERALIDADES:	64
8.2 METODOLOGIA	66
8.3 ESTUDIO DE TIEMPOS	68
8.3.1 Requerimientos	68
8.3.2 Desarrollo del estudio	69
8.4 ESTANDARIZACION DE PARAMETROS DE OPERACIÓN DE MAQUINAS Y/O EQUIPOS	80
8.4.1. Análisis de varianza de un factor – ANOVA - (Desengrase-Decapado-Fosfetizado)	83
8.5 CONCLUSIONES DEL ESTUDIO.	87
9. ADMINISTRACION DE LA DEMANDA	91
9.1 GENERALIDADES	91
9.1.1 Tipos de pronósticos	92
9.1.2 Selección del Método de Pronostico.	92
9.1.3 Pasos a seguir en el pronóstico.	93
9.2 DESCRIPCION DE LA TECNICA	95
9.2.1 Descripción del análisis	98
9.2.2.1 Resultados para el Soporte Motor Kodiak 3116. Ref: 15624948	106
9.3. Conclusiones del estudio	108
9.4. TECNICA EMPLEADA PARA EL PRONÓSTICO.	111
9.4.1. Tendencia	112
9.4.2 Ciclicidad	116
9.4.3. Estacionalidad	116
9.4.4. Error Aleatorio	116
9.5. MODELO DE PRONÓSTICO GENERAL	116
9.5.1 Suavización Exponencial	117
9.6. CONCLUSIONES	121
10. MODELO DE INVENTARIOS.	123
10.1 GENERALIDADES	123
10.2 OBJETIVOS DEL ESTUDIO.	124

10.2.1 Objetivo General.	124
10.2.2. Objetivos Específicos	125
10.3 Clasificación de la Materia Prima.	125
10.4 FORMULACION DEL MODELO	137
10.4.1. Consideraciones del modelo	138
10.4.2. Metodología para el cálculo de los inventarios.	139
11. PLAN MAESTRO DE PRODUCCION.	147
11.1 GENERALIDADES.	147
11.2 NECESIDAD DE LA PLANEACION.	148
11.3 CONSIDERACIONES A TENER EN CUENTA.	148
11.4. DESARROLLO DEL PLAN MAESTRO	151
11.5 CONCLUSIONES.	156
12. HERRAMIENTA INFORMATICA.	158
12.1 GENERALIDADES.	158
12.2 MENU PRINCIPAL.	159
12.3 MODO INGRESAR DATOS.	160
12.4 MODO PRONÓSTICO DE LA DEMANDA.	161
12.5 MODO INVENTARIOS Y PLAN MAESTRO DE PRODUCCION	162
13. CONCLUSIONES.	171
BIBLIOGRAFIA.	173

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla No 1: Distribución del personal por área, turno, y horario de trabajo	16
Tabla 2. Ventas y participación porcentual de cada zona geográfica	23
Tabla 3. Descripción de proveedores.	25
Tabla 4. Productos que conforman la metodología.	45
Tabla 5. Clasificación de cada producto con sus respectivos procesos.	51
Tabla 6. Tipos de tubería utilizados por la empresa.	57
Tabla 7. Tipos de varilla utilizados por la empresa	58
Tabla 8. Tipos de tramos de acero utilizados por la empresa	60
Tabla 9. Operarios elegidos para el estudio de tiempos por cronometro.	70
Tabla 10. Relación porcentual del desempeño de un operario.	75
Tabla 11. Suplementos asignados por Área de trabajo.	78
Tabla 12. Componentes que requieren del tratamiento químico. Zincado.	81
Tabla 13. Tiempo empleado en cada uno de los tratamientos químicos (Desengrase-Decapado-Fosfetizado).	84
Tabla 14. ANOVA	85
Tabla 15. Tiempo de ejecución y capacidad de transformación.	86
Tabla 16. Demanda de cada uno de los productos pertenecientes a la metodología durante los años 2006 - 2007	96
Tabla 17. Estructuración del método de pronóstico mediante la utilización de mínimos cuadrados	115
Tabla 18. Proyección de la demanda para los doce Periodos siguientes.	116
Tabla 19. Representación del modelo de pronostico	117

Tabla 20. Calculo de los coeficientes de variación y estacionalidad para el modelo.	120
Tabla 21. Clasificación de la materia prima	126
Tabla 22. Proyección de los requerimientos de materia prima para el mes de Enero (Mes 25).	130
Tabla 23. Proyección de los requerimientos anuales de materia prima	134
Tabla 24. Distribución porcentual de los requerimientos anuales de materia prima.	135
Tabla 25. Estadísticos Descriptivos por tipo de producto	142
Tabla 26. Calculo del tiempo de entrega L para las cantidades económicas de pedido.	144
Tabla 27. Resumen Política de Inventario de Producto Terminado.	146
Tabla 28. Demanda corregida para Soporte Motor Kodiak.	152
Tabla 29. Tabla de producción regular para Soporte Motor Kodiak.	153
Tabla 30. Ajustes al Plan de Producción	155

LISTA DE FIGURAS.

	Pág.
Figura 1. Organigrama general de Industria de Cauchos Record Ltda.	17
Figura 2. Media luna trailer Nylon Dite	19
Figura 3. Inserto Nylon muelle Nissan Cabstar Trasero .	19
Figura 4. Diagrama de Torta (Participación porcentual por zona geográfica)	24
Figura 5. Diagrama del proceso productivo de Industria de Cauchos Record.	31
Figura 6. Alesado	34
Figura 7. Cilindrado	34
Figura 8. Perforado	34
Figura 9. Ejemplo de algunas piezas Troqueladas	37
Figura 10. Aplicación de pegante	39
Figura 11. Piezas Zincadas	39
Figura 12. Tratamiento Térmico (Temple)	41
Figura 13. Ubicación del caucho y ensamble de los componentes de un producto	42
Figura 14. Tambor	82
Figura 15. Representación grafica del nivel de confianza y nivel significancia.	100
Figura 16. Ejemplo de diagrama de caja y bigotes.	102
Figura 17. Ejemplo de grafico de cuantiles	103
Figura 18. Ejemplo de grafico de probabilidad normal	104
Figura 19. Línea de tendencia para la demanda del Soporte Motor Kodiak.	113
Figura 20. Menú Principal de la Herramienta.	159
Figura 21. Inclusión de los datos de la demanda histórica.	161
Figura 22. Pronostico de la demanda (Suavización exponencial).	162
Figura 23. Información primaria para el cálculo de la política de inventarios.	163
Figura 24. Política de inventarios	163

Figura 25. Resumen de la política de inventarios de producto terminado	165
Figura 26. Datos requeridos por el plan maestro	166
Figura 27. Plan maestro de producción	167
Figura 28. Solicitud de confirmación del resumen.	168
Figura 29. Resumen de la planeación	169
Figura 30. Selección de la información para guardar.	170

LISTA DE ANEXOS
VER CARPETA ADJUNTA

- Anexo 1. Clasificación del personal.
- Anexo 2. Clasificación de los productos de la empresa.
- Anexo 3. Distribución de las ventas por zonas geográficas.
- Anexo 4. Justificación de la selección de los productos de la Metodología
- Anexo 5. Fichas técnicas de los productos pertenecientes a la Metodología.
- Anexo 6. Descripción de las maquinas de la empresa.
- Anexo 7. Descripción de las instalaciones de la empresa.
- Anexo 8. Plano de la planta de producción.
- Anexo 9. Diagramas de flujo de los productos pertenecientes a la Metodología.
- Anexo 10. Formato de pre-muestra.
- Anexo 11. Formato muestra.
- Anexo 12. Datos pertenecientes a la premuestra.
- Anexo 13. Resumen información recolectada en la premuestra.
- Anexo 14. Tablas de asignación de suplementos de la OIT.
- Anexo 15. Tabla de suplementos.
- Anexo 16. Recolección de la información de la muestra.
- Anexo 17. Tiempo estándar por operación.
- Anexo 18. Capacidad de producción por centro de trabajo.
- Anexo 19. Tabla de información de los tratamientos químicos.
- Anexo 20. Tabla de información para Zincado-Tamboreado-Revenido.
- Anexo 21. Demanda de los productos de la metodología.
- Anexo 22. Análisis estadístico.
- Anexo 23. Análisis para la reevaluación del Buje Barra Superbrigadier.
- Anexo 24. Líneas de tendencia de la demanda.

- Anexo 25. Formulación del pronóstico y proyección de la demanda.
- Anexo 26. Proyección la demanda mediante Suavización Exponencial.
- Anexo 27. Resumen de la proyección de la demanda.
- Anexo 28. Proyección de los requerimientos de materia prima.
- Anexo 29. Parámetros del sistema de inventarios.
- Anexo 30. Política de inventarios de producto terminado.
- Anexo 31. Plan maestro de producción.
- Anexo 32. Costos no causados por ajustes al plan de producción.

RESUMEN

TITULO

DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UNA METODOLOGIA PARA LA PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION EN INDUSTRIA DE CAUCHOS RECORD LTDA.

AUTOR.

HENRY MAURICIO CALDERON BARAJAS.

PALABRAS CLAVES

Soportes, Bujes para muelles, Planeación, Programación, Mecanizar, Vulcanizar, Tratamientos Químicos, Inventarios, Plan maestro de producción.

DESCRIPCION.

La realización del presente documento busca definir una metodología clara que facilite la programación de la producción de los veinticuatro principales productos de Industria de Cauchos Record. Para ello se han abarcado los diferentes ítems que componen el proceso productivo de la empresa.

El desarrollo de todas las temáticas converge en una herramienta de carácter informático que tomara los resultados obtenidos en los diferentes capítulos del documento, y condensara la información de manera que la programación de la producción se pueda hacer de manera rápida y fácil de entender.

Los principales temas que abarcan la estructura del documento son: La técnica de proyección de la demanda, El modelo de inventarios, y el plan maestro de producción.

La herramienta informática se estructuro en una plataforma sencilla y de amplio conocimiento como los es Microsoft Office Excel. Esto facilitará no solo su aplicación sino su entendimiento y mejoramiento, en aras de poder brindarle a la empresa una programación de la producción que este acorde con sus necesidades.

El proyecto incluye la creación de plantillas para la programación mensual de la producción, basado en cada una de las proyecciones de cada uno de los productos dado que las salidas de estas operaciones son las más importantes para el proceso de fabricación de los productos. Además se incluye la gestión de stock de seguridad de producto terminado para los productos de mayor rotación para ganar liquidez al despacho de los pedidos.

* Trabajo de grado modalidad practica empresarial en mediana empresa.

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas, Escuela de Estudios Industriales y Empresariales, Ingeniero Javier Eduardo Arias.

ABSTRACT

TITLE

DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A METHODOLOGY FOR THE PROGRAMMING AND CONTROL OF THE PRODUCTION IN INDUSTRIA DE CAUCHOS RECORD LTDA.

AUTHOR.

HENRY MAURICIO CALDERON BARAJAS.

DESCRIPTION.

The accomplishment of the present document looks for defining a clear methodology that facilitates the programming of the production of the twentyfour main products of Industria de Cauchos Record Ltda. For it the different items that compose the productive process of the company have been included.

The development of all the thematic converges in a tool computer character that will take the results obtained in the different chapters from the document and will condense the information so that the programming of the production can be made fast and easy to understand.

The main subjects that include the structure of the document are: The technique of projection of the demand, the model of inventories and the master plan of production.

The computer tool was structured in a simple platform with an ample knowledge as Microsoft Office Excel. This will facilitate not only its application but its understanding and improvement for being able to offer a programming of the production to the company in agreement with its needs.

The project includes the creation of insoles for the monthly programming of the production, based on the projections of each one of the products since the exits of these operations are the most important for the process of production of the products. The administration of the stock of the product security is also included finished for the products of the more rotation to win speed to the office of order.

* Work of Degree modality practices managerial in medium company.

** Departament of Physical – Mechanical Engineerings, School of Industrial and Managerial Studies Engineer.

INTRODUCCION

En un mundo que tiende con el pasar de los días hacia la consolidación de la globalización, donde los mercados dejaron de ser regionales o nacionales hace mucho tiempo, y el campo de la competencia se hace cada vez mas internacional, la necesidad de establecer estrategias competitivas por parte de las empresas es cada vez más urgente. Estas estrategias pueden desplegarse con el objetivo de atender las necesidades y/o requerimientos de los clientes externos o para mejorar el desempeño de todos los procesos internos. Esto con el objetivo de poder obtener el mejor provecho de todos los recursos que se tienen a disposición.

Tomando en consideración lo antes planteado, el desarrollo de este proyecto busca definir una metodología que permita la programación y control de la producción en Industria de Cauchos Record Ltda, realizando un diagnostico de las actuales condiciones del proceso productivo. Dentro de las temáticas abordadas se encuentran la forma como se gestionan los inventarios, la manera como se asignan las tareas, la forma como se emplean los principales maquinas y/o equipos, y las políticas que se siguen a la hora de adquirir la materia prima, entre otras.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el diagnostico se inicio el desarrollo de los principales temas que permitirán la estructuración de la metodología. El proyecto en su parte inicial tendrá un estudio de tiempos que se utilizara para determinar la capacidad de producción de cada centro de trabajo en cada uno de los componentes de los veinticuatro productos. Una vez se culmine esta etapa, se realizara la proyección de la demanda utilizando datos históricos proporcionados por el área administrativa de la empresa.

Otras bases importantes son los estudios que apuntaran a la gestión o manejo de los inventarios, principalmente de producto terminado, en aras de poder mantener un equilibrio entre el servicio oportuno que se le debe brindar a los

clientes y los costos que debe asumir la empresa por la compra, manejo, y conservación de dichos inventarios. Por tal razón, el estudio también contempla esta importante temática, estructurando una política que este acorde con las necesidades de la empresa. Posteriormente, y tomando en consideración todo lo que hasta este punto el proyecto debe tener, se definirá el plan maestro de producción, el cual facilitara la definición de que se debe producir, cuando se debe producir, y en qué cantidades.

Finalmente, todo será plasmado en una herramienta informática de fácil manejo (Excel) cuyos análisis requeridos para su utilización estarán a cargo de la persona encargada de realizar la planeación y programación de la producción al interior de la empresa.

1. GENERALIDADES DEL PROYECTO

1.1 TITULO.

DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UNA METODOLOGIA PARA LA PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION EN INDUSTRIA DE CAUCHOS RECORD LTDA.

1.2 AUTOR.

Henry Mauricio Calderón Barajas.

1.3 EMPRESA.

Industria de Cauchos Record Ltda.

1.4 ALCANCE.

El proyecto culminara una vez se haya estructurado una herramienta que permita la programación de la producción en Industria de Cauchos Record Ltda. Esta herramienta será elaborada acorde con los resultados de una serie de estudios que incluyen: Capacidad de producción de cada centro de trabajo, proyección de la demanda, gestión de los inventarios, y plan maestro de producción.

Las dificultades que se pueden afrontar durante el desarrollo del proyecto están asociadas con la facilidad a la hora de recolectar la información necesaria para la realización de cualquiera de los estudios. Estos contratiempos pueden provenir bien sea de la carencia de información histórica o de políticas definidas por la gerencia general.

1.5 OBJETIVO GENERAL.

Diseñar e implementar una metodología que contenga las herramientas necesarias para programar y controlar la producción en Industria de Cauchos Record Ltda.

Logros Alcanzados.

- Estructuración de una metodología clara y con parámetros definidos para la programación de la producción, ya que la empresa no contaba con políticas claras para el manejo de los recursos dispuestos para llevar a cabo la misma.
- Diseño y elaboración de una herramienta informática que contiene todos los resultados obtenidos en los estudios elaborados a lo largo de todo el proyecto.

1.6 OBJETIVOS ESPECIFICOS.

Realizar un diagnostico para definir las actuales características del proceso productivo.

Logros Alcanzados.

- Realización de un análisis completo de todo el proceso productivo con todos los aspectos fuertes, y aquellos manejos dispuestos para la mejora o el cambio.
- Documentación del proceso productivo con las principales características de cada una de las operaciones que intervienen en la manufactura de los productos, así como las características de los principales proveedores.
- Elaboración de fichas técnicas que contienen las principales características de los veinticuatro productos que pertenecen a la metodología.
- Clasificación de todo el portafolio de productos de la empresa de acuerdo a su impacto en las ventas (en unidades), operaciones requeridas para su manufactura, y tipo de materia prima utilizada durante dicha manufactura.

Fijar los métodos y tiempos de duración de las distintas operaciones que intervienen en la elaboración de los productos que conforman el estudio.

Logros Alcanzados.

- Documentación mediante diagramas de flujo de la secuencia de producción de los veinticuatro productos que pertenecen a la metodología, lo que permitirá mediante consulta rápida el establecer cómo se produce cualquier referencia.
- Medición de la duración de todas las operaciones requeridas para la manufactura de los productos analizados en el proyecto.
- Tratamiento matemático de la información recolectada durante las mediciones, lo que garantiza un análisis confiable de la misma.

Determinar la verdadera capacidad de producción de cada uno de los centros de trabajo.

Logros Alcanzados.

- Realización de una medición estructurada del trabajo, separando cada uno de los centros de trabajo de la empresa, y las operaciones que allí se llevan a cabo.
- Establecimiento de la capacidad de producción de cada centro de trabajo en aras de poder ejercer control sobre la misma.
- Definición de los criterios a utilizar en el momento de calcular tanto el tiempo de entrega de las cantidades económicas de pedido (Q_{opt}) en la política de inventarios, como las cantidades de la producción regular en el plan maestro de producción.

Realizar un modelo de proyección de la demanda que permita establecer sus principales características en un horizonte de tiempo.

Logros Alcanzados.

- Brindarle, por primera vez, una importante aplicación a la información concerniente a las ventas históricas de cada uno de los productos, calculando la tendencia que ha venido presentando en meses anteriores, así como un tratamiento estadístico para definir si existen diferencias significativas entre dos periodos diferentes (que para el caso del estudio son los años 2006 y 2007).
- Estructuración de un modelo de pronóstico de la demanda acorde con las características de la información que se tiene en la empresa, el cual facilitara la toma de acciones preventivas o correctivas en pro del cumplimiento de objetivos de tipo comercial o productivo.
- Contar con información confiable que permita la elaboración de un modelo de inventarios que se ajuste a las necesidades y objetivos de la empresa.

Analizar y escoger un modelo que permita gestionar los inventarios que este acorde con las necesidades y características del proceso productivo.

Logros Alcanzados.

- Clasificación de la materia prima para definir qué productos comparten el mismo tipo de material.
- Definición de cuanto le cuesta a la empresa en un periodo de tiempo equivalente a un año, la compra de la materia prima de cada producto. Además de establecer en que costos incurre por el almacenamiento y conservación del inventario del producto terminado. Esto ayudara a que la empresa pueda establecer políticas de compra con los proveedores en pro de lograr descuentos comerciales.
- Definición de parámetros de control como los stocks de seguridad, la cantidad económica de pedido, y el punto de re-orden, que permitirán

establecer un equilibrio entre la protección contra el desabasto y el exceso de inventarios, en aras de brindar un servicio oportuno a los clientes sin incurrir en excesos de mercancía.

Diseñar una metodología que contenga las herramientas idóneas para programar y controlar la producción ** Implementar y validar la metodología diseñada para la programación y control de la producción.

Logros Alcanzados.

- Estructuración de un plan maestro de producción que servirá como hoja de ruta a la hora de definir que producir, cuando producir, y en que cantidades hacerlo. Algo primordial si se quiere realizar un buen control sobre la producción.
- Cálculo de una serie de costos que la empresa tendría que asumir si decidiese aplicar el plan, lo que serviría como punto de partida en la elaboración de presupuestos e indicadores de seguimiento y medición.
- Cálculo de una serie de costos que la empresa no tendría que asumir si los ajustes al plan maestro de producción se hacen efectivos, y si el comportamiento de la demanda no sufre variaciones significativas con relación al pronóstico, lo que representaría un ahorro importante en términos de dinero para la empresa, además de liberación de capacidad de producción que serviría para ser empleada en la manufactura de otros productos.
- Definición del costo del stock que tendría que asumir la empresa para poder ejecutar el plan maestro de producción.
- Construcción de una herramienta informática de fácil manejo que condensa los resultados obtenidos durante el desarrollo del proyecto, y que servirá como mecanismo para la síntesis e implementación de una metodología para la programación y control de la producción en Industria de Cauchos Record Ltda.

2. DESARROLLO METODOLOGICO

La realización del proyecto siguió las siguientes etapas:

PRIMERA ETAPA: RECOPIACION DE LA INFORMACION.

Esta etapa sirvió como marco de referencia, como punto de partida en el conocimiento de lo que representa Industria de Cauchos Record Ltda desde los aspectos productivos, administrativos, y comercial, con sus respectivas políticas y objetivos. La información fue recopilada mediante entrevista directa con los responsables de la ejecución y el control de los diferentes procesos. Además de contar con la posibilidad de consultar algunos documentos de la empresa. También se realizaron varias visitas a la planta de producción para poder levantar registros fotográficos, y para conocer de primera mano la ejecución de todas las operaciones requeridas para la transformación de la materia prima.

SEGUNDA ETAPA: DIAGNOSTICO Y ANALISIS ORGANIZACIONAL.

Con la información recolectada en la etapa anterior se realizó un análisis del proceso productivo, esto con la finalidad de poder definir cuáles son los aspectos fuertes y los aspectos propicios para la mejora del mismo. En este punto del proyecto se documentó la manera como se administra la programación de la producción, y se hizo hincapié en los argumentos que se tuvieron en cuenta para la selección de veinticuatro productos del portafolio y los cuales hacen parte de la metodología.

TERCERA ETAPA: ESTRUCTURACION DE LA METODOLOGIA.

Para poder programar y controlar la producción se realizó una metodología cuyas características principales fueron definidas tomando en consideración los resultados obtenidos en la etapa de recolección de la información, para posteriormente seleccionar los modelos para el estudio o medición del trabajo,

la administración de la demanda, el modelo para la gestión de los inventarios de producto terminado, y el plan maestro de producción.

CUARTA ETAPA: DISEÑO DE LA HERRAMIENTA INFORMÁTICA.

En esta última etapa se estructuró una herramienta informática cuya plataforma de programación es Microsoft Office Excel, donde quedarán condensados todos los resultados obtenidos en los estudios realizados en la etapa anterior, y que permitirán de manera clara y amena programar la producción.

El proyecto está conformado por los siguientes doce (12) capítulos:

1. Generalidades del proyecto
2. Desarrollo metodológico.
3. Identificación de la empresa.
4. Descripción de los procesos productivos en Industria de Cauchos Record.
5. Productos pertenecientes a la metodología para la planeación y control de la producción en Industria de Cauchos Record Ltda.
6. Estandarización de los procedimientos del proceso productivo.
7. Sistema actual de programación de la producción.
8. Medición del trabajo en el proceso productivo.
9. Administración de la demanda.
10. Modelo de inventarios.
11. Plan maestro de producción.
12. Herramienta informática.

A continuación se hará una descripción de cada uno de los mencionados capítulos:

- **GENERALIDADES DEL PROYECTO.**

En este primer capítulo se encuentran además del título y el autor del proyecto, su alcance, donde se plasma lo que se pretende estructurar con la realización

del mismo. También se definen cuales podrían ser los contratiempos que se podrían presentar guante la realización de cualquiera de las etapas.

- **DESARROLLO METODOLOGICO.**

Con el desarrollo metodológico se busca definir cuáles fueron las etapas que se tuvieron que seguir para darle cumplimiento a los objetivos planteados antes del inicio del proyecto, así como una primera descripción de los trabajos realizados en los capítulos posteriores.

- **IDENTIFICACION DE LA EMPRESA.**

Describir aspectos básicos como la ubicación, objeto social, misión, visión, y estructura organizacional. Así como características un poco más descriptivas de la empresa como su portafolio de productos, aspectos del mercado, políticas y objetivos organizacionales, son la finalidad de este tercer capítulo del proyecto.

- **DESCRIPCION DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS DE INDUSTRIA DE CAUCHOS RECORD LTDA.**

Es un capítulo muy importante pues es el punto de partida en el conocimiento de lo que es la empresa desde su proceso de producción. Abarca una descripción muy detallada de todos y cada uno de los centros de trabajo, así como de las operaciones que se llevan a cabo en cada uno de ellos.

- **PRODUCTOS PERTENECIENTES A LA METODOLOGIA PARA LA PLANEACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION.**

Aunque corto en su extensión, muy importante en su contenido ya que sustenta apoyándose en los anexos 4 y 5 la selección de veinticuatro productos de los ciento trece (113) que integran el portafolio para ser analizados desde aspectos como su demanda, características de producción e inventarios.

- **ESTANDARIZACION DE PROCEDIMIENTOS EN EL PROCESO PRODUCTIVO.**

Es un capítulo complementario del capítulo cuarto (4) ya que en este último se realizó una descripción detallada de todas las operaciones necesarias para la transformación de la materia prima, mientras que en la estandarización se definieron los parámetros que se tienen que seguir para ejecutarlas.

- **SISTEMA ACTUAL DE LA PROGRAMACION DE LA PRODUCCION.**

Este capítulo es un compendio de cómo al interior de la empresa se planean, ejecutan, y controlan todas las operaciones básicas y procesos de apoyo necesarios para llevar a cabo la manufactura de todos los productos. En este punto del proyecto se realizó un análisis detallado de todas las falencias que tiene dicho proceso, lo que permitió reafirmar la necesidad de estructurar una metodología para la programación de la producción.

- **MEDICION DEL TRABAJO EN EL PROCESO PRODUCTIVO.**

Mediante la realización de la medición del trabajo se definieron los tiempos de duración de todas las operaciones que son necesarias para la manufactura de los veinticuatro productos que pertenecen a la metodología, este trabajo se llevó a cabo definiendo formatos para la recolección de la información, procedimientos para la premuestra y la muestra, selección de los operarios a medir, estandarización de parámetros de operación de máquinas y equipos, y asignación de suplementos.

- **ADMINISTRACION DE LA DEMANDA.**

Todo proceso encaminado a la programación y control de la producción requiere que se realice algún tipo de pronóstico de la demanda, esto con el fin de poder anticiparse a las necesidades y/o requerimientos del mercado y poder así estructurar una planeación que involucre todos los recursos disponibles para satisfacer dichos requerimientos. Por tal razón, el capítulo nueve (9) trata el tema de la administración de la demanda, realizando una serie de análisis que contemplan la definición de su tendencia en periodos anteriores, análisis

estadísticos para establecer diferencias entre periodos, y por supuesto un modelo que pronostique su comportamiento en el futuro.

- **MODELO DE INVENTARIOS.**

Este capítulo básicamente tiene como principal objetivo definir un modelo que le permita a la empresa realizar la gestión del inventario de producto terminado, seleccionando aquel que se ajuste mejor a las características y necesidades de la empresa, detallando aspectos tan importantes como los stocks de seguridad para hacerle frente a posibles faltantes de mercancía que podrían afectar el servicio oportuno a los clientes, tiempos de respuesta por parte del proceso productivo a la hora de entregar el producto terminado, costos tanto del almacenamiento como de la realización de una orden de compra, lo que facilita el control financiero de los inventarios, así como un punto de re-orden que permitirá controlar las existencias para evitar excesos de mercancía.

- **PLAN MAESTRO DE PRODUCCION.**

El plan maestro de producción fue diseñado en este capítulo como hoja de ruta que facilitara la definición de lo que se producirá, los momentos para esa producción, y las cantidades. Además de establecer algo tan importante para una empresa como lo son los costos de realizar dicha producción.

- **HERRAMIENTA INFORMATICA.**

Como capítulo final reúne todo lo definido en capítulos anteriores, y establece la manera como se utilizaran los resultados en una programación de la producción que resultara amena de realizar, todo en una herramienta informática de fácil acceso.

3. IDENTIFICACION DE LA EMPRESA

3.1 DESCRIPCION DE LA EMPRESA

Nombre de la empresa: INDUSTRIA DE CAUCHOS RECORD LTDA.

NIT: 890.209.864 – 5

Año de constitución: 1983

Representante legal: CARLOS PÉREZ ALVAREZ.

Dirección: Calle 23 No 13 – 35 Bucaramanga

Números telefónicos: 6421595 – 6300977 – 6334677 – 315 3717609

Fax: 6332089

E – mail: cpj@cauchosrecord.com

Web – site: www.cuchosrecord.com

En proceso de certificación bajo la norma ISO 9001:2000

3.2 OBJETO SOCIAL¹

Fabricación y comercialización de soportes en caucho metal para automotores.

3.3 MISION²

Industria de cauchos Record Ltda. Es una empresa privada, dedicada a la fabricación de soporteria en caucho metal para toda clase de vehículos y la industria en general, con objetivos claros y en función de su mercado, siempre bajo los más estrictos principios éticos y legales.

Nuestro mayor interés, es brindar soporte, amortiguar con seguridad y otorgar a todos nuestros clientes la confiabilidad y duración esperada en nuestros productos utilizados para reposición.

¹ Archivo general de Industria de Cauchos Record.

² [http:// www.cuchosrecord.com](http://www.cuchosrecord.com)

Brindamos garantía y respaldo, como fiel reflejo de eficiencia y calidad de nuestro recurso humano, excelentes materias primas y del buen manejo que hacen de las mismas.

Industria de cauchos Record Ltda. Será reconocida a nivel nacional e internacional como “**Su soporte confiable**”.

3.4 VISION³

Industria de cauchos Record Ltda. Será una empresa con crecimiento sostenido, comprometidos especialmente en un mejoramiento continuo en todos sus procesos productivos para continuar ofreciendo subproductos con la mejor calidad en el mercado.

Estará orientada al mercado nacional e internacional, con permanente inversión tecnológica en producción y comunicaciones, par lograr incrementar la rentabilidad y participación en el mercado a la empresa, a todos sus clientes y el de su recurso humano, a través del esfuerzo de cada uno de los miembros de la organización.

Industria de cauchos Record seguirá ofreciendo productos con la más alta calidad y la mejor presentación en el mercado.

Por estar geográficamente ubicados en la ciudad de Bucaramanga, Santander del sur, Colombia, seguirá cumpliendo oportunamente con todos sus clientes en la entrega de los productos y en el menor tiempo posible.

3.5 POLITICA DE CALIDAD⁴

En Industria de Cauchos Record Ltda. Estamos comprometidos con alcanzar la plena satisfacción de nuestros clientes a través de la oferta de productos de excelente calidad.

Para ello sustentamos nuestro accionar en la mejora continua de nuestros procesos y en el fortalecimiento de nuestro recurso humano, buscando siempre

³ [http:// www.cauchosrecord.com](http://www.cauchosrecord.com)

⁴ [http:// www.cauchosrecord.com](http://www.cauchosrecord.com)

la consecución de los objetivos que nos permitan un crecimiento y un liderazgo sostenido en el mercado.

3.6 OBJETIVOS DE CALIDAD⁵

Mantener un acercamiento con los clientes para conocer sus necesidades y de esta manera poder planear, ejecutar y controlar actividades que estén encaminadas al cumplimiento de sus expectativas.

Conformar y conservar un equipo humano de trabajo comprometido con alcanzar la satisfacción del cliente mediante el fortalecimiento de sus capacidades humanas y laborales.

Desarrollar, mantener y mejorar continuamente un sistema basado en procesos internos ágiles y efectivos que garanticen una labor administrativa y productiva de excelente calidad.

Realizar los procesos dentro de un marco de desarrollo sostenible que facilite el fortalecimiento de las relaciones internas y externas de la empresa.

Manufacturar y comercializar productos de excelente calidad que respondan a las necesidades de nuestros clientes.

3.7 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

En la actualidad la empresa cuenta con 31 empleados directos distribuidos en tres grandes dependencias de trabajo: Producción, Comercialización y administrativa, y Matriceria. La distribución de los trabajadores se da de la siguiente manera:

⁵ [http:// www.cuchosrecord.com](http://www.cuchosrecord.com)

Tabla No 1: Distribución del personal por área, turno, y horario de trabajo.

<i>AREA DE TRABAJO</i>	<i>No DE EMPLEADOS</i>	<i>TURNOS DE TRABAJO</i>	<i>EMPLEADOS POR TURNO</i>	<i>HORARIO DE TRABAJO</i>	<i>RESPONSABLE DEL AREA</i>
<i>PRODUCCION</i>	<i>20</i>	<i>3</i>	<i>16</i>	<i>7:00 am – 5:00 pm Lunes a Viernes</i>	<i>DIRECTOR DE PRODUCCION</i>
			<i>2</i>	<i>6:00 am – 2:00 pm Lunes a Sábado</i>	
			<i>2</i>	<i>2:00 pm – 10:00 pm Lunes a Sábado</i>	
<i>COMERCIALIZACION Y ADMINISTRATIVA</i>	<i>6</i>	<i>1</i>	<i>5</i>	<i>7:00 am – 5:00 pm Lunes a Viernes</i>	<i>DIRECTOR COMERCIAL</i>
<i>MATRICERIA</i>	<i>3</i>	<i>1</i>	<i>5</i>	<i>7:00 am – 5:00 pm Lunes a Viernes</i>	<i>DIRECTOR DE MATRICERIA</i>

Los tres empleados que no están relacionados en la tabla anterior son los asesores de ventas, quienes no tienen un horario establecido pero deben cumplir con un mínimo de correrías de ventas en un año en sus respectivas zonas. Para brindar mayor claridad sobre la manera como están distribuidos los cargos dentro de la empresa se presenta el siguiente organigrama, y una tabla estructurada en el Anexo 1 con el perfil y funciones de cada uno de ellos.

En el área de producción existen los siguientes cargos:

- Director de Producción: 1 Empleado
- Supervisor de Mecanizado: 1 Empleado
- Supervisor de Ensamble – Troquelado – Trat Químicos: 1 Empleado
- Supervisor de Mecanizado en CNC: 1 Empleado
- Operarios de Torno CNC: 2 Empleados
- Operarios de Torno Convencional: 5 Empleados
- Ensambladores: 4 Empleados
- Troqueladores: 1 Empleado
- Molinero: 1 Empleado
- Operarios Tratamientos Químicos: 2 Empleados
- Soldador: 1 Empleado

3.8 PRODUCTOS.

La oferta que actualmente tiene Industria de Cauchos Record para el mercado de soportes en caucho metal esta conformada por 113 productos agrupados en siete grandes líneas:

- Línea de soportes para motor
- Línea de bujes para muelles
- Línea de soportes para cabinas
- Línea de mangueras para turbos
- Línea de cauchos para ejes cardan
- Línea de bujes barras tensoras
- Línea de soportes para cajas de transmisión

Para la manufactura de cada uno de los productos se requieren tres tipos de materiales: Caucho, Acero, y Fundición. No obstante, de acuerdo a las características de cada uno de los productos, dicho acero debe ser adquirido en las siguientes presentaciones: Tubería, varilla, ejes macizos, y lamina. El caucho es producido por la empresa utilizando como materia prima base caucho nitrilo, caucho natural, caucho negro de humo, y diferentes productos químicos, entre los que se destacan el azufre, colofonia, merkato de zinc,

acelerantes, aceites plastificantes, entre otros. La fundición también es adquirida a terceros.

Dentro del portafolio de productos existen dos referencias que no son elaboradas en la empresa, ya que para su producción se requiere de una tecnología que pueda procesar un material llamado nylon. Y la empresa no cuenta con ella. Sin embargo, por razones comerciales es conveniente ofrecerlos. El nombre y la referencia de dichos productos se relacionan a continuación:

Figura 2. Media luna trailer Nylon Dite

Referencia: NC – 241



Figura 3. Inserto Nylon muelle Nissan Cabstar Trasero .

Referencia: INS – 03

Para tener mayor claridad sobre los 111 productos restantes, en el Anexo 2 se clasificaron cada uno de ellos mostrando además de su nombre y referencia, el tipo de material requerido para su manufactura, así como las operaciones requeridas para transformar dicho material.

3.9 ASPECTOS DEL MERCADO

El mercado de autopartes, con mayor precisión el de soportes y bujes para vehículos, se caracteriza por ser un mercado en el que prima la estrategia de captación de clientes a través de la oferta de precios bajos, así como el ofrecimiento de un amplio portafolio de productos. El cual debe incluir referencias para automotores que actualmente tiene más de cuarenta años de servicio, hasta repuestos para vehículos que tan solo llevan unos pocos semestres en el mercado, pues el parque automotor del país, especialmente el de vehículos de carga pesada, así lo exige.

El segmento al cual van dirigidos todos los esfuerzos en materia comercial por parte de la empresa esta bastante definido: Almacenes distribuidores de autopartes y empresas fabricantes de muelles para suspensión de vehículos de carga.

Pese a lo anterior, Industria de Cauchos Record Ltda. No tiene como premisa comercial el ofrecimiento del precio mas bajo del mercado. Por el contrario, la calidad del producto es su principal argumento para competir. Calidad que sus clientes han sabido reconocer con el transcurrir de los años y que la han posicionado como una empresa líder en el sector. En contraprestación, las directivas de la empresa han definido al comienzo del año en curso, fijar como estrategias adicionales para competir las condiciones de pago para sus clientes, así como la rapidez en los tiempos de despacho de los productos.

Cabe aclarar que el no tener como principal estrategia para competir el lograr el precio mas bajo del mercado, no impide que la empresa ejerza un adecuado control sobre lo que se invierte para manufacturar los productos. La causa radica en el costo de la materia prima, cuyos precios hacen que el costo de los productos sobrepase el monto que permitiría poder competir en ese campo con las demás empresas.

3.9.1 Consumidores

La oferta de productos de Industria de Cauchos Record esta dirigida a:

- Almacenes distribuidores de autopartes
- Empresas fabricantes de muelles para suspensión de vehículos de carga
- Personas en general que necesiten adquirir repuestos al detal (ventas por mostrador)

Los fabricantes de muelles mencionados anteriormente son Resortes Hércules con sede en la ciudad de Cali e Industrias Metálicas Asociadas (IMAL) de Bogota.

3.9.2 Clientes

Industria de Cauchos Record cuenta con más de 150 clientes diseminados por las principales ciudades y municipios del país, dentro de los que se destacan: Bogota, Medellín, Cali, Bucaramanga, Cúcuta, Barranquilla, Cartagena, Santa Marta, Montería, Sincelejo, Soledad (Atlántico), Valledupar, Envigado, Ibagué, Pereira, Manizales, Armenia, Pasto, Ipiales, Tunja y Villavicencio.

Mas del 90% de estos clientes solicitan autopartes para vehículos de carga pesada, en razón a que la comercialización de los productos que van dirigidos a los automóviles enfrentan una mayor competencia en precios y en variedad de empresas oferentes. Solo un número reducido de clientes solicitan este tipo de productos gracias a los descuentos que le ofrece la empresa. Descuentos de los que no gozan los demás debido a que las cantidades que solicitan no son lo suficientemente grandes.

3.9.3 Canales de distribución

Ventas Regionales: La empresa cuenta con un equipo de cuatro vendedores distribuidos de la siguiente manera: uno para la costa atlántica (Barranquilla,

Santa Marta, Cartagena, Soledad), Valledupar, Montería, Sincelejo. Un segundo asesor de ventas cubre la zona del eje cafetero (Pereira, Manizales, Armenia), Ibagué, Neiva, Cali, Tulúa, Pasto Ipiales y Cúcuta. La ciudad de Bogotá es manejada por un solo asesor dado la complejidad y extensión de la capital del país. Y por último, la comercialización en las ciudades de Medellín, Villavicencio y Tunja es responsabilidad de un cuarto asesor.

Ventas vía telefónica o fax: A través de estos dos medios de comunicación cualquier cliente puede solicitar los productos, allí las personas encargadas del departamento comercial atenderán las inquietudes y/o necesidades de dichos clientes.

Ventas por mostrador: Industria de Cauchos Record también tiene un punto de venta de sus productos en las instalaciones de la empresa, donde todo aquel que requiera realizar una compra al detal lo puede hacer.

3.9.4 Comportamiento de las ventas por zonas

Según los análisis hechos por la dirección comercial de la empresa, y de acuerdo a la clasificación que por zonas se ha realizado del país. La participación en las ventas de la empresa que cada una de estas ha tenido es la siguiente:

Las zonas y sus respectivas ciudades y municipios son:

Zona Andina: Bogotá D.C, Tunja, Duitama, Cúcuta, Ibagué, Neiva, Pitalito (Huila), Manizales, La Dorada (Caldas), Pereira, Dos quebradas (Risaralda), Armenia, Calarca (Quindío), Medellín, Envigado (Antioquia), Barrancabermeja.

Zona Caribe: Valledupar, Barranquilla, Santa Marta, Cartagena, Soledad (Atlántico), Montería, Sincelejo.

Zona Pacifico: Cali, Buga (Valle del Cauca), Pasto, Ipiales, Tulúa (Valle del cauca), Popayán.

Zona Orinoquia: Florencia, Villavicencio, Yopal.

Zona Local: Bucaramanga, Girón, Piedecuesta, Ventas por almacén.

Como meta pactada en ventas para el primer semestre de 2007 se fijo un valor de \$ 1.070.042.561. Lográndose un cumplimiento del 93% de esa meta.

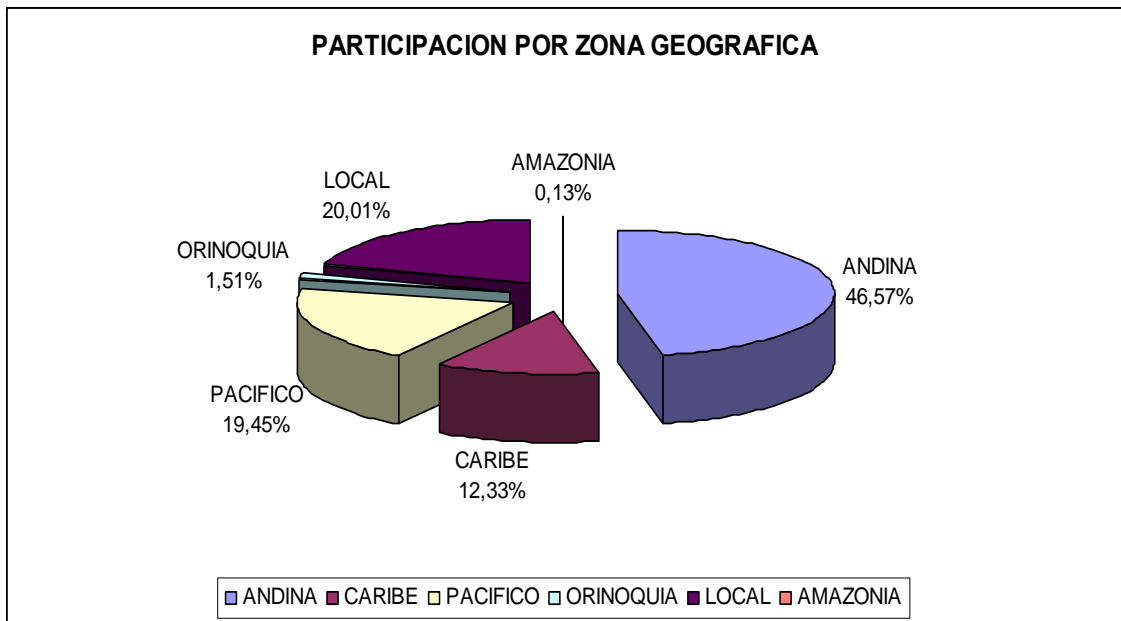
En el Anexo 3 se relaciona cada zona en su orden de participación en el logro de la anterior meta.

Grafico de la participación en ventas de cada zona Geográfica.

Tabla 2. Ventas y participación porcentual de cada zona geográfica

ZONA	VENTA EN PESOS (\$)	PARTICIPACION (%)
ANDINA	\$ 465.251.742,00	46,57%
CARIBE	\$ 123.130.208,00	12,33%
PACIFICO	\$ 194.279.105,00	19,45%
ORINOQUIA	\$ 15.127.002,00	1,51%
LOCAL	\$ 199.944.385,00	20,01%
AMAZONIA	\$ 1.285.000,00	0,13%
TOTAL	\$ 999.017.442,00	100,00%

Figura 4. Diagrama de Torta (Participación porcentual por zona geográfica)



3.9.5 Proveedores.

Para la manufactura de todos y cada uno de los productos que hacen parte de su portafolio, la empresa requiere de tres materiales esenciales, el acero, el cual adquiere en cuatro presentaciones diferentes: Lamina, Tubo, varilla y ejes, la fundición de hierro, y por supuesto el caucho. Con respecto a este último cabe hacer la aclaración que su producción se lleva a cabo en la empresa, pero para tal fin se necesitan una serie de insumos que se deben adquirir en el mercado.

Toda la materia prima que se adquiere con estos proveedores se compra a crédito con plazos de pago que oscilan entre los 30 y 45 días. Otro tipo de proveedores que maneja la empresa son aquellos que les proveen insumos para el funcionamiento de las maquinas, tornilleria que se necesita en la elaboración de los diferentes productos, herramientas de corte para la transformación de la materia prima, e insumos químicos utilizados en los tratamientos térmicos y químicos.

La siguiente tabla relaciona a cada proveedor de la empresa con el producto o servicio que provee, así como su ubicación geográfica y los tiempos de entrega que manejan. Como el proyecto se desarrollo en el área de producción, no se mencionaran los proveedores de insumos varios ya que no son relevantes para el desarrollo del mismo.

Tabla 3. Descripción de proveedores.

PRINCIPALES PROVEEDORES DE INDUSTRIA DE CAUCHOS RECORD LTDA			
NOMBRE	BIEN O SERVICIO QUE PROVEE	UBICACIÓN	TIEMPO DE ENTREGA
FERRETERIA ESPAÑOLA	ACERO EN TUBOS	BOGOTA	0-5 DIAS
FERRETERIA ARTIMFER	ACERO EN TUBOS	MEDELLIN	0-5 DIAS
FERRETERIA REINA	ACERO EN TUBOS	BUCARAMANGA	0-2 DIAS
CORTES Y PLIEGUES	ACERO EN LAMINA	BUCARAMANGA	0-2 DIAS
COMPAÑÍA GENERAL DE ACEROS	ACERO EN VARILLA	BUCARAMANGA	0-2 DIAS
	ACERO EN EJES		
ACEROS INDUSTRIALES	ACERO EN VARILLA	MEDELLIN	0-7 DIAS
	ACERO EN EJES		
FUNDICIONES FUENTES	FUNDICION	BUCARAMANGA	0-15 DIAS
FUNDICIONES ALFA	FUNDICION	BUCARAMANGA	0-10 DIAS
IMPORTADORA SERNA MACIAS	CAUCHO NATURAL, CAUCHO NITRILO, NEGRO DE HUMO (M.P PARA LA ELABORACION DEL CAUCHO)	MEDELLIN	0-5 DIAS
QUIMICA VULCANO	CAUCHO NATURL, CAUCHO NITRILO, NEGRO DE HUMO (M.P PARA LA ELABORACION DEL CAUCHO)	BUCARAMANGA	0-3 DIAS
BYCSA	COLOFONIA, ACELERANTES, MERKATO DE ZINC, ENTRE OTROS QUIMICOS (M.P PARA LA ELABORACION DEL CAUCHO) FOSFATO DE ZINC (TRATAMIENTOS QUIMICOS)	CALI	0-3 DIAS

MISCELANIA DEL QUIMICO	ACIDO CLORHIDRICO	BUCARAMANGA	0-2 DIAS
PRODUCCIONES MOBY	PEGANTES INDUSTRIALES	BUCARAMANGA	0-2 DIAS
HERRASOL	HERRAMIENTAS DE CORTE	BUCARAMANGA	0-2 DIAS
ACEROS BOHLER	HERRAMIENTAS DE CORTE	BUCARAMANGA	0-2 DIAS
IMOCON	HERRAMIENTAS DE CORTE	BOGOTA	0-7 DIAS
LUBRIGAS	ACEITES	BUCARAMANGA	0-2 DIAS

3.9.6. Pedidos

Para realizar cada una de las compras bien sea de bienes o servicios, la empresa tiene establecido y documentado un proceso donde se han definido claramente las políticas o lineamientos que deben seguir las personas contratadas para tal fin. Entre las principales cabe citar que antes de realizar un pedido se debe efectuar la respectiva cotización con los diferentes proveedores que potencialmente pueden proveer dicho bien o servicio.

La solicitud de compra de cualquier tipo de material o servicio solo puede ser dada por el personal autorizado por el gerente general (Director de producción o Director de matriceria). Si el producto adquirido es tubería, varilla, ejes o herramientas de corte debe ser inspeccionado por el supervisor de mecanizado una vez llegue a la empresa, si se trata de lamina, fundición, insumos químicos para la elaboración del caucho o para los tratamientos químicos, deben ser inspeccionados por el supervisor de ensamble y tratamientos químicos.

Todas las compras de materia prima e insumos se realizan a crédito, donde los plazos de pago oscilan entre los 30 y 45 días.

3.9.7. Nivel de cumplimiento de los proveedores

Una de las principales características que tienen los proveedores de Industria de Cauchos Record son sus cortos tiempos de entrega y su alto nivel de cumplimiento con las fechas pactadas. De acuerdo con la información suministrada por la secretaria administrativa (responsable del proceso de compras en la empresa), luego de haberse realizado una evaluación a los proveedores de materias primas e insumos, aproximadamente el 93% de las compras hechas en el último semestre estuvieron acordes con los tiempos de entrega que se pactaron con ellos. Esto sin duda es muy importante a la hora de realizar la planificación y programación de la producción.

Existen casos muy puntuales, específicamente con los proveedores de fundición, cuyos niveles de cumplimiento no son los mejores. Para enfrentar estas situaciones la empresa realiza los pedidos a estos proveedores con mayor anticipación tomando en cuenta los tiempos de entrega que históricamente han manejado, esto minimiza el riesgo de enfrentar una escasez de este tipo de materia prima cuando el proceso la requiera.

Cabe hacer la aclaración que para la empresa resulta mejor tomar este tipo de medidas ya que en Bucaramanga no existen demasiados proveedores de fundición con la calidad que la empresa requiere, y buscar un proveedor en otra ciudad no es muy rentable pues la relación cantidad de fundición requerida versus valor del flete, no es la mejor.

3.10 OBJETIVOS DE LA EMPRESA

Para el mejoramiento continuo del proceso productivo y comercial la gerencia de la empresa ha definido los siguientes objetivos.

3.10.1 Objetivos administrativos

Las directivas de Industria de Cauchos Record han establecido como política para los siguientes años el fortalecimiento de los procesos de matriceria y producción mediante la modernización de la maquinaria y la capacitación del recurso humano. Para ello se han definido metas claras con respecto a la adquisición de equipos de control numérico computarizado, y la capacitación de algunos empleados en el manejo de programas o software especializado para el manejo de dichos equipos. Estos lineamientos buscan aumentar la capacidad de producción para poder hacerle frente a las metas que en materia de inclusión de nuevos productos tiene el departamento comercial.

Otro aspecto relevante para la gerencia es el fortalecimiento administrativo de todos sus procesos y la satisfacción de las necesidades de sus clientes. Por tal razón actualmente desarrolla un sistema de calidad basado en la norma ISO 9001 versión 2000, con el que espera alcanzar mayor eficacia en sus procesos, lograr la satisfacción de las necesidades de sus clientes, y poder fortalecer las capacidades de sus recurso humano.

3.10.2 Objetivos Comerciales

Como estrategia que le permitirá fortalecerse aun mas en el mercado, el departamento comercial de Industria de Cauchos Record tiene como lineamiento bandera para los siguientes dos años, la inclusión de 21 nuevos productos a su actual portafolio, aumentado de esta manera la oferta para sus clientes. Esto se lograra gracias a los esfuerzos mancomunados del departamento comercial, producción y matriceria que permitirán poder contar con esas nuevas referencias en los plazos establecidos por el director comercial.

El abrirse a nuevos mercados es otra de las prioridades para la empresa, es por eso que desde ya se adelantan las gestiones para poder llegar a mercados

internacionales como México, Chile, Venezuela y Ecuador. Y poder expandir la marca fuera del país.

3.11 POLITICAS DE LA EMPRESA

3.11.1 Políticas de ventas

El Departamento comercial tiene establecido que los descuentos serán del 15% para aquellos clientes que paguen de contado, del 10% para aquellos clientes que cancelen la factura entre 0 – 45 días, y perderán cualquier tipo de descuento cuando sobrepasen estos plazos.

Solo el Gerente General o el Director Comercial están facultados para conceder un descuento superior a los establecidos en párrafos anteriores.

El periodo de tiempo que debe transcurrir entre cada correría de los vendedores no debe exceder los 60 días.

Toda factura que supere los 90 días de vencimiento inmediatamente acarrea la perdida de la comisión para el vendedor.

Toda factura que supere los 120 días de vencimiento acarea que la deuda tenga que ser asumida por el vendedor.

3.11.2 Política de entrega

El departamento de producción ha definido como tiempo de despacho de los pedidos que van dirigidos a almacenes distribuidores de repuestos entre 0 y 2 días partir de la fecha de recepción del pedido, y para aquellas empresas fabricantes de muelles para suspensión de vehículos de carga pesada (Resortes Hércules e Industria metálicas asociadas – IMAL -) entre 0 y 8 días. Esta variación entre un tipo de cliente y otro obedece a las cantidades que

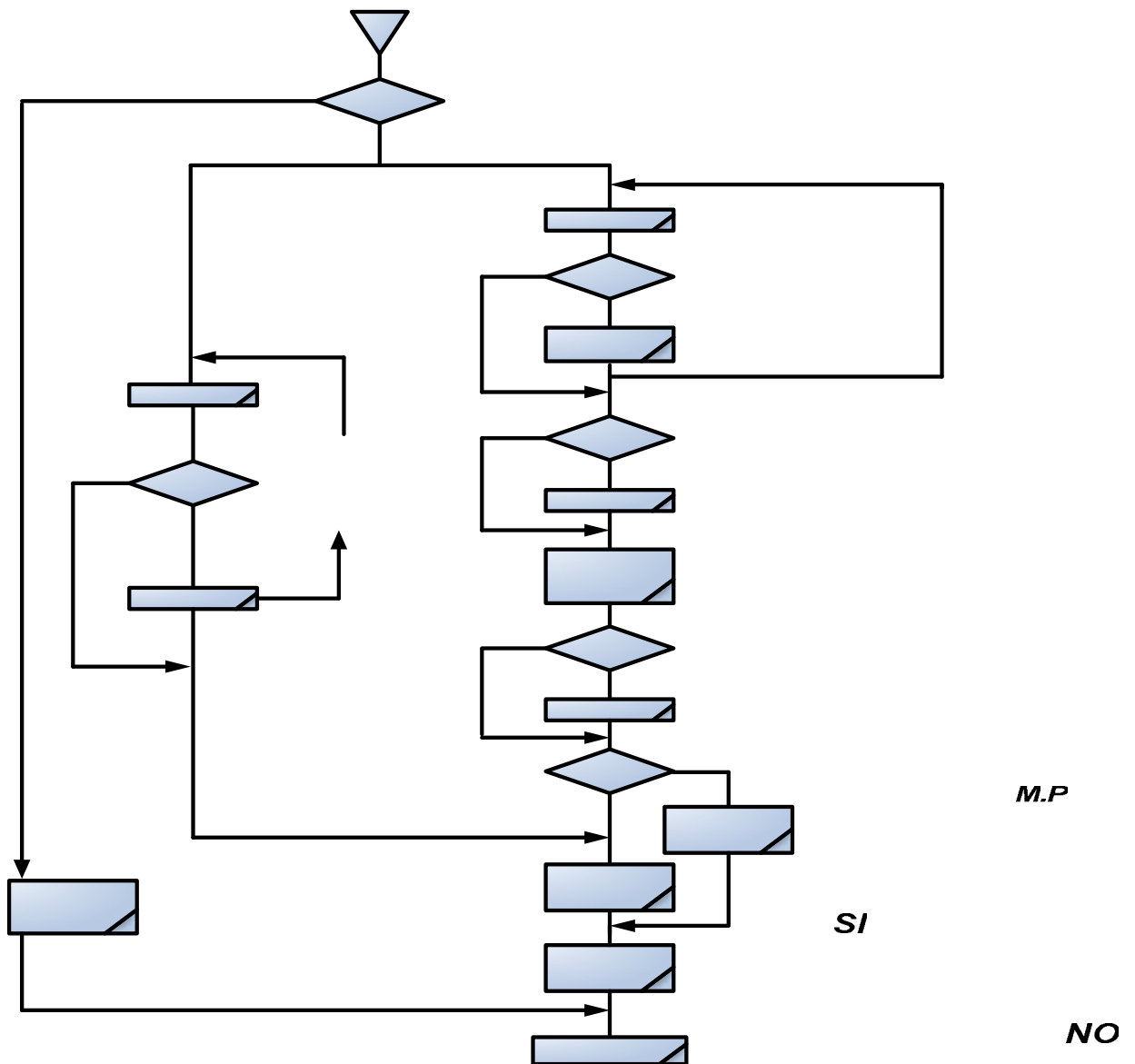
puede llegar a solicitar las mencionadas empresas, cuyos pedidos oscilan entre 500 y 2000 bujes por pedido.

Solo esta permitido el despacho de mercancía a los clientes que a la fecha de la solicitud se encuentre en mora con la empresa, si se llega a un acuerdo de pago con el respectivo vendedor.

4. DESCRIPCION DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS DE INDUSTRIA DE CAUCHOS RECORD

Antes de entrar con la explicación detallada de cada uno de los procesos, se presenta un diagrama que muestra la manera como interactúan para dar forma al proceso productivo de la empresa.

Figura 5. Diagrama del proceso productivo de Industria de Cauchos Record.



4.1 Mecanizado

Es el proceso más representativo en la manufactura de los productos de la empresa. La consideración anterior obedece a que el mecanizado, requiere de varias operaciones para poder transformar la materia prima en productos con especificaciones técnicas definidas, y su ejecución requiere de preparaciones de maquina y tiempos de manufactura mas extensos que los empleados en otras maquinas pertenecientes a otros procesos.

Las operaciones de mecanizado son:

- **Alesar:** Esta operación tiene como objetivo la ampliación del diámetro interno de una pieza cilíndrica, a través de la introducción de una barra que en cuyo extremo lleva instalado un “**Inserto**”⁶ elaborado para tal fin. Dependiendo de la cantidad de material que se necesite desprender, esta operación requerirá más de una “**Pasada**”⁷ de la barra para poder obtener la medida final.
- **Cilindrar:** Si con la operación precedente se buscaba la ampliación de un diámetro interno, el cilindrado se realiza para reducir un diámetro externo mediante el desprendimiento de “**viruta**”⁸, gracias a la utilización de un inserto que entra en contacto con la pieza perpendicularmente. Al igual que la operación anterior, cuando se requiere de una reducción de varios milímetros será necesario efectuar más de una pasada con la herramienta.
- **Tronzar:** El tronzado es una de las operaciones mas simples de todas las que intervienen en el mecanizado, pues solamente se trata de un

⁶ Herramienta de corte utilizada para el desprendimiento de material de una pieza

⁷ Termino utilizado para hacer referencia al recorrido que una herramienta de corte realiza sobre la pieza mientras desprende material

⁸ Material de residuo que queda después de haber realizado un proceso de mecanizado.

corte que se realiza sobre la pieza para obtener una aproximación de la longitud requerida de esta.

- **Biselar o Alesar:** Puede ser llamada de cualquiera de las dos formas, y al igual que la operación anterior, es simple de ejecutar y por ende muy rápida también. Su función principal es dar uniformidad y un mejor acabado a los extremos de una pieza cilíndrica.
- **Roscar:** Esta operación se realiza sobre aquellas piezas que requieren de un tornillo y una tuerca. El roscado permite la unión de la pieza macho (Tornillo) con la pieza hembra (Tuerca).
- **Perforar:** El perforado es necesario hacerlo sobre aquellas piezas macizas como ejes de acero o varilla. Es la operación que se debe hacer antes de la obtención de un diámetro interno específico que luego se logra mediante un alesado.

Otras consideraciones de importancia sobre este proceso son las siguientes:

- Es el único proceso dentro de la empresa que maneja la figura del doble turno de trabajo (Los horarios y personal involucrado fueron descritos en la pagina 5).
- Intervienen en total ocho maquinas. Cuatro tornos convencionales (Dos tornos paralelos y dos tornos tipo revolver), un torno de control numérico computarizado, un taladro fresador, un taladro roscador, y un prensa hidráulica.
- La forma de ejecutar las operaciones depende del tipo de repuesto y/o componente que se desee mecanizar, y del tipo de maquina que se pretenda utilizar (ya que como se describirá mas adelante, los tornos tienen características que los diferencian unos de otros). Esto hace que para algunos productos se puedan realizar operaciones de manera

simultánea, mientras que en otros hay que hacerlo de manera secuencial.

- La capacidad de producción de este proceso es la mas limitada de todos los procesos de la empresa, no solo por el tiempo que se emplea en la preparación de las maquinas y por la manera como se deben llevar a cabo las operaciones. Sino también debido a que de los 113 productos que integran la oferta de Industria de Cauchos Record, 88 requieren de este proceso.
- Siete operarios cumplen funciones para este proceso.

Figura 6. Alesado



Figura 7. Cilindrado



Figura 8. Perforado

4.2 Troquelado

Comparativamente con el proceso anterior, este proceso por el contrario tiene una alta capacidad de producción pese a estar conformado por varias operaciones: **Perforados, Embutidos, Doblados, Cortes, y Ampliaciones y reducciones de diámetro.** Las primeras cuatro de estas operaciones se hacen exclusivamente sobre lámina y las dos últimas sobre tubería.

- **Corte:** Un corte es la primera operación del proceso de troquelado de cualquier producto que lo requiera, y consiste en darle una medida aproximada a la pieza o componente del repuesto, pues la materia prima se adquiere en tiras de lamina de 2.4 metros de longitud por uno de sus lados. La medida del otro lado de la tira sí corresponde a una longitud predeterminada por la empresa, mientras que la otra tiene que ser obtenida mediante esta operación. También se pueden dar cortes mas adelante en el proceso, luego de otras operaciones, y su finalidad es la de quitar lamina innecesaria que pueda afectar la manufactura del producto.
- **Perforados:** Esta operación consiste en realizar orificios de diferentes diámetros sobre la pieza de lámina.
- **Embutidos:** Previo a la realización de un embutido se requiere de una perforación sobre la pieza, y consiste en dar una superficie cónica al orificio.
- **Doblados:** Como su nombre lo indica, esta operación busca darle a la pieza curvaturas con los ángulos requeridos en las especificaciones técnicas.
- **Ampliación y/o Reducción de Diámetro:** Esta operación esta muy ligada al proceso de mecanizado, pues como se estableció en párrafos anteriores, se realiza sobre la tubería que luego será trabajada en los

tornos. La finalidad de una ampliación o una reducción es aproximar la medida del diámetro interno o externo de un componente, el que luego será dado bien sea por un alesado o un cilindrado.

Cabe hacer la aclaración que no siempre se requiere de una ampliación o una reducción para dar la medida de un diámetro, pues de acuerdo con la medida de la tubería y los requerimientos técnicos del producto, para algunos de ellos con un alesado y un cilindrado, o con uno de ellos basta para obtener la medida final.

Las principales características de este proceso son:

- La preparación de una troqueladora consiste en el montaje de un troquel sobre la mesa de la maquina, procedimiento que no toma mas de *quince minutos de duración*⁹ sin importar que tipo de troquel se monte.
- La duración del tiempo de ejecución del las operaciones oscila entre los *cinco y doce segundos*¹⁰ lo que proporciona una alta capacidad de procesamiento.
- A este proceso están adscritas dos troqueladoras y un solo operario, la diferencia entre una troqueladora y otra radica en el tamaño de la mesa de instalación de los troqueles, una de ellas esta en capacidad de aceptar troqueles mas grandes que la otra.
- Solo 42 de los 113 productos del portafolio de la empresa requieren de este proceso.
- La manera de ejecutar las operaciones pertenecientes a este proceso se realizan de forma secuencial. No se pueden realizar simultáneamente, pues el diseño y elaboración de los *troqueles*¹¹ así lo impiden.

⁹ Información obtenida en la entrevista que se le realizo a la persona encargada del proceso.

¹⁰ Información obtenida en la entrevista que se le realizo a la persona encargada del proceso.

¹¹ Instrumento utilizado para cortar y estampar las piezas de lamina, y para ampliar o reducir el diámetro de piezas de tubería.

- De los 42 productos que requieren de este proceso, 23 pertenecen a marcas de vehículos pequeños. Productos que no son el fuerte de la empresa.

Figura 9. Ejemplo de algunas piezas Troqueladas



4.3 Tratamientos Químicos

Este proceso esta conformado por varias operaciones tendientes a mejorar las propiedades y el desempeño de los metales. Son cuatro los tratamientos que actualmente buscan ese fin. **Decapar, Fosfetizar, Zincar, y Aplicación de pegantes industriales.**

- **Decapar:** Se realiza con Acido Clorhídrico y Agua, y su finalidad es la de retirar toda impureza que hubiese podido quedar adherida al metal luego de haber pasado por los anteriores procesos. Son dos los pasos que se realizan en esta operación. Primero se sumergen las piezas en un desengrasante industrial por espacio de diez minutos, para luego ser llevadas a la mencionada solución de acido y agua donde permanecerán *20 minutos aproximadamente*¹².

¹² Información obtenida en la entrevista que se le realizo a la persona encargada del proceso.

- **Fosfetizar:** Es una operación de Oxidación que se realiza con un químico llamado Fosfato de Zinc Pesado (De presentación líquida), el cual se disuelve en agua y que requiere alcanzar una temperatura mínima de 110 grados centígrados para poder sumergir las piezas. Esta operación tiene como finalidad retardar el proceso de Oxidación en los metales.
- **Zincar:** Al igual que la anterior, el Zincado también le proporciona a los metales la propiedad de retardar su proceso de oxidación, la diferencia radica en los componentes requeridos, ya que en esta operación se utiliza una solución de agua y ácido bórico, cloruro de potasio, ácido de zinc, base, abrillantador, y ácido clorhídrico. Allí se sumergen unas barras de zinc las cuales son sometidas a unas descargas eléctricas de 10 amperios para que se puedan disolver, y de esta manera el material disuelto se pueda impregnar a las piezas. El tiempo requerido para realizar esta operación oscila entre *20 y 30 minutos*¹³.
- **Aplicación de pegantes Industriales:** Como operación es muy sencilla en su ejecución, pero fundamental dentro del proceso productivo. Para aquellos productos que tienen algún componente metálico es obligatorio hacerla ya que antes de ser vulcanizado se necesita aplicar sobre estos el pegante para lograr que el caucho se adhiera bien a la pieza, y además vulcanicé de manera compacta y uniforme. Se utilizan tres tipos de pegantes. Pegante Chemlok Gris 205, Pegante Chemlok Negro 250, y Pegante Chemlok Negro 220. La utilización de uno o varios de ellos depende del tipo de caucho que se utilizara durante el vulcanizado. Las posibles combinaciones de pegantes que se pueden dar son:
 - Chemlok Negro 205 Solamente
 - Chemlok Negro 220 + Chemlok Gris 205

¹³ Información obtenida en la entrevista que se le realizó a la persona encargada del proceso.

- Chemlok Gris 205 Solamente
Negro 250

- Chemlok Gris 205 + Chemlok

Figura 10. Aplicación de pegante



Figura 11. Piezas Zincadas

4.4 Pesaje y Molienda del caucho

Durante este proceso se elabora el caucho que será utilizado en el ensamble o vulcanizado de cada uno de los productos. Es un proceso que al igual que el vulcanizado demanda un esfuerzo físico significativo por parte del operario, además de requerir de una gran cantidad de materia prima para su funcionamiento. Un pesaje y molienda arranca con la decisión del tipo de caucho que se va a utilizar, esta decisión se toma basándose en el tipo de producto que se vulcanizara, pues la empresa maneja cuatro tipos de **pesadas**¹⁴ en el ensamble de los productos.

Después de tomada la decisión, se entra a seleccionar los químicos y sus respectivas cantidades (Esta información es reserva del Gerente General o el Director Comercial). Estos químicos son entregados al molinero quien se encargara de mezclarlos con otros tipos de caucho (natural o nitrilo), negro de humo, y aceite plastificante, en la maquina.

¹⁴ Termino utilizado para hacer referencia al caucho que se obtiene en el proceso de pesaje y molienda. Cada una de estas pesadas tiene una longitud aproximada de 6 metros

Finalmente, la pesada es retirada del molino para su reposo, que debe ser mínimo de dos horas a temperatura ambiente. Dentro de los químicos utilizados cabe citar: Azufre, Merkato de Zinc, Colofonia, y Acelerantes como el TNQ, DTG, MBT, entre otros.

4.5 Tratamientos Térmicos

Estos tratamientos se realizan para mejorar las condiciones o propiedades de los metales que se utilizan en la empresa. Hacen parte de esta lista el Temple, Revenido, Cementado, y Recocido. La selección de uno u otro tratamiento depende del tipo de pieza que se requiera y del material que resulte más idóneo para su manufactura. Teniendo estas dos variables claras, se pasa a la selección del tratamiento mas recomendado.

Cementado: Se realiza para lograr el endurecimiento de la capa superficial de la pieza. Y de esta manera darle mayor resistencia al desgaste y flexibilidad a la parte interna.

Temple: Tratamiento térmico que se utiliza para darle dureza superficial y central a las piezas con el fin de proporcionarle resistencia al desgaste de manera uniforme (no solo a la parte superficial).

Revenido: El revenido es un tratamiento que logra disminuir la fragilidad y elimina las tensiones internas producidas por el temple.

Recocido: Es un tratamiento denominado de “corrección”, pues se utiliza para eliminar el temple sobre una pieza que requiere ser corregida en alguna de sus medidas. También es utilizado sobre algunos componentes elaborados en lámina y que requieren ser doblados. El Recocido lo que permite es reducir la fragilidad del material para evitar su rompimiento durante el doblado.

Figura 12. Tratamiento Térmico (Temple)



4.6 Ensamble o Vulcanizado

Es el ultimo proceso en la manufactura de los productos, y a diferencia de los dos anteriores no esta conformado por varias operaciones. Se divide en varios elementos.

Este proceso consiste en utilizar el caucho obtenido en el pesaje y molienda para ubicarlo en los moldes junto con los componentes metálicos, y lograr su ensamble para obtener así el producto final o terminado.

La capacidad de producción de este proceso esta determinada por el número de moldes que se tienen de un producto.

El numero máximo de moldes que se tienen de un producto es ocho, y por supuesto la mínima es uno. La cantidad de moldes que las directivas deciden manufacturar depende de las perspectivas de demanda que se espera del producto a futuro. Si el producto durante su etapa de consolidación supera las expectativas comerciales y su demanda aumenta, la empresa decide elaborar mas moldes y aumentar la capacidad de producción para el producto.

El tiempo de vulcanizado, o el tiempo que hay que dejar los moldes en las maquinas depende de la cantidad de caucho que requiere el producto. Estos tiempos oscilan entre los *10 y los 45 minutos*¹⁵.

Dieciocho Productos de la oferta de la empresa son elaborados 100% a base de caucho, por lo que solo necesitan este proceso, lo que unido a la no necesidad de componentes metálicos facilita enormemente su manufactura.

Figura 13. Ubicación del caucho y ensamble de los componentes de un producto.



La descripción de la maquinaria utilizada en la empresa, así como la descripción de las instalaciones de la misma, y el plano de la planta de producción pueden ser consultados en los Anexos 6, 7, y 8 respectivamente.

¹⁵ Información obtenida en la entrevista que se le realizó a la persona encargada del proceso

5. PRODUCTOS PERTENECIENTES A LA METODOLOGIA PARA LA PLANEACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION EN INDUSTRIA DE CAUCHOS RECORD


Dado el tamaño del portafolio de productos que actualmente tiene la empresa, y tomando en consideración que cada uno de estos presenta características particulares en cuanto a su demanda y proceso productivo. Resulta conveniente poder establecer que productos son más representativos para la empresa dado el impacto que generan en los costos de la materia prima, su aporte a las ventas, su consumo de mano de obra, y lo complejo de su proceso de manufactura. Para poder realizar esta tarea se recolecto la información necesaria que permitiese identificar cada uno de los productos en tres grandes áreas: **Las ventas del año 2005 y 2006 (en unidades), la materia prima que requiere cada uno durante su manufactura, y las diferentes operaciones que se llevan a cabo para transformar dicha materia prima.** (Ver anexo 4).

Este análisis permitió establecer que de los 113 productos que actualmente ofrece la empresa, 24 de ellos resultan más representativos por su impacto en por lo menos uno de los anteriores ítems (Ver anexo 4, productos resaltados con color verde). Por lo tanto, harán parte de una metodología que permitirá la planeacion y control de su producción. Facilitando el flujo de materiales por cada uno de los recursos productivos y permitiendo que el producto terminado llegue en las cantidades y tiempos adecuados. Además de facilitar la interacción con aquellos productos que no harán parte de la metodología.

Para brindar mayor claridad sobre los productos que harán parte de la metodología, se elaboraron una serie de fichas técnicas donde esta consignado, además de la línea de productos a la cual pertenecen, la materia prima directa e indirecta necesaria, las medidas de los diferentes componentes, la formulación del caucho que se utiliza en el vulcanizado, así como los años que la empresa lleva comercializando cada producto y las unidades vendidas

de cada uno de ellos en los dos últimos años. Las fichas técnicas pueden ser consultadas en el Anexo 5. La siguiente tabla muestra cuales son los productos que pertenecen al estudio.

Tabla 4. Productos que conforman la metodología.

 INDUSTRIA DE CAUCHOS RECORD Ltda.		PRODUCTOS PERTENECIENTES A LA METODOLOGIA PARA LA PLANEACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION
PRODUCTO	REFERENCIA	LINEA
SOPORTE MOTOR KODIAK 3116	15624948	SOPORTES PARA MOTOR
SOPORTE DELANTERO MOTOR BRIGADIER	660551	SOPORTES PARA MOTOR
SOPORTE TRASERO MOTOR SUPERBRIGADIER	DOHZ – 6070 – SB	SOPORTES PARA MOTOR
SOPORTE TRASERO MOTOR INTERNATIONAL 4700	1664728 – CI	SOPORTES PARA MOTOR
SOPORTE TRASERO MOTOR KENWORTH	KO66 – 282	SOPORTES PARA MOTOR
SOPORTE DELANTERO MOTOR KENWORTH	666191	SOPORTES PARA MOTOR
BUJE MUELLE DELANTERO DODGE 600	RB – 135	BUJES PARA MUELLES
BUJE MUELLE DELANTERO CHEVROLET B60 – C70	RB – 94	BUJES PARA MUELLES
CAUCHO AUXILIAR MUELLE TRASERO NPR	897254387 – D	BUJES PARA MUELLES
BUJE MUELLE TRASERO MAZDA T – 45	KBK – 5005	BUJES PARA MUELLES
BUJE MUELLE TRASERO KODIAK	RB – 191	BUJES PARA MUELLES
BUJE MUELLE TRASERO NPR	RB – 414	BUJES PARA MUELLES
BUJE MUELLE DELANTERO MAZDA T – 45	KBK – 5006	BUJES PARA MUELLES
BUJE MUELLE DELANTERO KODIAK	RB – 190	BUJES PARA MUELLES
BUJE MUELLE DELANTERO NPR	RB – 413	BUJES PARA MUELLES
BUJE MUELLE DELANTERO NKR	897081531 – 0	BUJES PARA MUELLES
BUJE MUELLE TRASERO PARTE DELANTERA NPR	RB – 440	BUJES PARA MUELLES
BUJE MUELLE DELANTERO AGRALE 8.5	RB – H104	BUJES PARA MUELLES
BUJE MUELLE TRASERO NISSAN CABSTAR	RB – H101	BUJES PARA MUELLES
BUJE MUELLE TRASERO AGRALE 8.5	RB – H105	BUJES PARA MUELLES
BUJE MUELLE DELANTERO NISSAN CABSTAR	RB – H102	BUJES PARA MUELLES
BUJE CHASIS NPR – NKR	RB – 414B	BUJES PARA MUELLES
BUJE BARRA TENSORA BRIGADIER	44695	BUJES BARRAS TENSORAS
BUJE BARRA TENSORA SUPERBRIGADIER	1093766	BUJES BARRAS TENSORAS

6. ESTANDARIZACIÓN DE PROCEDIMIENTOS EN EL PROCESO PRODUCTIVO

Antes de establecer que metodologías se emplearan para la medición del trabajo, se mencionaran las principales características de cada uno de los procesos que requieren los distintos productos que pertenecen a este estudio, y que en última instancia definirán en gran medida cual es la metodología más idónea para estandarizar su realización.

Los procesos que intervienen son:

- * Mecanizado
- * Tratamientos Químicos
- * Tratamientos Térmicos
- * Troquelado
- * Ensamble o Vulcanizado

Estos cinco procesos tienen en común cuatro componentes básicos que se llevan a cabo en cualquier centro de trabajo de la empresa, que definen el orden de su ejecución y que además establecen las características más relevantes de los mismos. Dichos componentes, así como cada uno de los procesos se describen a continuación:

- **Preparaciones:** Actividades que permiten la iniciación del proceso, como es el caso de la disposición de las maquina s y equipos para iniciar el trabajo.
- **Ejecución:** Actividades donde los insumos son sometidos a distintas transformaciones con el fin de agregarles valor.
- **Resultados:** Es el producto o servicio resultante de la transformación de los insumos.
- **Actividad de control:** Esta presente en cada una de las etapas a efecto regarantizar el valor agregado, o la calidad del producto o servicio a satisfacción del cliente.

6.1 Mecanizado: Este es un proceso donde la interrelación entre el operario y la maquina (tornos) es constante y fundamental para la transformación de la materia prima. Las diferentes operaciones que hacen parte de un mecanizado (Cilindrado, Alesado, Refrentado, Tronzado, Biselado, Roscados) – La definición de cada una de ellas se puede consultar en el capítulo anterior - son de corta duración, *entre 20 segundos y 3 minutos aproximadamente*¹⁶. Las diferentes variables que intervienen en el mecanizado de una pieza favorecen su estandarización y estudio, además influyen de manera directa en el desempeño de la operación. Entre las principales variables cabe citar las siguientes: Velocidad de corte, Avance, Profundidad de corte, Tipo de Inserto o Herramienta de corte.

Las especificaciones dimensionales finales juegan un papel importante en la manera como se mecaniza un componente. Es decir, dadas las medidas finales que deben tener las piezas se pueden llegar a realizar algunas operaciones de manera simultánea, mientras que en otros casos, esas mismas operaciones se tienen que realizar secuencialmente.

En algunas ocasiones, para ciertos productos, se requiere complementar el mecanizado con el troquelado de algunas piezas, fundamentalmente cuando se necesita ampliar o reducir el diámetro de un componente. Esto se hace con la intención de no tener que mecanizar mucho la pieza para darle la medida final. Por el contrario, el troquelado acerca la medida para que con un mecanizado más leve se obtenga las especificaciones finales.

El mecanizado es quizás el proceso más complejo dentro de la empresa, no solo por la precisión que se debe obtener en las medidas de las piezas o componentes, sino por que en términos de capacidad requerida es el que mas demanda. De ahí que sea el único que en la actualidad maneja la figura del doble turno de trabajo. Otra característica fundamental es lo estructurado de un mecanizado, pues mientras que en otros procesos con tan solo una operación se transforma el material, en el mecanizado se pueden llegar a requerir hasta

¹⁶ Información obtenida en la entrevista que se le realizó a la persona encargada del proceso

nueve operaciones para terminar la pieza, y poder pasarla a otro proceso. Y si al requerimiento anterior se le suma que todos los productos que hacen parte de este estudio lo requieren, se convierte en un proceso vital.

6.2 Tratamientos Químicos: Este proceso se hace con la finalidad de mejorar las propiedades de las piezas que han sido mecanizadas, como por ejemplo retardar el proceso de oxidación. Los tratamientos químicos que se realizan en la empresa son: Decapado, Fosfetizado, y Aplicación de pegantes industriales (la definición de cada uno de ellos se puede consultar en el capítulo anterior) y son de obligatoria ejecución para todos los productos que pertenecen al estudio.

Los dos primeros tienen como principal característica en común que no requieren de la intervención constante del operario para su realización. Por el contrario, lo único que debe hacer el empleado es sumergir las piezas en las soluciones hechas para tal fin, y retirarlas una vez se ha cumplido el tiempo recomendado (estos tiempos se deben cumplir sin importar la cantidad de piezas que se sumerjan). No son consideradas como operaciones críticas dentro del proceso en lo que a capacidad utilizada se refiere. Son operaciones versátiles que no requieren de ninguna preparación de máquina, lo único que se necesita es el alistamiento de las piezas para someterlas a los tratamientos.

El tercer tratamiento, La aplicación de pegantes industriales, es diferente a los dos primeros ya que sí requiere de la intervención directa y atenta del operario. Es una operación simple en su realización pero vital para el buen desempeño de la operación que le precede, el ensamble o vulcanizado, ya que para un buen vulcanizado del caucho se necesita una buena aplicación del pegante. Es esta misma condición de aplicación la que define otra característica de la operación, el tiempo de secado. Ya que dependiendo del tipo de pegante aplicado se deben dar los siguientes tiempos de secado: Si el pegante es Gris se debe dejar la pieza 12 horas para que el pegante seque bien. Si el pegante es negro el tiempo mínimo es de dos horas. Es por esta razón que la aplicación

de los pegantes es fundamental en una programación de la producción de los productos que pertenecen a este estudio.

6.3 Tratamientos Térmicos: A diferencia del proceso anterior, el tratamiento térmico solo se realiza sobre uno solo de los componentes que pertenecen al estudio, Soporte Trasero Motor Kodiak. Referencia: 15624948. El tratamiento recibe el nombre de Revenido y como se definió en el capítulo 2, lo que se busca es reducirle la fragilidad al material para que no se rompa cuando se le aplique una fuerza significativa. Dicha fuerza proviene del troquelado al cual debe ser sometido el componente para poder darle la forma final.

La principal característica de este tipo de tratamiento es que requiere de un tiempo pre establecido para llevarlo a acabo, *30 minutos aproximadamente*¹⁷. Este tiempo debe ser cumplido sin importar que cantidad de piezas se sometan al tratamiento. Mientras el horno calienta las piezas no se requiere de la inspección continua del operario.

6.4 Troquelado: Es una operación que al igual que el mecanizado requiere de la intervención permanente del operario para su ejecución. Sin embargo, no tiene un alto grado de complejidad y tiene gran capacidad de producción dado lo corto de los tiempos de troquelado, *entre 5 y 20 segundos por pieza troquelada*¹⁸.

Esta ventaja se desprende de poder darle una forma definida con dimensiones o medidas establecidas a las piezas a través de los troqueles, esto facilita la operación ya que lo único que el operario tiene que hacer es el montaje del troquel en la maquina, y después accionarla para que gracias a la fuerza que esta imprime la lamina sea transformada. De ahí que en la actualidad la empresa solo tenga un troquelador en su nomina y el 95% de los trabajos se hagan en una de las dos troqueladoras.

¹⁷ Información obtenida en la entrevista que se le realizo a la persona encargada del proceso

¹⁸ Información obtenida durante la etapa de diagnostico del proceso productivo.

6.5 Ensamble o Vulcanizado: Es la última operación del proceso productivo, lo que la convierte en aquel punto donde convergen todos los problemas que se pueden presentar durante la ejecución de un plan de producción.


En la actualidad se cuenta con un total de cuatro operarios en esta parte del proceso, y un quinto que esta en capacidad de realizarla también pero desempeña otras funciones.

El Ensamble esta claramente dividido en dos componentes. El primero donde solo interviene el operario manipulando los componentes que le darán forma al producto con la ayuda de unas herramientas (destornilladores, pistola neumática, cuchillos, llaves de boca fija, llaves de estrella, entre otras). Y el segundo donde solo interviene la maquina para lograr la vulcanización del caucho. El tiempo que cada operario debe dejar un respectivo molde en la prensa para obtener una buena vulcanización del caucho son establecidos en la empresa de acuerdo al tamaño del producto y a la cantidad de caucho que necesite.

Otra característica importante es que de acuerdo al grado de complejidad del vulcanizado de un producto, un operario solo esta en capacidad de ensamblar dos referencias en un turno de trabajo. Y la capacidad de esta operación esta definida en gran medida por el número de moldes que se tengan para vulcanizar, los cuales pueden estar entre uno solo y máximo ocho. Los criterios que maneja la empresa para establecer la cantidad de moldes que se elaboraran son el costo de los mismos, y las proyecciones o expectativas de demanda que se tienen del producto por parte de la dirección comercial de la empresa.

A continuación se presenta una tabla donde queda consignado que tipo de proceso requiere cada uno de los productos que pertenecen al estudio:

Tabla 5. Clasificación de cada producto con sus respectivos procesos.

		TIPO DE PROCESO POR TIPO DE PRODUCTO				
PRODUCTO	REF	PROCESOS				
		MECANI Z	TRAT QUIMIC O	TRAT TERMIC O	TRO Q	ENSAMBL E
SOPORTE MOTOR DE KODIAK	15624948	X	X	X	X	X
SOPORTE DELANTERO MOTOR BRIGADIER	660551	X	X			X
SOPORTE TRASERO MOTOR SUPERBRIGADIER	DOHZ-6070-B	X	X		X	X
SOPORTE TRASERO MOTOR INTERNATIONAL	1664728-CI	X	X		X	X
SOPORTE TRASERO MOTOR KENWORTH	KO66-282	X	X			X
SOPORTE DELANTERO MOTOR KENWORTH	666191	X	X			X
BUJE MUELLE TRASERO DODGE 600	RB-135	X	X		X	X
BUJE MUELLE DELANTERO DOSGE 600	RB-94	X	X		X	X
CAUCHO AUXILIAR MUELLE TRASERO NPR	897254387-D	X	X		X	X
BUJE MUELLE TRASERO MAZDA T45	KBK-5005	X	X		X	X
BUJE MUELLE TRASERO KODIAK	RB-191	X	X		X	X
BUJE MUELLE TRASERO NPR	RB-414	X	X		X	X
BUJE MUELLE DELANTERO MAZDA T45	KBK-5006	X	X		X	X
BUJE MUELLE DELANTERO KODIAK	RB-190	X	X		X	X
BUJE MUELLE DELANTERO NPR	RB-413	X	X		X	X
BUJE MUELLE DELANTERO NKR	897081531-0	X	X		X	X
BUJE MUELLE TRASERO PARTE DELANTERA NPR	RB-440	X	X		X	X
BUJE MUELLE DELANTERO AGRALE	RB-H104	X	X			X
BUJE MUELLE TRASERO NISSAN CABSTAR	RB-H101	X	X		X	X
BUJE MUELLE TRASERO AGRALE	RB-H105	X	X		X	X

BUJE MUELLE DELANTERO NISSAN CABSTAR	RB-H102	X	X			X
BUJE CHASIS NPR - NKR	RB-414B	X	X		X	X
BUJE BARRA TENSORA BRIGADIER	44695	X	X		X	X
BUJE BARRA TENSORA SUPERBRIGADIER	1093766	X	X			X

7. SISTEMA ACTUAL DE PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

En realidad, la manera como actualmente se planea y programa la producción en la empresa tiene algunos inconvenientes que imposibilitan que esta sea una actividad aun más ágil y eficiente.

El proceso se caracteriza por carecer de una conexión con la parte comercial, ya que no se considera de manera directa las ventas que históricamente han tenido los diferentes productos a la hora de decidir que cantidad se producirá de cada uno de ellos. Estas cantidades se definen o son establecidas por los dos supervisores que tiene la empresa (Uno en la parte de mecanizado y el segundo en el área de troquelado y ensamble) basándose en la experiencia que les da los años que llevan vinculados a Industria de Cauchos Record.

Esta programación también involucra al auxiliar de bodega o almacén quien es el encargado de manejar el inventario de producto terminado, él a su vez debe revisar que las cantidades de cada uno de los productos sea la suficiente para no estar expuestos a una escasez de alguno de ellos. Esta decisión de establecer el bajo nivel de alguno de los productos también se realiza de manera subjetiva.

Básicamente el proceso arranca cuando existe la necesidad de producir alguna referencia. Aquí pueden darse varias opciones dependiendo del tipo de producto que se requiera en el almacén. Si el producto no tiene ningún componente metálico, es decir si se trata de algún producto cuya elaboración sea en su totalidad a base de caucho, el auxiliar de bodega acudirá al supervisor de ensamble para notificárselo y de esta manera él lo incluya en su plan de trabajo. Si el producto tiene algún componente metálico, primero se verifica su disponibilidad en el inventario de producto en proceso. El componente metálico puede estar dentro de alguna de las cuatro categorías que tiene la empresa: Lamina, Tubo, Varilla, o tramos de acero.

Un producto puede estar conformado bien sea por solo uno de los componentes mencionados anteriormente o máximo por tres de ellos. Si se dispone de todos para ensamblar el producto el supervisor de ensamble asignara el trabajo al operario que considere más idóneo para ejecutarlo. Cuando hace falta alguno de ellos el respectivo supervisor se encargara de su producción. Se menciona que el respectivo supervisor pues la producción esta diferenciada de la siguiente manera: Si el componente es de lamina su elaboración esta bajo la responsabilidad del supervisor de ensamble y troquelado. Por el contrario, si se trata de algún componente de otro tipo de material su manufactura es responsabilidad directa del supervisor de mecanizado.

De ahí en adelante se verifica la disponibilidad de material para poder llevar a cabo la producción de lo que se requiere. Cada supervisor, especialmente el de mecanizado, esta en la plena libertad de programar que tipo de trabajo se ejecutara en las diferentes maquinas.

A continuación se enumeraran algunas características del proceso de planeacion y programación de la producción. Y que son razones suficientes para establecer que dicho proceso requiere de una metodología para lograr una mayor eficiencia y dinamismo que facilite el flujo de material por la planta de producción:

- Como se menciona al principio, la planeacion y programación de la producción esta totalmente desconectada de la parte comercial, por lo que no se tiene en cuenta en lo absoluto el comportamiento histórico de las ventas. Esto conlleva a que las cantidades que se disponen para producción correspondan a periodos de vetas generalmente largos (mayor a un mes) lo que no favorece la rotación del producto. Además de adquirir mas deuda con los proveedores de materia prima.

- Otra característica importante que se deriva de dicha desconexión entre la parte productiva y la comercial es que al no tomar en consideración el comportamiento de la demanda, se asignan lotes muy grandes de producción que no favorecen el rápido recorrido del material por la planta, lo que expone el proceso a que se asignen trabajos en las maquinas que no son necesarios, y lo que en realidad se requiere tenga que esperar.
- La manera como cada supervisor establece la necesidad de manufacturar algún componente es muy centralizada. Es decir, no se considera que una vez producido se debe esperar a que el nivel del producto para el que fue hecho amerite que se produzca de nuevo. Esta situación se presenta especialmente en el área de troquelado, donde el supervisor por lo general decide comprar el material cuando algún componente escasea, sin establecer primero si almacén en realidad necesita de ese producto. Esto ha generado un alto nivel del inventario de producto en proceso de los componentes de lámina.
- En el área de mecanizado los lotes de producción son del mismo tamaño de los lotes de transferencia. Es decir, sí por ejemplo se decide manufacturar 350 unidades de un respectivo componente que necesita de tres operaciones en esta área para ser terminado, no se pasa de una operación a otra hasta terminar todo el lote. Esta situación se presenta por la tendencia que existe en esta parte del proceso a especializar las maquinas para que desempeñen solo ciertos trabajos, quitando la posibilidad para que algunos tornos trabajen encadenadamente y de esta manera se trabaje con la figura del lote de transferencia, que no es otra cosa que lotes mas pequeños entre maquinas que brindan la posibilidad de terminar los trabajos mas rápido
- No se cuenta con ningún documento que facilite la asignación de trabajos dentro de la planta. Tampoco se lleva registro para el control de

la producción lo que dificulta saber con certeza la cantidad de componentes que pasan de un recurso a otro.

- La falta de espacios adecuados para el almacenamiento del producto en proceso dificulta establecer el tipo y cantidad de cada componente por lo que se corre el riesgo de producir algo que ya se tiene.
- Otra consecuencia de la falta de conexión entre la parte comercial y productiva, y lo excesivo del tamaño de algunos lotes es la asignación de horas extras para terminar con trabajos para poder tener el producto en los tiempos requeridos por el almacén.
- La compra de la materia prima no se hace pensando en la manufactura específica de un producto. Se realiza pensando en mantener un stock de cada uno de los tipos de material con los que se trabaja, por lo que se puede correr el riesgo de comprar algo que no se necesita y dejar de lado la compra de algo indispensable en el corto plazo.
- La falta de diferenciación entre cada uno de los productos con respecto a su nivel de demanda, como consecuencia de la falta de comunicación entre lo comercial y lo productivo, deja como resultado altos niveles de producto en proceso, capacidades en las maquinas mal utilizadas, trabajos inconclusos, y retrasos en los despachos de los pedidos.

7.1 DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS DE APOYO.


Con respecto a los procesos de apoyo de la parte productiva, compra de la materia prima y venta y despacho de los pedidos, se podría decir que actúan como proceso proveedor y proceso cliente respectivamente. Ya que para poder iniciar con la manufactura de los productos se debe contar el material necesario para tal fin, y todo aquello que se mecaniza, se troquela, se trata térmica o

químicamente, y se ensambla o vulcaniza, debe tener un destinatario final, los clientes. El manejo de estos dos procesos esta en manos de la secretaria administrativa en el caso de la compra del material, y el director comercial, vendedores, y auxiliar de bodega para la venta y despacho de los pedidos.

7.1.1 Compra de la materia prima: Por tratarse de un portafolio de productos tan grande, la compra de la materia prima se convierte en parte vital para el buen funcionamiento del proceso productivo. En la actualidad la empresa requiere de los siguientes tipos de materiales:

- Tubería:

Tabla 6. Tipos de tubería utilizados por la empresa.

 INDUSTRIA DE CAUCHOS RECORD Ltda.				TIPOS DE TUBERIA
CALIBRE	DIAMETRO EXTERIOR		DIAMETRO INTERIOR	PRESENTACION
	pulgadas	milímetros	milímetros	
40 CON COSTURA TIPO COLMENA	1 1/2"	48	41	TUBO DE 6 METROS DE LONGITUD
80 CON COSTURA	1 1/4"	42	32,5	
40 CON COSTURA	1 1/4"	42	35	
80 SIN COSTURA	1"	33,4	24,3	
40 CON COSTURA	1"	33,4	27	
40 CON COSTURA	5"	142	127	
80 CON COSTURA	4"	104	96	
40 CON COSTURA	3"	89	78	
80 SIN COSTURA	3"	89	73	
TIPO CALDERA	3"	76	68,5	

40 CON COSTURA	2 1/2"	73	63
TIPO PESADO	2 1/2"	79	74
80 SIN COSTURA	2"	60	52
80 SIN COSTURA	1 1/2"	48	38
80 SIN COSTURA	2"	61	49
40 CON COSTURA	1 1/2"	48	41

- Varilla:

Tabla 7. Tipos de varilla utilizados por la empresa

		TIPOS DE VARILLA	
TIPO DE ACERO	DIAMETRO EXTERIOR	PESO POR METRO	PRESENTACION
12L14	1 1/4"	6,307 Kilogramos	VARILLA DE 3 METROS DE LONGITUD
12L14	1"	4,416 Kilogramos	
12L14	15/16"	3,4879 Kilogramos	
12L14	7/8"	2,981 Kilogramos	
12L14	13/16"	2,614 Kilogramos	
12L14	3/4"	2,223 Kilogramos	
12L14	11/16"	1,886 Kilogramos	
12L14	5/8"	1,576 Kilogramos	
12L14	9/16"	1,259 Kilogramos	
1020	1/2"	976,5 Gramos	
1020	3/8"	625,3 Gramos	

- **Lamina:**

En este tipo de material se maneja una sola referencia llamada lámina tipo HR, y las denominaciones utilizadas por la empresa las da el calibre de la misma. Los principales calibres son:

- * Calibre 3/16"
- * Calibre 1/4"
- * Calibre 12
- * Calibre 1/8"
- * Calibre 5/16"
- * Calibre 16
- * Calibre 14

- **Fundición:**

Con este tipo de material se trabaja sobre pedido, es decir cualquier tipo de fundición que se requiera se le solicita al proveedor quien tiene los moldes fabricados por la empresa y que son los que le dan la forma final a los componentes. En este caso existen nueve tipos de fundición utilizados en los siguientes productos:

- * Soporte motor R18
- * Soporte Delantero Derecho Motor Swift 1300
- * Soporte Trasero Cabina Superbrigadier
- * Soporte Motor HI Internacional
- * Soporte Trasero Motor International 4700
- * Soporte Motor Dodge 600
- * Soporte Mediano Tandem Mack
- * Soporte Pequeño Tandem Mack
- * Soporte Tandem Rin 24

- **Tramos de Acero:**

Al igual que la materia prima anterior, en los tramos de acero también se debe pedir de acuerdo con el tipo de producto que se desea fabricar a continuación se describen los tipos de tramos manejados por la empresa:

Tabla 8. Tipos de tramos de acero utilizados por la empresa.

 INDUSTRIA DE CAUCHOS RECORD Ltda.				TIPOS DE TRAMOS DE ACERO
PRODUCTO	REFERENCIA	TIPO DE ACERO	DIAMETRO (PULGADAS)	LONGITUD
BUJE BARRA TENSORA BRIGADIER	44695	12L14	2"	148 mm
BUJE BARRA TENSORA SUPERBRIGADIER	1093766	1020	2 1/2"	148 mm
TERMINAL BARRA TENSORA FORD	44697	1045	2"	208 mm
BARRA TENSORA KENWORTH NEUMATICA	836940	1020	2 1/4"	145 mm
BUJE BARRA TENSORA SCANIA	1435944	1020	2 3/4"	168 mm
BUJE BARRA TENSORA FREIGHTLINER	47691	12L14	1 3/8"	148 mm
BUJE BARRA TENSORA INTERNATIONAL	46734	12L14	2"	183 mm
BUJE BARRA TENSORA FREIGHTLINER 2	6430774	12L14	2"	193 mm

- **Materia Prima del Caucho:**

- * Oxido de Zinc sello de oro * Negro de Humo 330 * Acido Esteárico
- * Alkiplast (Acelerante) * Azufre micronizado * Carga Silica
- * Caucho Natural SGP-20 * Caucho Nitrilo 330 * Caucho Regenerado
- * Caucho Polibutadieno * Cianuro de Potasio * Colofonia Gaviota
- * Flectol TMQ (Antioxidante) * Acelerante MBT

El proceso de compra de cualquier material involucra dos personas, quien solicita el material que en el caso de la empresa son los dos supervisores y la secretaria administrativa quien es la encargada de contactar a los proveedores y realizar la compra.

Una vez el supervisor ha establecido que tipo de material requiere y la cantidad, lo solicita de manera verbal (sin dejar ningún tipo de registro por

escrito). Inmediatamente después la secretaria consulta una agenda donde están registrados los datos de los principales proveedores, y de acuerdo al tipo de material que se le solicito procederá a realizar la compra. Los datos de la compra, es decir el proveedor, la fecha, el tipo de material, la cantidad, quedan consignados en otra agenda para una posible revisión.

Después de hecha la compra la secretaria da aviso al supervisor que solicito el material sobre la posible fecha de llegada del material. Cuando este llega a la empresa es revisado por el respectivo supervisor quien informara a la secretaria sobre las condiciones de llegada del material. Y si es necesario efectuar alguna reclamación.

7.1.2 Venta y Despacho de los productos: En la actualidad la empresa cuenta con cuatro vendedores distribuidos en las siguientes zonas (estas zonas son un poco diferentes a las descritas en el capítulo que hacia referencia al comportamiento histórico de las ventas, esto en atención a que la siguiente clasificación facilita la identificación con cada uno de los vendedores).

- **Zona Norte:** Valledupar, Cartagena, Barranquilla, Santa Marta, Montería, Soledad (Atlántico).
- **Zona Eje Cafetero:** Ibagué, Neiva, Pereira, Manizales, Armenia, Cali, Tulúa, Pasto, Ipiales, La Dorada (Caldas), Dos Quebradas (Risaralda).
- **Zona Oriente:** Bucaramanga y su Área Metropolitana, Cúcuta, Barrancabermeja.
- **Zona Centro:** Bogota, Villavicencio, Tunja, Duitama.

El Departamento de Antioquia, especialmente la ciudad de Medellín y el municipio de Envigado, no son atendidos directamente por la empresa. En este caso se tiene un acuerdo comercial con un distribuidor mayorista localizado en Bucaramanga quien se encarga del manejo comercial de todos los clientes ubicados en esta zona del país. La empresa se encarga de exigirle un tope

mínimo de ventas para que pueda acceder a una serie de beneficios comerciales.

La zona del eje cafetero y la zona oriente son atendidas por el mismo vendedor, mientras que los clientes ubicados en Bogota son de propiedad compartida de dos vendedores. La zona norte es visitada por un solo vendedor. Y las ciudades de Villavicencio, Tunja y Duitama son manejadas por uno de los vendedores que atiende Bogota.

Cada vendedor debe cumplir con un tope mínimo de ventas mensual, para ello deben realizar como mínimo seis correrías en el año por sus respectivas zonas. Como se menciona anteriormente no existe en la actualidad una comunicación directa entre los vendedores y los responsables del proceso productivo para poder establecer que productos se venderán más, y de esta manera poder alistar no solo la materia prima sino también el personal y las maquinas necesarias para cumplir con las necesidades que puedan llegar a tener los clientes.

Una vez el vendedor ha iniciado su trabajo por las distintas ciudades y ha logrado concretar alguna venta, se comunica con la secretaria administrativa quien es la encargada de tomar el pedido. Después de corroborar la información con el vendedor la secretaria diligencia una lista de empaque la cual entregara al auxiliar de bodega para que este verifique la disponibilidad o no de la mercancía solicitada. Si todo lo pedido esta disponible se procede al alistamiento facturación, y empaque de la mercancía para su posterior despacho. De lo contrario, el auxiliar de bodega le tendrá que informar al supervisor que corresponda sobre la escasez del producto.

Cualquier demora significativa en la manufactura de los productos que aun no se encuentran listos debe ser informada al vendedor para que este se comunique con el cliente y puedan llegar a un acuerdo sobre la entrega de la mercancía.

Cada vendedor es responsable por la recuperación de la cartera que sus clientes asumen con la empresa, y si se llegara a presentar el caso en el que un cliente incumple con el pago de una factura el vendedor asume la deuda con sus ingresos.

Para que un cliente pueda tener el beneficio comercial de un descuento debe alcanzar un tope mínimo en cada compra y no debe tener facturas vencidas al momento de realizar la compra. Si en el momento de despachar un pedido el cliente se encuentra en mora con la empresa. El pedido no será despachado a menos que llegue a un acuerdo de pago con el cliente.

8. MEDICION DEL TRABAJO EN EL PROCESO PRODUCTIVO

8.1 GENERALIDADES:

Como mecanismo que permite estandarizar el tiempo de duración de las distintas actividades que se llevan a cabo en cualquier proceso o actividad en cualquier tipo de empresa. La medición del trabajo es una herramienta fundamental o imprescindible si se busca realizar una buena programación del mismo.

Para realizar esta medición existen tres técnicas diferentes:

- Las Estimaciones
 - Los Registros Históricos
 - Los Procedimientos de Medición del Trabajo
- **Estimaciones:** Esta técnica carece de cualquier tipo de análisis objetivo, y sus resultados se basan en la experiencia y observaciones de las personas encargadas de realizar el estudio.
- **Registros Históricos:** Como su nombre lo indica, esta fuente de información se basa en resultados de estudios anteriores hechos bien sea en la misma empresa o en un sector productivo que maneje procesos similares. Con relación a la técnica anterior, los registros históricos proveen al análisis con datos más reales.
- **Procedimientos de Medición del Trabajo:** Este tipo de procedimientos se caracterizan por la objetividad y precisión de sus resultados, obtenidos en la fuente que los produce. Además de brindar información mas confiable que permite una mejor asignación de la capacidad. Existen varias técnicas que facilitan la medición del trabajo y el establecimiento de estándares. La elección de cualquiera de estas

técnicas esta sujeta al nivel de detalle deseado y a la naturaleza del trabajo mismo. Dentro de las mencionadas técnicas se encuentran:

- Datos Estándar
- Formulas de tiempo
- Sistema de tiempos predeterminados

- Estudio de tiempos por cronometro
- Estudio del muestreo del trabajo

- **Datos Estándar:** Los datos de tiempos estándar son obtenidos de estudios por cronometro hechos con anterioridad, los cuales serán utilizados en el futuro por la empresa. Dada la inexistencia de estos estudios la utilización de esta herramienta queda descartada, al igual que las formulas de tiempo, que no es otra cosa que la simplificación de la información obtenida en los estudios previos en formulas construidas por el analista.

- **Sistema de tiempos predeterminados:** Los tiempos predeterminados son quizás la técnica que brinda mayor precisión en la asignación de estándares de tiempo para las distintas operaciones. Sin embargo, tiene una desventaja con relación a las otras. Para ser más precisos la desventaja es con relación a algunas operaciones que se realizan en la empresa, como lo son los tratamientos químicos y el ensamble o vulcanizado de los productos. Para estas operaciones se tienen elementos por operación que no se encuentran claramente definidos en ninguno de los sistemas de tiempos predeterminados (MTM-1, MTM-2, MTM-3, MTM-V, MTM-G, MTM-M). Además que la adaptación de los elementos a los realmente realizados producirá errores importantes en los cálculos de los estándares.

- **Estudio de tiempos por cronometro:** El estudio de tiempos por cronometro hace una medición de la duración del trabajo de acuerdo a un método de operación establecido con anterioridad por las personas involucradas en el

mismo. Esta estandarización se lleva a cabo a partir de la diferenciación de las actividades en “elementos”¹⁹. Su uso es recomendable en aquellos trabajos frecuentes o repetitivos con tiempos de ciclo cortos.

- **Estudio del muestreo del trabajo:** Esta técnica busca establecer que porción del tiempo total es empleado en las diferentes actividades que constituyen una tarea o una situación de trabajo.

Su uso se recomienda en aquellas operaciones con un alto grado de participación de la maquina, donde la ejecución de las tareas no es repetitiva, y cuyos tiempos de ciclo son prolongados.

Dadas las características anteriores, y tomando en consideración la forma como se llevan a cabo las técnicas para realizar una medición del trabajo. Se empleara la técnica de **tiempos por cronometro** para establecer la duración de las diferentes actividades que hacen parte del proceso de mecanizado y la aplicación de pegantes. También será la herramienta utilizada para definir la manera como se lleva a cabo el troquelado y el ensamble o vulcanizado de cada uno de los productos que pertenecen al estudio.

Para las operaciones de Pesaje y Molienda del caucho, y los tratamientos Químicos restantes, se realizo una **estandarización de los parámetros de operación de la maquina o el equipo utilizado**, y se tomo un tiempo modelo para la actividad. Esto se llevo a cabo de esta manera en atención a la poca complejidad que representan estas operaciones en su planeacion y programación.

8.2 METODOLOGIA:

Como se menciona en líneas anteriores, la medición del trabajo se efectuara utilizando dos técnicas bien definidas: **Los tiempos por cronometro, y la estandarización de los parámetros de operación de ciertas maquinas y**

¹⁹ Parte delimitada de una tarea que ha sido definida previamente, y que se selecciona para facilitar su observación, medición y análisis.

equipos. La realización del estudio de tiempos por cronometro estará dividido en dos partes fundamentales: **La realización de una premuestra, y la posterior toma de datos en una muestra representativa**.

- **Realización de la premuestra:** Para poder establecer un tamaño de muestra representativo es necesario definir antes una premuestra que sirva como referencia y/o ayuda en el cálculo de la primera. Según las técnicas de muestreo de datos este tamaño puede oscilar entre los 10 a 15 datos. Para el presente estudio se ha convenido que cada uno de los elementos de cada operación sea observado en doce (12) ocasiones. No obstante, en lo concerniente a la operación de vulcanizado, el tamaño de la premuestra no será de 12 observaciones sino de 6, en atención a lo extenso del tiempo de ejecución de esta operación, lo que prolongaría significativamente la recolección de la información. Una vez se ha establecido la duración de cada observación, utilizando la técnica de tiempos por cronometro, se procede a organizar la información en las tablas definidas en el Anexo 13. El formato utilizado para la recolección de dicha información puede ser consultado en el Anexo 10.

- **Realización de la muestra:** Con la información debidamente organizada se definió el tamaño de la muestra requerido para el cálculo del tiempo estándar de cada operación. En este punto del estudio se observaron cada uno de los elementos empleando los pasos de la metodología de los tiempos por cronometro. Los cálculos hechos con la información obtenida en el estudio permitieron establecer los tiempos de operación, tiempos normalizados, y tiempos estándar de cada operación. Todos ellos registrados en las tablas diseñadas para tal fin (ver Anexo 16). El formato empleado para la recolección de los datos de cada muestra puede ser consultado en el Anexo 11.

Esta técnica también permitió conocer el desempeño de los operarios durante diferentes horas de la jornada de trabajo (No se realizó ninguna observación del trabajo de los operarios adscritos al segundo turno – 2:00 pm a 10:00 pm, entre las 5:00 pm y las 10:00 pm, pues por políticas de la empresa no se permitió el acceso al analista. También ayudó en la documentación de cada una de las operaciones requeridas en la manufactura de los productos más representativos para la empresa. Además de facilitar la información que permitirá establecer una comparación entre el trabajo que se requiere para manufacturar los diferentes componentes de un mismo producto (cuando tenga más de uno), y así definir en que momento deben estar presentes para la última operación del proceso productivo, el ensamble o vulcanizado.

Durante la realización del presente estudio se evidenciaron algunos factores que influyen en el normal desarrollo de las operaciones:

- ❖ Desorden en la planeación y programación de la producción
- ❖ Falta de un flujo continuo de la materia prima por las diferentes estaciones de trabajo
- ❖ Desequilibrio entre las cantidades producidas de cada uno de los componentes de un mismo producto
- ❖ Exceso de inventario en el piso de la planta.

Estos factores evidencian que realizando una mejora en el sistema de planeación y programación de la producción se pueden disminuir el impacto de algunos de estos problemas.

8.3 ESTUDIO DE TIEMPOS

8.3.1 Requerimientos: Como requisito previo antes de iniciar con el estudio de tiempos se informó a las partes involucradas o interesadas en el mismo sobre la manera como se desarrollaría. Partiendo por los operarios, principales

actores en el desarrollo del estudio, no solo a los que fueron seleccionados, sino también a los demás pues se requiere que todos conozcan los objetivos que se persiguen con la ejecución de este trabajo. También se informó a las directivas de la empresa y a los respectivos supervisores sobre los métodos a utilizar, las técnicas de medición del trabajo, y la forma de valoración del desempeño de los operarios.

8.3.2 Desarrollo del estudio: Como primera medida se decidió retomar los diagramas de flujo consignados en el Anexo 9, donde se registraron las operaciones que requieren cada uno de los productos que pertenecen al estudio. Esto con el fin de poder establecer la secuencia que se seguirá a la hora de recolectar la información. En este punto cabe hacer la aclaración que la recolección de la información no guarda una secuencia cronológica concordante con la secuencia de ejecución de cada una de las operaciones de cada uno de los productos. Esto debido a que en el momento en que se ejecutaba alguna operación en particular el analista no tenía la disponibilidad de tiempo para observarla y medirla, por lo tanto tenía que esperar a que se manufacturara otro lote y poder así darle cumplimiento a la medición.

Una vez definidas y conocidas las operaciones a estudiar, se seleccionó el operario más idóneo para incluirlo en el estudio. Simultáneamente se realizó el diseño de los formatos donde quedara registrada la información, se dividió cada operación de cada producto en sus respectivos elementos. Los pasos a seguir para la realización del estudio de tiempos por cronómetro se describen a continuación:

- **Elección del Operario:** En este punto no se describirá específicamente que operario se observara en cada operación particular de cada producto. Por el contrario, se estableció que serían seis los operarios escogidos para llevar a cabo el estudio en lo que concierne al mecanizado. Esto en atención a las siguientes razones: Ciertas operaciones solo pueden ser ejecutadas en un tipo específico de torno,

por lo que el grupo de operarios se reduce a solo dos en algunas operaciones. La imposibilidad de poder realizar mediciones en el segundo turno en el horario de 5:00 p.m. a 10:00 p.m. también influye en la selección de los operarios. La operación de perforado, necesaria en algunos de los productos que pertenecen al estudio, solo es ejecutada en una maquina en particular, en atención a que en las demás las características técnicas de la operación no la impiden pero si la dificultan, por lo que los responsables de la producción siempre asignan este trabajo a un mismo operario. Finalmente, una de las maquinas es operada por el supervisor, por lo que contar con esta persona durante el estudio no seria recomendable por las continuas interrupciones que se presentarían durante la ejecución de las operaciones. Estas características hacen que la elección del operario quede reducida a los siguientes operarios:

Tabla 9. Operarios elegidos para el estudio de tiempos por cronometro.

MAQUINA Y/O AREA	OPERARIO	MAQUINA Y/O AREA	OPERARIO
Torno Control Numérico Computarizado	Alexander V Evinson G	Torno Revolver No 6	Juan Ojeda Alejandro E.
Torno Paralelo No 3	José Arias	VULCANIZADO	Arnulfo S Ernesto P Freddy J Ederson M Fermin A Levis P
Torno Revolver No 5	Oscar Franco	Soldadura	Javier H
Troquelado	Rodrigo Suárez	Aplicación de Pegante	Blanca v

➤ **Diseño del formato para el registro de datos:** El registro utilizado para la recolección de la información tanto en la premuestra como en la muestra tendrá la siguiente información: Fecha, Área de trabajo, Estado (actual o propuesto), Operación, Observador, Descripción de los elementos por ciclo, Componente y referencia del producto, Operario, Espacios para 12 ciclos en la premuestra, Cálculos respectivos según sea para la premuestra o muestra. Los formatos pueden ser consultados en los anexos 10 y 11.

- Nombre del operario.
- Nombre de la operación.
- Área de trabajo, fecha de estudio, y nombre del observador.
- Tiempo de operación por elemento (Valoración, Tiempo cronometro, Tiempo observado, y Tiempo normalizado).
- Asignación de suplementos.
- Calculo de tiempo estándar.

➤ **División de la operación en elementos:** Buscando una recolección fácil de la información, se definieron los elementos necesarios para la observación de cada operación involucrada en la manufactura de los productos que pertenecen al estudio. Estos elementos se establecen tomando en consideración las siguientes recomendaciones: Divisiones basadas en grupos de movimientos similares y separados en su mayor parte por cambios en la posición del operario y/o sonidos propios y repetitivos en cada ciclo. La medición del tiempo se hace respetando la secuencia de ejecución de cada elemento.

Al dividir una operación en elementos se tuvieron en cuenta las siguientes reglas:

- Los elementos deben tener la duración mas corta compatible con la posibilidad de ser fácilmente cronometrados
 - Deben separarse los tiempos de manipulación de los de maquina
 - Deben separarse los elementos constantes de los variables.
- **Equipo:** Para la realización del estudio se utilizo un cronometro electrónico con una precisión de dos decimales, estos equipos permiten la toma de tiempos de manera continua o con regresos a ceros. Durante el estudio se empleo la segunda de estas técnicas.
- **Técnica de estudio:** El análisis de cada una de las operaciones se realizo por medio de la observación directa en el puesto de trabajo de cada operario. Estas observaciones se hicieron a diferentes horas del día en un horario comprendido entre las 7:00 a.m. y las 4:45 p.m. (Los días viernes este horario se extendía hasta las 5:15 p.m.). Primero se recolecto la información necesaria para estructurar la premuestra, la cual después de analizada y con los cálculos necesarios sirvió para establecer la respectiva muestra.
- **Método de toma de datos:** En el estudio se utilizo el método de cronometraje con regreso a ceros. De manera simultánea se contabilizo el tiempo total que se empleo en la recolección de los datos pertenecientes a cada una de las muestras. La tabla diseñada para recolectar la información permite además registrar las diferentes dificultades que pueden surgir a la hora de efectuar su registro (Elementos extraños).
- **Ciclos de estudio:** A través de la premuestra se calculan además de la media de los tiempos, la desviación estimada de la misma. Esta premuestra se definió de doce (12) observaciones, en cada una de las operaciones (con excepción del vulcanizado que tendrá 6 observaciones). Conocidos los resultados de este piloto se entro a

realizar los respectivos cálculos estadísticos definiendo previamente otros valores como:

- **El nivel de confianza deseado ($1 - \alpha$)**, que se estableció en un 99%. Este es la probabilidad de que la variable resultado (Tiempo Tipo) sea verdadero o estadísticamente aceptable.
- **Error muestral**, es la diferencia entre el resultado obtenido de una muestra y el resultado que debimos haber obtenido de la población, que para el caso del estudio ocurre entre el tiempo tipo real y el tiempo tipo calculado. Esta desviación fue definida en un 5% máximo.

Una vez conocida esta información se retoma el **Teorema del límite central** resume: “El promedio de muestras (\bar{x}) obtenidas de observaciones con distribución normal también tiene distribución normal alrededor de la media de la población (μ). La varianza alrededor de la media de la población μ es igual a σ^2/n , donde n es igual al tamaño de la muestra y σ^2 es la varianza de la población”²⁰.

Como la premuestra y la muestra son inferiores a 30 datos, se cambio la distribución Z por la t-student. El cálculo de la muestra se realiza mediante la siguiente ecuación:

Ecuación No 1:

$$S = \sqrt{\frac{\left[\sqrt{\left(\sum_{i=1}^n Xi^2 \right)} - \left(\frac{\left(\sum_{i=1}^n Xi \right)^2}{n} \right) \right]}{n-1}}$$

²⁰ MONTGOMERY, Douglas. RUNGER, George. Probabilidad y estadística aplicada a la ingeniería. Ciudad de México DF. México. Mc Graw Hill. 1996.

Ecuación No 2:

$$N = (s \times t/e)$$

Con el resultado obtenido de la ecuación No1 se calcula la desviación estándar (s), que simplemente es la raíz cuadrada de este resultado. Con este dato mas el obtenido de la tabla t-student para un numero (n) de datos y un nivel de confianza $(1 - \alpha)$ especifico se calcula el tamaño de muestra N, utilizando la ecuación 2. Finalmente se toman los ciclos para cada una de las operaciones y se registra la información en el formato diseñado para tal fin. El resumen de la información relacionada con la premuestra puede ser consultada en el Anexo 13.

Todos los cálculos realizados en la premuestra solo incluyen los tiempos de operación. Los suplementos correspondientes a descansos y fatiga no son incluidos ya que el objetivo de la premuestra es tener un conocimiento de la distribución de los tiempos reales de la operación.

Calculado el número de ciclos se procedió a realizar la toma de la muestra según el N adecuado, y se registro la información en la tabla correspondiente. Toda la información relacionada con el cálculo de la muestra se encuentra en el Anexo 16.

- **Desempeño del operario:** Con el objetivo de normalizar la información recolectada en cada uno de los elementos de las diferentes operaciones, se observo a los diferentes operarios seleccionados en cada una de las maquinas o centros de trabajo y se aplico un porcentaje de valoración para la normalización de los datos. La técnica de calificación utilizada fue la Calificación por velocidad o rapidez. Este método solo considera la tasa de trabajo logrado por unidad de tiempo. En esta parte los analistas que intervienen en la valoración del tiempo utilizado por el operario lo hacen de manera subjetiva, según su criterio de efectividad para el operario comparado contra un operario de trabajo normal. Esta calificación no toma en consideración los tiempos

generados por elementos no repetitivos y no repetitivos aleatorios. Para asignar un valor el analista evalúa primero según su criterio, si el elemento de la operación fue realizado por encima o por debajo de la velocidad normal, se asigna un valor que mejor se ajuste al desempeño estándar contra el normal, según la regla que se ilustra en la tabla 10.

Tabla 10. Relación porcentual del desempeño de un operario.

%	0.80	0.85	0.90	0.95	1.00	1.05	1.10	1.15	1.20
	ML	L	L	LN	NORMAL	RN	R	MR	MR

Si la operación se realizo a un ritmo mas lento se asigna un valor entre 0.80 y 0.99, de igual manera si el elemento de la operación se realizo mas rápido se colocara un valor entre 1.05 y 1.20. Esta valoración se hace una sola vez para cada elemento descrito en la operación y debe aproximarse al desempeño promedio del operario para ese elemento.

$$\text{Ecuación 3: } TN = TO * C/100$$

➤ **Asignación de suplementos:** Tomando en consideración que el ritmo del trabajador no será constante a medida que desempeña su labor, es necesario asignar una serie de tiempos extras a la labor que se desempeña. Estas asignaciones se incluyen debido a:

- Interrupciones personales: Idas al baño, idas al bebedero, etc.
- Interrupciones por fatiga: Cansancio, monotonía, etc.
- Suplementos especiales: Traslados.

Para la asignación de suplementos a la operación se deben agregar todos y cada uno de los porcentajes encontrados en el estudio. Para ello se utiliza la siguiente ecuación:

Ecuación 4: $TNSE = TN + TN * (\% \text{ SUPLEMENTOS})$.

La inclusión de los suplementos especiales se hace en razón a las variables que afectan el sistema y que no son controlables. Posteriormente se deben incluir los suplementos que hacen referencia a las necesidades personales y fatiga que son obligatorios e ineludibles en cualquier operación. Dicha asignación se hace de la siguiente manera:

- **Operario Hombre:** Necesidades personales 5%-Fatiga 4%-Total: 9%
- **Operario Mujer:** Necesidades personales 7%-Fatiga 5%-Total: 12%

Finalmente, y tomando como punto de referencia las tablas de valoración de la OIT, se incluyen los suplementos variables, además del porcentaje de suplementos asignados en cada una de las siguientes categorías:

- **Postura:** Estos suplementos se basan en la posición en la que el trabajador realiza su trabajo normal y el cual agrega un consumo de energía adicional contrastado contra la postura de estar sentado.
- **Fuerza Muscular:** Suplemento por descanso asignado por fatiga muscular y la recuperación de los mismos después de un esfuerzo realizado, el cual es el resultado de un gasto de energía necesario en el desarrollo de la operación.
- **Condiciones Atmosféricas:** Es el porcentaje de descanso agregado a la operación debido a la respuesta generada por el cuerpo humano al estar expuesto a condiciones externas durante el desarrollo de su trabajo, como la calidad del aire, la temperatura, entre otras.

- **Niveles del Ruido:** Se asigna un suplemento de trabajo de acuerdo a los niveles de ruido en decibeles y al tiempo de exposición de los operarios al mismo.
- **Nivel de Iluminación:** El porcentaje agregado al tiempo de operación según la cantidad de luz necesaria para realizar el trabajo contra la luz requerida según los estándares internacionales.
- **Tensión Visual:** Este suplemento se adiciona al tiempo de operación de trabajo que requieren alta precisión por parte de quien realiza el trabajo, en cuanto a la habilidad de la tarea; teniendo en cuenta el color y el tiempo de exposición.
- **Tensión Mental:** Porcentaje adicional al tiempo según la complejidad de la tarea y la evidencia objetiva del cambio en la producción del trabajo por la fatiga.
- **Monotonía:** Suplemento adicional que se asigna como resultado del uso repetitivo de ciertas facultades mentales y el tiempo de duración de las mismas.
- **Tedio:** Este suplemento se aplica a las tareas repetitivas que se ejercen con ciertas partes del cuerpo como brazos o piernas.

La tabla de la OIT fue ubicada en el Anexo 14. La asignación final de porcentajes de suplementos para cada área de trabajo es la mostrada en la tabla 11. La tabla general se puede apreciar en el Anexo 15.

Tabla 11. Suplementos asignados por Área de trabajo.

AREA DE TRABAJO	OPERACIONES	PORCENTAJE DE SUPLEMENTOS (%)
MECANIZADO	TRONZAR EN TORNO	14%
	TRONZAR EN SIERRA	
	BISELAR	
	REFRENTAR	
	ALESAR	
	CILINDRAR	
APLICACIÓN DE PEGANTE	APLICAR PEGANTE NEGRO	16%
	APLICAR PEGANTE GRIS	
APLICACIÓN DE SOLDADURA	APLICAR SOLDADURA	14%
VULCANIZADO	VULCANIZAR	MAX: 29% MIN: 22%

Los suplementos asignados en el área de Vulcanizado varían de acuerdo al tipo de molde utilizado en la manufactura del producto. Por tal razón se presento el porcentaje máximo y mínimo asignado.

Para concluir, se calcula el tiempo estándar de cada operación con la ayuda de la ecuación 5.

$$\text{Ecuación 5: } TS = TNSE + TNSE * \text{Suplemento}$$

Tiempo Estándar: *“El tiempo requerido para un operario calificado y capacitado trabajando a paso normal y realizando un esfuerzo promedio para ejecutar la operación”²¹.*

²¹ NIEBEL, Benjamín. Ingeniería Industrial, métodos, estándares y diseño del trabajo. 10ª edición, Ciudad de México DF. México. Alfaomega grupo editor, 201. Capítulo 8.

Toda la información concerniente a la capacidad de producción de cada uno de los centros de trabajo en cada uno de los productos que pertenecen a la metodología, con sus respectivos tiempos estándar fue consignada en el Anexo 18.

➤ **CALCULOS DEL ESTUDIO:** Cuando se haya registrado el tiempo del último ciclo de cada operación, los valores que no hayan sido marcados o los errores cometidos durante el registro, son eliminados del tiempo total calculado, de la misma manera que los tiempos cuya duración se salen por completo de la normalidad. Resumiendo los pasos que se siguieron para realizar estos cálculos fueron los siguientes:

- Se suman y se promedian según número de ciclos tomados por elemento.
- Se calcula el cuadrado de la suma de todos los ciclos por elemento. Ver ecuación 6.

Ecuación 6: Cuadrado suma = $(\sum \text{ tiempo elemento para todos los ciclos})^2$

- Por otra parte se establece la suma de cuadrados de cada tiempo del elemento en cada ciclo tomado. Ver ecuación 7.

Ecuación 7: Suma de cuadrados = $\sum (\text{ tiempo por elemento por ciclo})^2$

Las operaciones hechas con las dos últimas ecuaciones son las mismas realizadas para la muestra y son las utilizadas en la ecuación 1 de este capítulo.

- Se calcula la desviación estándar con la ecuación 1

- Se suman todos los tiempos promedios por elemento constante de la operación.
- Se calcula el tiempo normalizado de la operación.
- Se calcula el tiempo estándar con la ecuación 5.

8.4 ESTANDARIZACION DE PARAMETROS DE OPERACIÓN DE MAQUINAS Y/O EQUIPOS.

Como se estableció en páginas anteriores, el proceso de manufactura de todos y cada uno de los productos que pertenecen a la metodología requiere de una serie de operaciones cuyo tiempo de duración no fue posible definir mediante la metodología de tiempos por cronometro, muestreo del trabajo, o tiempos predeterminados. Estas operaciones son los tratamientos químicos de Desengrase, Decapado, y Fosfetizado. Su principal característica es la de no requerir de la intervención directa del operario a lo largo de toda su ejecución, su participación es mínima ya que solo se necesita su presencia a la hora de la adecuación de las piezas en los diferentes equipos utilizados para tal fin, y por supuesto en el momento en que el tiempo sugerido para llevarlas a cabo se cumple. Esto hace que el tiempo de ciclo sea muy largo, con una participación escasa del operario y sin ninguna utilización de algún tipo de maquina.

Su ejecución no reviste ninguna consideración de cuidado o complejidad, pero su realización es obligatoria en aras de poder mejorar las propiedades de las piezas (retarda el proceso de oxidación). Los equipos utilizados son tanques en cuyo interior se vierten los diferentes químicos necesarios para llevar a cabo estos tratamientos. Tanto el Decapado, como el Desengrase y el Fosfetizado guardan siempre un orden secuencial que debe ser respetado para poderle brindar a la pieza las propiedades que requiere. El procedimiento comienza con el desengrase, continua con el Decapado, y finaliza con el fosfetizado. Su ejecución esta a cargo de un solo operario, quien también cumple funciones de soldador.

La materia prima empleada para realizar estos tratamientos es el Acido Clorhídrico para el Decapado, el Fosfato de Zinc pesado para el Fosfetizado, y el Desengrasante de tipo industrial Kleanex KS-10 para el desengrase. La variable a controlar durante estos tratamientos es el tiempo que deben permanecer las piezas en los tanques. No obstante, el tiempo definido para llevar a cabo estos tres procesos puede oscilar entre los *120 y 150 minutos*²².

Otro tratamiento químico utilizado es el zincado, guarda las mismas características de los tres tratamientos anteriores, pero solo se utiliza en dos componentes de dos productos diferentes de aquellos que pertenecen a la metodología. Estos componentes son:

Tabla 12. Componentes que requieren del tratamiento químico. Zincado.

PRODUCTO	COMPONENTE
SOPORTE MOTOR KODIAK 3116 REFERENCIA: 15624948	ARANDELA
BUJE MUELLE DELANTERO NKR REFERENCIA: 897081531-0	BUJE EXTERNO

Su análisis se realizó mediante la estandarización de los parámetros de operación, al igual que los tres tratamientos anteriores, ya que sus características de tiempo de ciclo largo, poca intervención del operario para ejecutarlos, así como la no utilización de máquinas así lo sugieren.

Además está el proceso de tamboreado, que sirve como complemento del troquelado, pues ayuda en la eliminación de superficies cortantes que pueden llegar a quedar luego de pasar las piezas por la troqueladora. A pesar de no ser un tratamiento químico como los anteriores, tiene las mismas características de intervención del operario, y duración del ciclo de trabajo. No obstante si se utiliza una máquina para su ejecución (ver figura ***). Su análisis, al igual que el desengrase, decapado, fosfetizado y zincado, se hizo por la estandarización de los parámetros de operación.

²² Información suministrada por el operario encargado de la ejecución de los tratamientos.

Figura 14. Tambor



Por ultimo, el tratamiento térmico (REVENIDO) que requiere el componente identificado como lata del Soporte motor de Kodiak 3116 también fue analizado bajo la estandarización de los parámetros de operación del mismo.

La metodología empleada para realizar el análisis o estandarización de los parámetros de operación de las diferentes operaciones mencionadas con anterioridad, consistió en realizar una serie de observaciones para establecer el tiempo de duración de cada una de ellas, además de la capacidad de transformación o el numero de piezas que podrían llegar a ser tratadas en cada ciclo de observación. En el caso del desengrase, el decapado y fosfetizado cuya ejecución tiene que ser en conjunto, el numero de observaciones ascendió a veinte (20), esto permitió que un a vez recolectada la información se procediera a realizar un análisis de varianza de un factor (ANOVA), con el fin de poder establecer si existía una diferencia significativa entre cada uno de los tratamientos químicos.

Por el contrario, con el Zincado, el tamboreado, y el tratamiento térmico (REVENIDO), utilizado en uno de los productos de la metodología, el número de observaciones se redujo considerablemente debido a que estas últimas son operaciones que solamente se realizan sobre unos productos en particular, por lo que solamente en un numero reducido de ocasiones se tuvo la posibilidad de

recolectar algún tipo de información. Esto provocó que en el caso de estas tres operaciones el análisis se concentrara en definir un tiempo promedio de ejecución de la actividad, así como el número promedio de unidades tratadas o transformadas en dichas operaciones.

La información recolectada para cada uno de los tratamientos y operaciones puede ser consultada en el Anexo 20.

8.4.1. Análisis de varianza de un factor – ANOVA - (Desengrase-Decapado-Fosfetizado)

El análisis de Varianza de un solo factor (ANOVA) realiza un análisis de varianza sencillo, que somete a prueba la hipótesis según la cual las medias de varias muestras son iguales. O en su defecto que no existen diferencias significativas entre ellas. Generalmente, el análisis de varianza, es un procedimiento estadístico que se utiliza para determinar si las medias de dos o más muestras fueron extraídas de la misma población.

Para el caso concreto de estos tres tratamientos químicos se busca establecer si existe una relación fuerte entre sus tres medias, o si las diferencias existentes entre ellos no revisten significancia alguna. Para realizar este análisis se definió un número de observaciones o ciclos de observación para cada uno de los tres tratamientos donde se estableció la hora de inicio del tratamiento, la hora de finalización, así como las piezas tratadas o sometidas en el mismo. Este análisis puede ser consultado en el Anexo 19.

La tabla que resume el tiempo empleado en cada uno de los tratamientos se resume a continuación:

Tabla 13. Tiempo empleado en cada uno de los tratamientos químicos (Desengrase-Decapado-Fosfetizado).

No DE CICLO	DURACION DELTRATAMIENTO QUIMICO (min.)		
	DESENGRASE	DECAPADO	FOSFETIZADO
1	22	54	45
2	35	62	32
3	30	58	49
4	34	73	42
5	37	59	38
6	29	67	50
7	34	56	36
8	42	63	41
9	29	62	33
10	30	74	41
11	29	57	50
12	34	45	63
13	33	61	45
14	32	50	55
15	43	56	29
16	39	51	39
17	40	71	39
18	32	81	28
19	39	57	36
20	39	70	38

Análisis:

Tabla 14. ANOVA

ANOVA DE UN FACTOR

RESUMEN				
<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
DESENGRASE	20	682	34,1	27,6736842
DECAPADO	20	1227	61,35	81,8184211
FOSFETIZADO	20	829	41,45	77,3131579

ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	7950,63	2	3975,316667	63,8416167	2,8135E-15	3,158842719
Dentro de los grupos	3549,3	57	62,26842105			
Total	11499,93	59				

El resultado de la ANOVA le da el valor estadístico de la "F." En este caso el valor de la "F" o la variación entre los tres grupos es 63.84. Para saber si los resultados en este ejemplo son significativos (o sea, si la probabilidad "P" tiene un valor menor a 0.05), el valor de la "F" necesita ser al menos 3.158 (o sea, el valor crítico para F). Entonces, como el valor de nuestra "F" es de 63.84 y es mucho mayor que el valor crítico para F (3.158), **sí existe una relación significativa entre cada uno de los tratamientos químicos. O en otras palabras no hay diferencias significativas entre cada uno de ellos. La probabilidad demuestra a qué nivel los resultados son estadísticamente significativos.**

De acuerdo a los resultados obtenidos en la ANOVA, y considerando que a los tratamientos químico y térmico denominados como Zincado y Revenido respectivamente, al igual que al tamboreado, no fue posible recolectarles una serie de datos más grande, debido a que son operaciones que se realizan sobre productos específicos de la metodología, cuya manufactura se dio en contadas ocasiones durante el trabajo de campo. Su análisis se limitó a un cálculo del tiempo promedio de la operación al igual que un promedio de las piezas tratadas durante cada operación.

Los resultados obtenidos tanto en la ANOVA como en los demás promedios se resumen en la siguiente tabla, la cual muestra el tiempo promedio de cada operación así como la capacidad de transformación (en número de piezas) durante la realización de cada una de ellas.

Tabla 15. Tiempo de ejecución y capacidad de transformación.

OPERACION	TIEMPO PROMEDIO DE EJECUCION (minutos)	CAPACIDAD DE TRANSFORMACION (numero de piezas)
DESENGRASE	34.10	165
DECAPADO	61.35	
FOSFETIZADO	41.45	
ZINCADO	89.50	158
REVENIDO	85.50	181
TAMBOREADO	24.00	171

8.5 CONCLUSIONES DEL ESTUDIO.

Después de haber realizado el estudio utilizando las técnicas de tiempos por cronometro y la estandarización de parámetros de operación. Se establecieron las siguientes conclusiones:

- Los productos que pertenecen a la metodología requieren entre 9 y 20 operaciones para ser manufacturados. Estas operaciones se llevan a cabo en 5 centros de trabajo: Mecanizado, Troquelado, Vulcanizado, Tratamientos Químicos y Térmicos, y Soldadura.
- Por el número de operaciones que se llevan a cabo en él, por el tiempo de duración de las mismas, porque al menos uno de los componentes de todos los productos que pertenecen a la metodología requieren de él. El centro de trabajo de Mecanizado es el más representativo en lo que a impacto en la capacidad de producción se refiere.
- Los cuatro centros de trabajo restantes centran su importancia en el soporte para completar el proceso de producción.
- El troquelado es el centro de trabajo con mayor capacidad de todos, esto en atención a lo reducidos o cortos que son los tiempos de ejecución de las distintas operaciones que se llevan a cabo en él. De ahí que solo sea necesario un solo operario para atenderlo.
- El Vulcanizado pese a tener el mismo número de operarios que el mecanizado, no representa una limitante en la capacidad de producción. Esto obedece a que para poder mecanizar una pieza se pueden necesitar hasta seis operaciones diferentes con sus respectivos montajes y/o preparación de maquina, mientras que para vulcanizar un producto, además de los diferentes componentes que lo integran

(muchos de ellos mecanizados), se necesita de una sola operación. Y una vez realizada dicha operación el producto esta listo para la venta.

- Los tratamientos químicos y térmicos (Revenido), así como el tamboreado son operaciones muy versátiles, de poca complejidad en su ejecución, y con una capacidad de transformación que comparativamente con las demás operaciones la convierten en un procedimiento cuya planeacion no reviste mayor complejidad.
- El método empleado para ejecutar las operaciones que requieren los productos que pertenecen a la metodología guardan una similitud significativa entre ellas. Es decir, sin importar que tipo de producto se este manufacturando. Un cilindrado (Mecanizado), alesado (Mecanizado), perforado (Mecanizado), una reducción o ampliación de diámetro (Troquelado), un tamboreado, un tratamiento químico (Desengrase, Decapado, Fosfetizado), se realizan guardando una semejanza entre ellas, de ahí que el numero de elementos así como la ejecución de los mismos es similar.
- Para llevar a cabo las operaciones adscritas al centro de trabajo de mecanizado se debe respetar una secuencia u orden de ejecución, pues por ejemplo para poder cilindrar una pieza se debe primero haber alesado la misma. De igual manera, si se necesita biselarla primero se debe realizar las dos anteriores. Esto mismo ocurre con los tratamientos químicos.
- Para realizar las operaciones que se requieren en el mecanizado de los componentes de los productos pertenecientes a la metodología, se debe tener presente primero las características dimensionales que debe tener al final del mecanizado. Esto en atención a que no cualquier torno puede ser utilizado para ejecutarlas.

- En la operación de vulcanizado, la capacidad de producción para una referencia en particular esta dada por el numero de moldes con los que cuenta la empresa para poder vulcanizarla. En el caso especifico de los productos que pertenecen a la metodología, este numero va desde un (1) molde (Soporte trasero motor International), hasta ocho (8) (cualquier tipo de buje para muelle). No obstante para poder utilizar los ocho moldes se necesita de la intervención de dos operarios.
- Salvo en el caso del torno de control numérico computarizado, la versatilidad de los operarios asignados al área de mecanizado permite que cualquiera de ellos este en la capacidad de operar cualquiera de las maquinas. En la actualidad el torno de control numérico computarizado solo puede ser manejado por tres operarios.
- Para el vulcanizado de los productos se puede disponer de cualquiera de los operarios adscritos a este centro de trabajo, no se presenta la especialización de ninguno de ellos lo que permite variar la programación de los trabajos asignados si las circunstancias así lo demandan.
- El tiempo de preparación de las maquinas en el área de mecanizado oscila entre los *45 y 75 minutos*²³ (Este tiempo no fue medido durante el estudio de tiempos).
- Todas las demás maquinas que intervienen en el proceso productivo no requieren de preparación alguna durante la jornada laboral. Específicamente en el caso de las prensas utilizadas para el vulcanizado y el tanque empleado para el fosfetizado, lo único que se necesita es que alcance su temperatura mínima de funcionamiento. Para ello se cuenta con una persona encargada de encender las maquinas antes de iniciar la jornada laboral, por lo que al iniciar misma las maquinas están a punto.

²³ Este tiempo fue suministrado por los diferentes operarios adscritos al área de mecanizado.

- De todos los productos que pertenecen a la metodología, solo dos de ellos comparten un mismo componente, se trata de los bujes trasero y delantero de Nissan Cabstar, que comparten el buje externo.

9. ADMINISTRACION DE LA DEMANDA

9.1 GENERALIDADES.

Controlar todas sus posibles fuentes, permitiéndole al proceso productivo adelantarse a los requerimientos del mercado, es el objetivo principal de la administración de la demanda. Una manera muy apropiada de lograr este objetivo es mediante la utilización de técnicas de pronósticos que incluyan todos los factores que afecten este fenómeno.

Los pronósticos se realizan sobre cualquier tipo de variable, todo pronóstico ya sea sobre la venta de un producto, o la capacidad de producción de una planta, tiene como objetivo principal reducir la incertidumbre de los resultados obtenidos frente a lo que se planificó en un principio. Esto en aras de poder tomar decisiones tanto en el presente como en el futuro.

Tomando en consideración lo anteriormente planteado, todo objetivo requiere ser medido, y en algunas ocasiones se necesita corregir lo que originalmente estaba planteado en pro de lograr la consecución del mismo. Es ahí donde el pronóstico cobra importancia pues las consecuencias de las decisiones tomadas dependen de lo que ocurrirá en un futuro incierto. Es por eso que se definió pronóstico como se describe a continuación:

Pronóstico: “Es una estimación cuantitativa o cualitativa de uno o varios factores que conforman un evento futuro, con base en información actual o del pasado.”²⁴

Ningún resultado de cualquier tipo de pronóstico coincidirá de manera exacta con lo que la realidad ofrece. Sin embargo, todos los esfuerzos hechos en este

²⁴ CHASE, Richard. AQUILANO, Nicholas. JACOBS, Robert. Administración de producción y operaciones. 8ª edición. Bogotá. Colombia. Mc Graw Hill. 2000, capítulo 6.

campo estarán encaminados a desarrollar nuevas técnicas que permitan a los administradores de procesos minimizar los errores que se puedan presentar a la hora de confrontar lo planeado con lo obtenido de la realidad.

9.1.1 Tipos de pronósticos

De acuerdo a las necesidades de aquel que lo requiera, un pronóstico puede ser de largo plazo, si lo que se necesita es establecer un rumbo estratégico para la organización, es decir adoptar medidas que cubran un periodo largo de tiempo. O por el contrario puede ser de corto plazo, si las necesidades son meramente tácticas u operativas y se busca definir el comportamiento de una o más variables en el futuro inmediato. Este último tipo de pronóstico es comúnmente empleado por administradores de rango medio y de primera línea.

Los procedimientos de pronósticos no solo pueden ser clasificados según el horizonte de tiempo que puedan llegar a cubrir. Sus características también les proporcionan una tendencia bien sea cualitativa o cuantitativa. Un pronóstico con tendencia cualitativa es aquel que se basa en el juicio que resulta de la experiencia de quien pronostica, sin la manipulación de datos cuantitativos. Por ende sus resultados pueden llegar a carecer de objetividad. Mientras que el pronóstico cuantitativo es el producto de un procedimiento estandarizado cuyo punto de partida es la utilización de datos de la misma índole, no requiere elementos de juicio y sus resultados gozan de mayor objetividad.

9.1.2 Selección del Método de Pronostico.

En líneas anteriores se destacaba que de acuerdo a las necesidades del pronosticador este último podía recurrir a diferentes tipos de pronósticos. Generalmente las características de estos últimos responden a interrogantes como el nivel de detalle que se busca en los resultados, el horizonte de tiempo

que se necesita cubrir, o si el procedimiento mas idóneo es uno cuantitativo o cualitativo.

A la hora de seleccionar uno u otro tipo de pronóstico también se debe prestar atención a la facilidad de su aplicación y a la conveniencia de sus resultados, no necesariamente cuando de pronósticos se trate un procedimiento matemático complejo es sinónimo de resultados satisfactorios. En últimas lo que se debe lograr es un procedimiento pragmático que arroje resultados que faciliten la aplicación de decisiones acertadas en el largo, mediano, y corto plazo. Sin dejar de lado que relación costo de la aplicación/beneficio obtenido debe beneficiar a la organización.

9.1.3 Pasos a seguir en el pronóstico.

Toda técnica de pronóstico busca consolidar en un futuro incierto aquellos comportamientos que sobre alguno o varios aspectos específicos se han venido presentando a lo largo del tiempo. De ahí la suposición de que las condiciones que generaron los datos anteriores son indistinguibles de las condiciones futuras, con excepción de aquellas variables reconocidas de manera explícita por el modelo de pronóstico. Por ejemplo, si se desea pronosticar el nivel de cumplimiento de un determinado proveedor, usando solo como pronóstico los resultados de una evaluación de desempeño, se asume que el índice de desempeño de dicho proveedor solo se vera afectado por la mencionada evaluación. Considerando que la suposición del pasado y futuro son indistinguibles no se cumple, resultaran pronósticos imprecisos a menos que se modifiquen a juicio de quien pronostica.

Como se ha establecido, cualquier pronóstico se alimenta de información que ha resultado de la consolidación de sucesos históricos. Esto conduce a la identificación de un procedimiento o método para llevarlo a cabo. Dicho procedimiento esta conformado por los siguientes cuatro pasos:

1. Recopilación de Datos de datos

2. Reducción o condensación

3. Construcción del modelo

4. Extrapolación del modelo.

- **Recopilación de Datos:** Es la base sobre la que se construye un buen pronóstico, pero a su vez representa todo un reto para quien este cargo de la construcción del mismo. Generalmente resulta algo tedioso la recopilación de la información clave pues se puede correr el riesgo de dejar por fuera del análisis información que podría resultar fundamental, o por el contrario el exceso de la misma podría generar lentitud en el desarrollo del pronóstico, así como resultados con poca validez o importancia que perderían vigencia con mayor rapidez. Siempre que se hace necesario obtener datos pertinentes en una organización, se hacen presentes problemas de recopilación y control de calidad.
- **Reducción o condensación de datos:** Para minimizar el riesgo de padecer un exceso de información, o un faltante de la misma, la reducción de datos pretende que todo aquello que alimente el pronóstico goce de la mayor idoneidad posible. Ya que incluso la conveniencia de alguna información esta ligada a ciertos periodos históricos de tiempo. Por ejemplo, para programar la producción de artículos escolares poco importaría los datos de demanda de los últimos meses del año.
- **Construcción del Modelo:** La elaboración de un modelo de pronóstico permite ajustar los datos recolectados durante la fase inicial del estudio en aras de minimizar el error del mismo. Este modelo debe ser lo suficientemente claro y/o comprensible para aquellas personas encargadas de la toma de decisiones, pero a su vez debe contemplar la complejidad necesaria para brindar confianza en los datos que se obtengan. De manera que la precisión de sus resultados sea lo mas grande posible.

- **Extrapolación del Modelo:** Este último paso utiliza todos los resultados obtenidos en los tres pasos previos. Es común que quien realizó el pronóstico revise la precisión del mismo tomando pronósticos anteriores y compare los resultados obtenidos con los resultados que en realidad se dieron, para poder identificar posibles fuentes de error. Ciertos procedimientos de pronósticos suman los valores absolutos de los errores, y en algunas ocasiones dividen el resultado de esa suma entre el número de intentos de pronósticos para obtener el error promedio. Otros procedimientos obtienen la suma de los cuadrados de los errores, que se compara luego con cifras similares de métodos de pronóstico alternativos. El análisis de todas las fuentes de error con seguridad conducirán al analista a modificar el procedimiento de pronóstico, el cual después de modificado arrojará resultados más precisos.

9.2 DESCRIPCION DE LA TECNICA

Antes de describir la técnica a utilizar, se realizara un análisis estadístico sobre los datos de la demanda de los diferentes productos que hacen parte de la metodología durante los años 2006 y 2007. Esto con el fin de poder establecer si existen diferencias significativas entre cada grupo de datos.

Tabla 16. Demanda de cada uno de los productos pertenecientes a la metodología durante los años 2006 - 2007²⁵

PRODUCTO	MES											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
15624948	189	116	151	106	67	59	46	132	119	189	111	81
660551	137	155	180	55	169	123	161	121	166	78	199	86
DOHZ-6070-SB	141	336	376	204	322	330	227	338	241	258	310	180
1664728-CI	42	31	22	12	40	38	22	138	68	171	70	11
KO66-282	32	66	112	69	114	88	136	125	91	142	108	74
666191	17	66	38	4	91	112	24	109	37	30	70	31
RB-135	114	332	235	170	303	174	342	151	526	416	404	174
RB-94	40	95	72	28	68	78	336	71	138	400	57	300
897254387-D	109	124	293	55	128	124	180	211	97	89	143	67
KBK-5005	198	209	155	84	130	173	116	140	355	206	368	117
RB-191	24	103	79	107	41	88	302	71	495	272	996	36
RB-414	188	755	1133	681	1001	554	780	697	1342	1416	1262	1385
KBK-5006	133	314	262	190	101	173	119	122	347	376	361	138
RB-190	36	60	44	74	495	118	224	242	382	594	447	132
RB-413	125	341	346	247	320	276	234	272	579	328	541	489
897081531-0	25	241	194	200	310	220	257	248	420	440	270	370
RB-440	201	279	209	207	206	132	339	528	704	1124	687	363
RB-H104	***	79	717	64	6	319	604	350	759	559	864	9
RB-H101	***	66	687	12	303	52	44	26	30	236	906	36
RB-H105	***	62	241	30	106	19	416	264	495	25	732	85
RB-H102	***	51	497	208	212	62	44	28	155	190	45	36
RB-414B	***	***	40	80	100	110	321	132	260	130	300	305
44695	93	294	348	250	298	268	263	258	177	248	232	104
1093766	169	104	155	117	167	127	168	135	114	155	146	167

- Tabla de demanda mensual por producto.
- Los datos están dados en unidades/mes.

²⁵ Información suministrada por el departamento comercial de la empresa.

PRODUCTO	MES											
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
15624948	101	98	74	85	72	124	146	94	72	114	147	62
660551	128	167	164	91	138	111	136	152	90	149	114	67
DOHZ-6070-SB	190	157	251	204	174	181	243	277	243	235	343	192
1664728-CI	47	37	39	32	16	102	59	73	78	54	32	71
KO66-282	201	42	99	88	90	36	117	150	50	111	88	25
666191	68	44	39	81	63	68	74	32	38	30	54	56
RB-135	243	558	411	221	114	156	82	190	313	77	348	163
RB-94	532	120	731	60	260	65	56	63	445	86	113	371
897254387-D	132	186	236	65	112	278	141	152	130	206	225	79
KBK-5005	157	183	246	124	170	134	205	111	196	144	166	205
RB-191	886	116	501	1464	1050	71	91	58	478	78	427	378
RB-414	623	798	1128	610	1113	965	1290	1147	938	1182	967	793
KBK-5006	176	234	325	93	84	140	314	192	200	116	228	88
RB-190	373	136	264	380	64	124	179	578	315	381	738	520
RB-413	211	281	319	246	432	385	408	378	356	504	328	333
897081531-0	280	200	390	421	170	194	250	232	205	106	231	254
RB-440	1214	281	244	284	288	287	567	532	585	235	432	531
RB-H104	516	36	36	91	13	56	36	15	127	44	266	568
RB-H101	558	500	45	391	259	386	498	334	68	150	616	320
RB-H105	365	513	306	33	307	50	96	20	234	222	415	10
RB-H102	140	324	57	74	180	271	326	124	146	149	270	101
RB-414B	199	366	144	381	172	384	342	322	360	447	291	185
44695	250	32	288	196	303	224	90	186	188	193	192	71
1093766	90	191	102	113	106	134	88	88	117	171	126	69

- Tabla de demanda mensual por producto.
- Los datos están dados en unidades/mes.

9.2.1 Descripción del análisis:

Para poder establecer si existe dicha diferencia, comparativamente entre cada uno de los productos que pertenecen a la metodología, se calcularon varios estadísticos sobre las respectivas muestras. Dichos cálculos fueron hechos utilizando el software statgraphics, no sin antes haber realizado una transposición de la tabla 45, quedando ubicadas como las columnas los diferentes productos que pertenecen a la metodología, y en las filas los doce meses del año. La tabla puede ser consultada en el Anexo 21.

En el análisis se entiende por muestra los doce datos correspondientes a las ventas mensuales tanto del año 2006 como del 2007. Dentro de los principales estadísticos se destacan: **La media o promedio**, la cual estima el centro de la distribución y **La Desviación Estándar**, que se relaciona con la dispersión de la distribución.

“Para una distribución normal, aproximadamente el 68% de todos los valores caerán dentro de una desviación estándar de la media poblacional, aproximadamente el 95% dentro de dos desviaciones estándar, y aproximadamente el 99.73% dentro de tres desviaciones estándar”²⁶.

La media y la desviación estándar de una muestra la describen completamente solo si viene de una distribución normal. Dos estadísticos que serán utilizados para revisar esta suposición son el **sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada**. Estas medidas estadísticas dan forma a:

- **Sesgo Estandarizado:** Mide el grado de simetría o la falta de esta. Una distribución simétrica como la normal tiene simetría nula. Las distribuciones cuyos valores tienden a caer más por encima del pico que

²⁶ KUME, Hitoshi. Herramientas Estadísticas Básicas para el Mejoramiento de la Calidad. Bogota. Colombia. Grupo Editorial Norma. 1996. Capítulo 8.

por debajo de éste, tienen sesgo positivo. Las distribuciones cuyos valores tienden a caer más por abajo del pico tiene un sesgo negativo.

- **Curtosis Estandarizada:** Mide la forma de una distribución simétrica. Una curva normal o de campana tiene cero curtosis. Una distribución con un pico mayor alrededor de la media que la normal tiene curtosis positiva. Una distribución con tendencia a ser más plana tiene curtosis negativa.

Si los datos provienen de una distribución normal tanto la simetría estandarizada como la curtosis estandarizada deben encontrarse dentro del rango de -2 a +2.

Otros estadísticos de interés calculados durante el estudio son: **El coeficiente de variación**, que permite comparar la dispersión entre dos poblaciones distintas incluso, comparar la variación producto de dos variables diferentes (las cuales pueden provenir de una misma población). Este coeficiente equivale a la razón entre la media aritmética y la desviación típica o estándar. **El Rango**, también conocido como recorrido, se le define como la diferencia existente entre la puntuación mayor y la menor de una serie de datos. Tiene como principal desventaja que solo toma en cuenta para su cálculo las puntuaciones extremas; es decir la mayor y la menor, omitiendo el resto de los datos u observaciones.

Además de los estadísticos enunciados anteriormente, el estudio también contempla una serie de cálculos y gráficos que permitirán un análisis mas profundo en aras de poder establecer de manera confiable si existe o no diferencia significativa entre cada una de las muestras. Estos cálculos son: Intervalo de Confianza, Comparación de medias, Comparación de desviaciones estándar, Grafico de caja y bigotes, grafico de cuantiles, y grafico de

probabilidad normal. La descripción de cada uno de ellos se realizara a continuación:

- **Intervalo de confianza:** Utilizado en el contexto de estimar un parámetro poblacional. Es un rango de valores (calculado en una muestra) en el cual se encuentra el verdadero valor del parámetro, todo esto con una probabilidad previamente establecida.

La probabilidad de que el verdadero valor del parámetro se encuentre en el intervalo construido se denomina **Nivel de Confianza** ($1 - \alpha$), y la probabilidad de que no se encuentre se llama **Nivel de Significancia** (α).

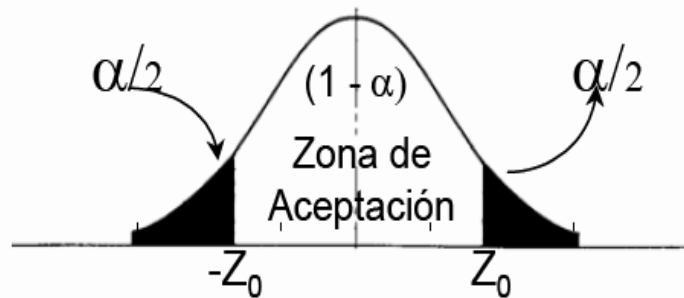


Figura 15. Representación grafica del nivel de confianza y nivel significancia.

- **Comparación de medias:** Cualquier investigación estadística implica la existencia de hipótesis o afirmaciones acerca de las poblaciones que se estudian. La hipótesis nula (H_0) hace referencia a un valor establecido del parámetro de la población, es una afirmación que no se rechaza a menos que los datos muestrales proporcionen evidencia convincente de que es falsa. El planteamiento de la hipótesis nula siempre contiene un signo de igualdad con respecto al valor especificado del parámetro.

Por el contrario la hipótesis alternativa (H_1) es cualquier hipótesis que difiera de la hipótesis nula. Es una afirmación que se acepta si

los datos muestrales proporcionan evidencia suficiente de que la hipótesis nula es falsa.

Para el caso particular del estudio la hipótesis nula y la hipótesis alternativa fueron establecidas de la siguiente manera:

$$\text{Hipótesis Nula: } \mu_1 = \mu_2$$

$$\text{Hipótesis Alternativa: } \mu_1 \neq \mu_2$$

Dentro de la comparación se utiliza el denominado **Estadístico de prueba**, cuyo valor se utiliza para determinar si se rechaza la hipótesis nula. Existen muchos estadísticos de prueba, la elección de uno u otro depende del tamaño de la muestra, si las muestras son iguales o superiores a 30 se emplea el estadístico z, en caso contrario se utiliza el estadístico t. Para el análisis adelantado en este estudio se utilizara el estadístico t, ya que el tamaño de cada muestra es de doce (12) observaciones.

Siempre que el valor P Bilateral asociado con la prueba t de la hipótesis sea mayor que 0.05, se tendrá evidencia suficiente para aceptar la hipótesis de medias iguales (Hipótesis Nula).

- **Comparación de desviaciones estándar:** Como segunda comparación a detalle entre las dos muestras es probar la hipótesis de una igualdad entre las desviaciones estándar de cada una de ellas. Por tal razón:

$$\text{Hipótesis Nula: } \sigma_1 = \sigma_2$$

$$\text{Hipótesis Alternativa: } \sigma_1 \neq \sigma_2$$

Esta segunda comparación permitirá determinar si la aparente diferencia entre la variabilidad de las dos muestras es

estadísticamente significativa, o si esta dentro del rango de variabilidad normal aleatoria para muestras de su tamaño actual.

El valor P Bilateral asociado con la prueba F de la hipótesis determina si existe o no la diferencia. Para un valor menor a 0.05 existirá una diferencia estadísticamente significativa entre la varianza de una muestra y otra.

- **Grafico de cajas y bigotes:** Un grafico bastante útil para analizar y resumir un conjunto de datos creado por John Tukey, es el grafico de caja y bigotes.

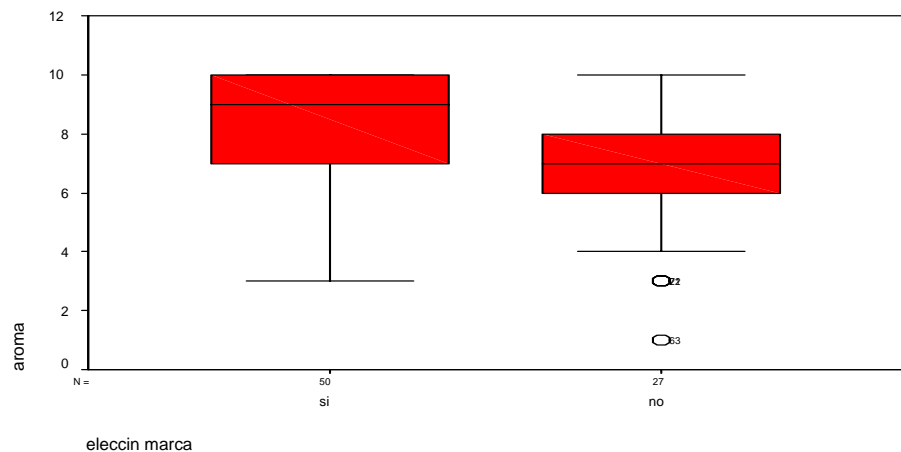


Figura 16. Ejemplo de diagrama de caja y bigotes.

El grafico de caja y bigotes se elabora:

1. Dibujando una caja que se extiende desde el cuartil²⁷ inferior hasta el cuartil superior. El 50% del total de los datos son aquellos comprendidos dentro de la caja.
2. Trazando una línea vertical en la posición de la mediana, que divide los datos a la mitad. Si los datos vienen de una distribución normal, esta línea debe encontrarse cerca del centro de la caja.

²⁷ En estadística descriptiva Los **cuartiles** son los tres valores que dividen al conjunto de datos ordenados en cuatro partes porcentualmente iguales.

³¹ http://icim.com/files/DISTR_NORMAL_PRBA_NORM_TRANS_DAT.doc

3. Trazando un signo en el sitio de la media de la muestra. Cualquier diferencia substancial entre la mediana indica ya sea la presencia de un dato aberrante (un valor que no proviene de la misma población que el resto) o una distribución asimétrica. En el caso de una distribución asimétrica, la media será empujada en la dirección de la cola mas larga.
4. Se trazan los bigotes desde cada cuartil hasta las observaciones mas pequeñas y mas grandes en la muestra, a menos que algunos valores se encuentren lo bastante lejos de la caja para ser clasificados como puntos externos.

- **Grafico de cuantiles:** El método más sencillo consiste en representar el polígono de frecuencias absolutas, situando en el eje X los valores de la variable (si es discreta), o los intervalos (si es continua), y en el eje Y los porcentajes correspondientes.

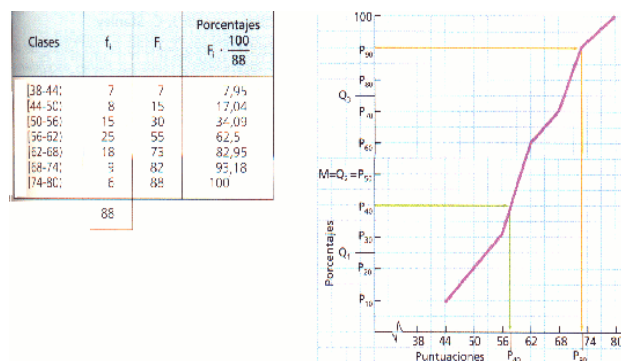


Figura 17. Ejemplo de grafico de cuantiles.

- **Grafico de probabilidad normal:** Una tercera técnica grafica descriptiva para comprobar la normalidad es la grafica de probabilidad normal. En una grafica de probabilidad normal, las observaciones de un conjunto de datos se ordenan y luego se grafican. Si los datos en verdad tienen una distribución normal, una observación será aproximadamente igual a su valor esperado. Por tanto, una tendencia lineal (De línea recta) en la grafica de probabilidad normal sugiere que los datos provienen de una

distribución aproximadamente normal, en tanto que una tendencia no lineal indica que los datos no son normales.

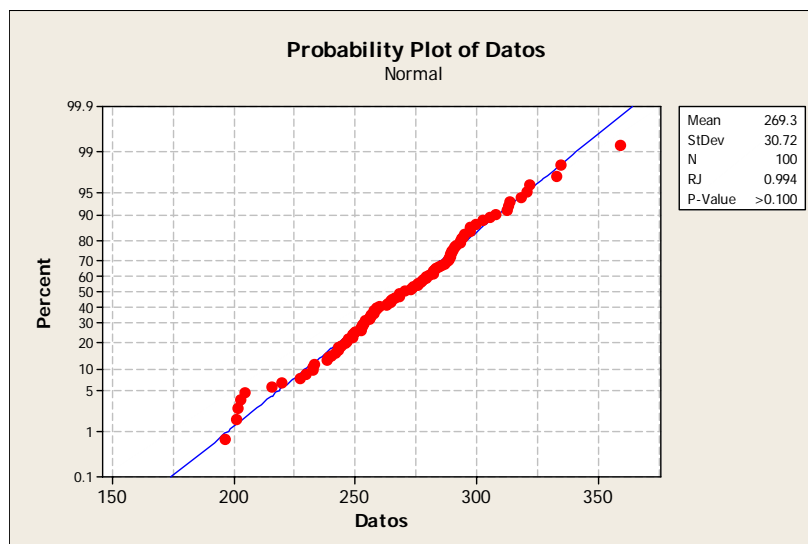


Figura 18²⁸. Ejemplo de grafico de probabilidad normal

9.2.2. Resultados del análisis.

Los resultados del análisis serán presentados por producto y de la siguiente manera: Una primera parte estará conformada por los diferentes estadísticos de cada una de las muestras. Cabe resaltar que dichos resultados están definidos para cada una de las columnas, las cuales identifican la demanda de cada producto en los dos últimos años (las primeras veinticuatro (24) son los productos con su respectiva demanda en el año 2006, mientras que las veinticuatro restantes lo son para el año siguiente).

Junto a los estadísticos se encuentra un histograma dual que representa gráficamente la distribución de frecuencias de los rangos de la demanda de cada producto, enfrentando año con año. En la parte superior la demanda del año 2006 y en la parte inferior los datos correspondientes al año 2007. En la

²⁸ http://icim.com/files/DISTR_NORMAL_PRBA_NORM_TRANS_DAT.doc

segunda parte del análisis se encuentra el gráfico de cajas y bigotes, que como se expresó en líneas anteriores facilita una comparación entre el comportamiento de la media vs. el comportamiento de la mediana, así como permite la localización de posibles datos extremos, es decir aquellos que están por fuera de la observación más grande o más pequeña de la muestra.

Junto al gráfico de cajas y bigotes se realizó una segunda serie de cálculos que contiene entre otros: el intervalo de confianza cuyo nivel de confianza fue establecido en un 95%. Una comparación de medias y desviaciones estándar, cada una de ellas con sus respectivos valores estadísticos y valores bilaterales, los cuales ayudarán a definir si las poblaciones de las cuales provienen las muestras pueden ser representadas por distribuciones normales.

Para terminar, el análisis contiene un par de gráficos más: el gráfico de cuantiles y el gráfico de probabilidad normal. Cuyas utilidades fueron establecidas en páginas anteriores. La presentación de los resultados de cada uno de los productos puede ser consultada en el Anexo 22.

9.2.2.1 Resultados para el Soporte Motor Kodiak 3116. Ref: 15624948

SnapStat: Comparación de Dos Muestras

	Col_1	Col_25
Recuento	12	12
Promedio	113,833	99,0833
Desviación Estándar	46,7018	28,6688
Coefficiente de Variación	41,0265%	28,9341%
Mínimo	46	62
Máximo	189	147
Rango	143	85
Seigo Estandarizado	0,441143	0,80304
Curtosis Estandarizada	-0,46163	-0,550244

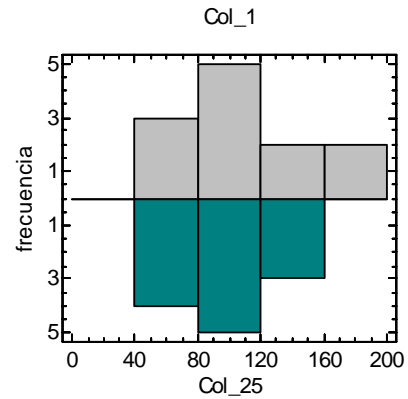
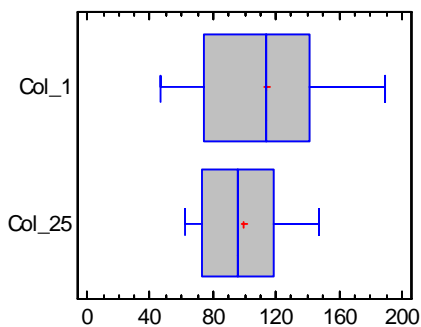


Gráfico Caja y Bigotes



Intervalos de confianza del 95%

Dif. de medias: 14,75 +/- 32,8071 [-18,0571, 47,5571]
Razón de varianzas [0,763934, 9,21807]

Comparación de Medias

Hipótesis Nula: diferencia = 0
estadístico t = 0,932412 Valor-P Bilateral = 0,3612

Comparación de Sigmas

Hipótesis Nula: razón = 1
Estadístico F = 2,65368 Valor-P Bilateral = 0,1204

Diagnósticos

Valores-P Shapiro-Wilks = 0,5769 y 0,3126
Autocorrelación en Retraso 1 = 0,2391 +/- 0,5658, -0,0346 +/- 0,

Gráfico de Cuantiles

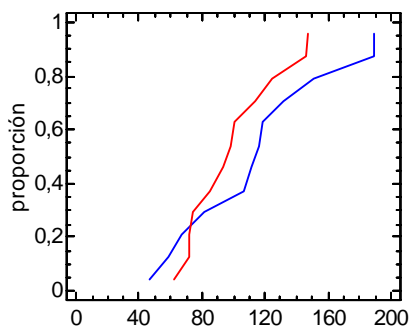
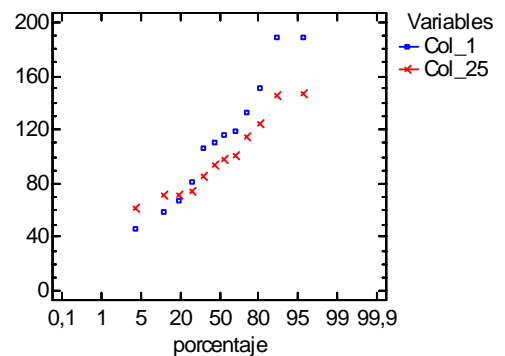


Gráfico de Probabilidad Normal



** Columna No 1: Demanda del producto durante el año 2006.

** Columna No 25: Demanda del producto durante el año 2007.

ITEM	ANALISIS
ESTADISTICOS	La diferencia entre las medias es de tan solo 14 unidades. Existe menor variabilidad en los datos correspondientes al año 2007, ya que tanto el coeficiente de variación como la desviación estándar son menores con relación al año 2006. Los valores obtenidos tanto en la curtosis y el sesgo (entre -2 y +2), sugieren un comportamiento de distribución normal.
HISTOGRAMA DUAL	La forma del histograma permite observar como la mayoría de los datos tanto en el año 2006 como en el 2007 se encuentran entre las 80 y 120 unidades vendidas. Seguido por el intervalo de las 40 a 80 unidades, y culminando con las 120 y 160 unidades. La aparición de un cuarto intervalo en el 2006 corrobora el porque es mas grande el rango con relación al 2007.
GRAFICO DE CAJAS Y BIGOTES	El grafico permite observar que no existen grandes diferencias entre la media y la mediana ya que la ubicación dentro de la caja es muy cercana. No existen datos extremos. Lo reducido del tamaño de la caja para la columna 25 define que los datos están más agrupados que el año 2006. En el año 2006 la mediana y la media están más cerca de los datos mayores. Mientras que en el año 2007 sucede lo contrario. Los bigotes son más extensos en la columna 1 de ahí lo mayor del rango.
INTERVALO DE CONFIANZA	Con un nivel de confianza del 95% el intervalo de confianza establece que el parámetro poblacional estará ubicado entre 0 y 47.55.
COMPARACION DE MEDIAS	El procedimiento realiza una prueba-t para comparar las medias de las dos muestras. Puesto que el valor-P para la prueba-t es mayor ó igual que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias. Los resultados anteriores asumen que las poblaciones de las cuales provienen las muestras pueden ser representadas por distribuciones normales
COMPARACION DE DESVIACIONES	Con estos resultados se asume que las varianzas de las dos muestras son iguales. Esto se basa en una prueba-F, la cual tiene un valor-P mayor ó igual que 0,05.
GRAFICO DE CUANTILES	La pendiente de cada una de las líneas tiene el mismo valor ($m = 0.00875$). Esto indica que no existe diferencia entre las desviaciones estándar de cada una de las muestras . La cercanía entre las líneas también sugiere que no existe diferencia entre las medias . Sin embargo la línea que representa los datos del 2006 tiene una ligera tendencia a desplazarse hacia la derecha. Esto último afianza el concepto del rango más amplio para esta columna de datos.
GRAFICO PROBABILIDAD NORMAL	La tendencia lineal tanto de la grafica del año 2006 como la del 2007, indican que la probabilidad de comportamiento normal en ambas muestras es bastante fuerte .

** El procedimiento para calcular el valor de la pendiente de cada línea no fue incluido en el análisis.

9.3. Conclusiones del estudio:

Tomando como punto de partida la información consignada en el anexo P, y haciendo uso del software statgraphics se realizaron los cálculos necesarios para poder establecer si existían diferencias significativas entre los datos que pertenecen a cada una de las muestras. En total se consideraron 48 de estas, 24 por año, cada una perteneciente a cada producto de la metodología.

Después de haber realizado los respectivos análisis, como fueron descritos en el numeral 9.2.1, Se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- En aras de poder realizar un análisis profundo se consideraron diferentes parámetros, los cuales establecieron comparaciones, definieron tendencias, y delimitaron resultados que facilitaron el proceso de obtención de las primeras conclusiones. Los principales parámetros analizados fueron el coeficiente de variación, la desviación estándar, el rango, y principalmente la curtosis estandarizada y el sesgo estandarizado. Con respecto a estos dos últimos estadísticos sus resultados fueron bastante satisfactorios pues para la gran mayoría de productos establecieron que podrían llegar a tener un comportamiento de distribución normal.
- El análisis gráfico de las muestras fue muy importante pues brinda un panorama más amplio de la situación que numéricamente se está analizando. Los histogramas dejaron ver con claridad como la gran mayoría de productos asemejan su gráfica de frecuencias vs. unidades con una campana de gauss. El gráfico de cajas y bigotes fue fundamental en la tarea de definir si existía una posible diferencia entre la media y la mediana de cada muestra, lo cual se presentó esporádicamente. La posición de las cajas y los bigotes entre sí, y la ubicación de los dos con respecto al eje X, establecieron que la

demanda tuvo un comportamiento más estable, o más concentrada en un rango más pequeño de valores, durante el año 2007.

- Pero no solo los gráficos de cajas y bigotes asumen la misma posición, los estadísticos también reafirman lo planteado en el numeral anterior, la demanda resulto más estable durante el año 2007.
- De los veinticuatro productos que hacen parte de la metodología, el 62.5%, es decir 15 referencias, hacen parte de una misma línea (Buje para Muelles), de igual manera dentro de dichas referencias existen productos elaborados para un mismo tipo de automóvil, específicamente un Buje para el muelle delantero y el otro para el muelle trasero. Esto haría suponer que para estos casos la demanda de los productos tendría algún comportamiento similar. Sin embargo, luego de haber realizado los respectivos análisis se pudo establecer que la demanda de cada producto no guarda similitudes con la de otros.
- Quizás el análisis más importante es el realizado sobre las dos medias de ambas muestras, pues allí se puede establecer si la probabilidad de un comportamiento de distribución normal sobre los datos es factible. Luego de haberlo realizado los resultados fueron más que satisfactorios, de los veinticuatro productos analizados, veintiuno de ellos mostraron que no existían diferencias estadísticamente significativas entre sus medias, por lo que se puede asegurar que las poblaciones de las cuales provienen las muestras pueden ser representadas por una distribución normal.
- Uno de los productos (Buje Muelle Delantero Agrale), también presento un resultado que aseguraba que las medias de cada una de las muestras no tenían diferencias significativas, sin embargo el argumento de comparación del estadístico bilateral P y el valor constante 0.005 es un tanto débil.

- El resultado para el producto identificado como Buje Chasis NPR NKR, mostró que entre las medias de cada muestra si existían diferencias significativas por lo que las poblaciones de donde provienen no pueden ser representadas mediante una distribución normal. No obstante este comportamiento fue propiciado por una característica particular del producto. En el año 2006 recién ingreso al portafolio de productos de la empresa, por lo que su consolidación en el mercado trajo como consecuencia que las cantidades solicitadas en el 2006 presentaran variaciones significativas con respecto a las del 2007. Por tal razón se decidió hacer uso solo de la información correspondiente al año 2007, ya que durante estos doce meses el producto logro una consolidación mayor en el mercado.
- Solamente un producto (con más de tres años de comercialización en la empresa), obtuvo resultados negativos que establecieron que existía diferencias significativas entre las medias de ambas muestras, y por ende las poblaciones de las cuales provienen no pueden ser representadas por una distribución normal. Se trata del Buje Barra Tensora Superbrigadier. Referencia: 1093766.
- Por lo tanto, se reviso por segunda vez los datos correspondientes a la demanda del producto en ambos años. Y dada la variabilidad de la demanda en el 2006 con respecto al 2007, se decidió hacer uso de la información mas actualizada y que responda a una demanda con fuentes de variación mas recientes. Se tomaron los doce datos del 2007 y se encontraron tres de ellos que podrían considerarse como extremos pues sus valores están muy por encima de los otros nueve. Estos datos son los asignados a los meses de Febrero, Junio, y Octubre.
- Con las cantidades de los nueve meses restantes se decidió realizar un segundo análisis, esta vez de una sola muestra utilizando el software

statgraphics. Los resultados obtenidos muestran por la grafica de probabilidad normal, así como por los de la curtosis estandarizada y el sesgo estandarizado que los datos si tienen un comportamiento de distribución normal. El segundo análisis hecho sobre la información de este producto puede ser consultado en el Anexo 23.

- Por las conclusiones expuestas en líneas anteriores, se puede establecer que se cuenta con una información de la demanda en todos los productos cuyas características permiten definir la técnica para realizar un pronóstico de la misma.

9.4. TECNICA EMPLEADA PARA EL PRONÓSTICO.

De acuerdo al uso que se le quiera dar a los resultados que se obtendrán, se puede elegir cualquier técnica. En este caso el objetivo que se busca cumplir con el pronóstico es el diseño e implementación de un plan maestro de producción que contribuya en la programación y el control de la producción (objetivo general de este documento).

Un pronóstico puede ser elaborado contemplando un horizonte de planeación definido, un año o un semestre, según se requiera. Con la estructuración del mismo no solo se logra establecer un comportamiento aproximado de la demanda de cada uno de los productos involucrados en la metodología, también se pueden definir cuáles podrían ser la decisiones que en materia de capacidad de producción e inventarios se deberían adoptar. Esta información es fundamental para la planeación y programación de la producción a corto plazo. Generalmente los términos corto, mediano, y largo plazo corresponden a periodos de tiempo menores a tres meses, entre tres y dos años, y superiores a dos años respectivamente.

Como es apenas lógico, cualquier técnica de pronóstico requiere de algún tipo de información como elemento de entrada para realizar un análisis y de esta

manera entregar un resultado, el cual describirá como podría llegar a ser el comportamiento de alguna variable, que para este caso en particular es la demanda de todos los productos involucrados en el estudio. Esta información corresponde a unas series de tiempo ya que se trata de los datos de la demanda de cada producto en los últimos doce meses, con excepción del producto identificado como Buje Barra Tensora Superbrigadier, para el cual fueron eliminados tres datos correspondientes a tres meses del año 2007.

La técnica empleada para formular el modelo de pronóstico para cada uno de los productos seleccionados fue la descomposición de las series de tiempo en sus componentes. Los componentes de toda serie de tiempo son básicamente cuatro: **La Tendencia, La Ciclicidad, La Estacionalidad, y el Error Aleatorio**. El comportamiento de estos cuatro factores esta ligado al horizonte de tiempo en el cual se desenvuelven los datos históricos. La utilización de estos cuatro componentes en el modelo de pronóstico depende del análisis previo que se haga, en este caso se definirán cada uno de ellos y la forma de presentación en los modelos planeados.

9.4.1. Tendencia: Es la representación grafica en el tiempo del crecimiento o decrecimiento de los datos en un periodo extendido. En este componente se pueden identificar todos los cambios que se pueden producir en la demanda como resultado del aumento o disminución de las ventas gracias a la labor comercial de la empresa, las políticas de ventas, y el posicionamiento de los productos en el mercado.

Para calcular la tendencia se utilizara el método grafico y el método de descomposición por mínimos cuadrados. El primero de ellos es simplemente la representación grafica de una serie de datos en un par de ejes (X y Y). La construcción del método grafico requiere que se sigan los siguientes pasos:

1. Representación grafica de la serie cronológica
2. Unión de los extremos superiores e inferiores de la serie
3. Construcción de la línea de tendencia.

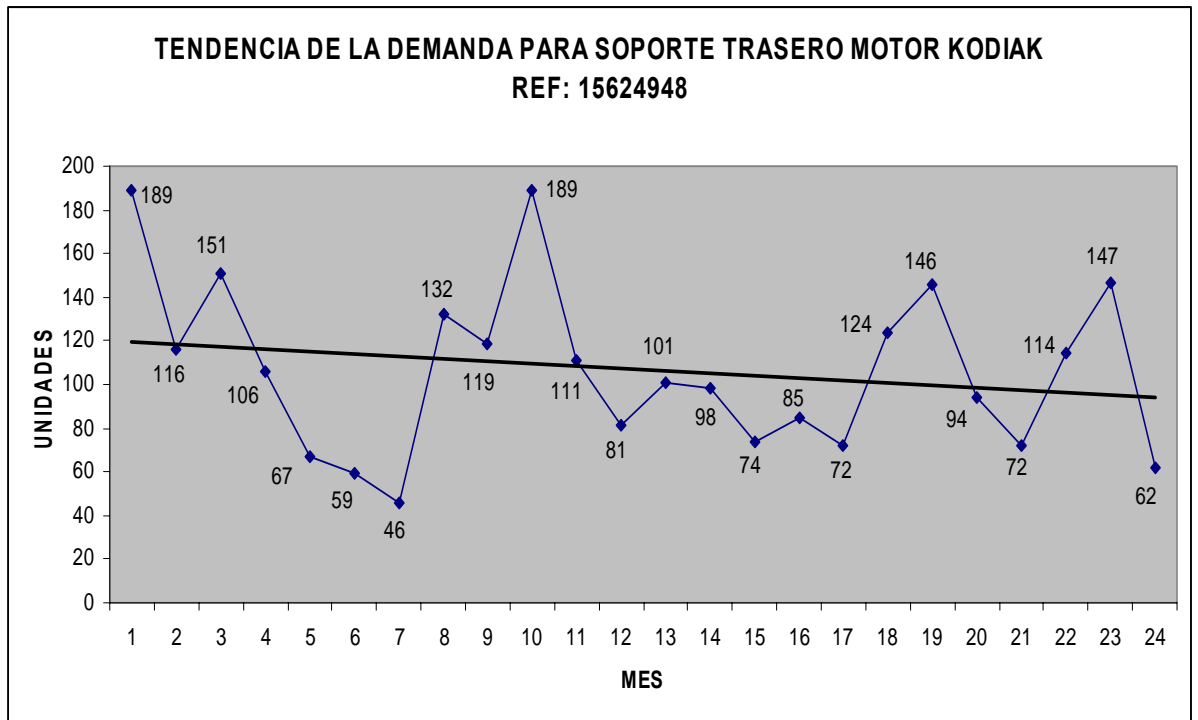


Figura 19. Línea de tendencia para la demanda del Soporte Motor Kodiak.

Las líneas de tendencias restantes, correspondientes a los demás productos que conforman la metodología pueden ser consultadas en el Anexo 24.

Culminada la construcción de las veinticuatro (24) líneas de tendencia se continuó con la otra técnica empleada para descomponer la demanda. **La regresión por mínimos cuadrados.** Para desarrollar esta técnica se debe respetar la realización secuencial de los siguientes pasos:

- 1. Determinación del Índice Estacional:** Es calcular el promedio de la demanda en los mismos periodos en cada uno de los años incluidos en el análisis. Además también se realizó el cálculo del índice estacional promedio. Todo lo anterior empleando la siguiente fórmula:

$$\text{Ecuación 8. } \sum \frac{y}{n}$$

2. Desestacionalizar la Demanda original: Es tomar cada uno de los datos de la demanda en cada uno de los meses analizados y dividirlos entre los respectivos índices estacionales, con el fin de eliminar este efecto.

3. Construcción de la línea de tendencia: Utilizando el método de mínimos cuadrados se construye una línea de regresión para poder desarrollar la de tendencia de los datos. Para la construcción de dicha línea se emplearon las siguientes formulas:

Ecuación 9.

$$b = \frac{\sum xy_d - n\overline{xy_d}}{\sum x^2 - n\overline{x^2}}$$

Ecuación 10.

$$a = \overline{y_d} - b\overline{x}$$

4. Proyectar la Demanda hacia los periodos que serán pronosticados: Esta proyección se hace sobre los siguientes doce (12) meses.

5. Ajuste del pronóstico utilizando los factores estacionales: Se trata simplemente de revertir el proceso para darle a cada dato proyectado su carácter estacional.

El proceso descrito anteriormente fue aplicado para cada uno de los veinticuatro productos. A continuación se muestran los resultados para un producto en particular (Soporte Trasero Motor Kodiak), los resultados para los demás productos fueron consignados en el anexo 25.

Tabla 17. Estructuración del método de pronóstico mediante la utilización de mínimos cuadrados.

PERIODO	DEMANDA REAL F1(y)	PROMEDIO	FACTOR ESTACIONAL	D. DESV (yd)	X ²	X * yd
1	189	145	1,360	138,76	1	138,76
2	116	107	1,005	115,41	4	230,82
3	151	112,50	1,056	142,89	9	428,67
4	106	95,50	0,897	118,16	16	472,65
5	67	69,50	0,652	102,63	25	513,14
6	59	91,50	0,859	68,64	36	411,87
7	46	96,00	0,901	51,01	49	357,08
8	132	113,00	1,061	124,36	64	994,86
9	119	95,50	0,897	132,65	81	1193,90
10	189	151,50	1,423	132,81	100	1328,10
11	111	129,00	1,211	91,60	121	1007,64
12	81	71,50	0,671	120,60	144	1447,23
13	101		1,360	74,15	169	964,00
14	98		1,005	97,50	196	1365,05
15	74		1,056	70,02	225	1050,40
16	85		0,897	94,75	256	1516,05
17	72		0,652	110,29	289	1874,90
18	124		0,859	144,27	324	2596,88
19	146		0,901	161,90	361	3076,20
20	94		1,061	88,56	400	1771,16
21	72		0,897	80,26	441	1685,50
22	114		1,423	80,11	484	1762,36
23	147		1,211	121,31	529	2790,20
24	62		0,671	92,31	576	2215,52
300	2555	F. EST GRAL 106,46	24	2555	4900	31192,96

—
 $\bar{X} = 12.5$ $a = 114.555$ $b = - 0.647$
 $0.647x$

$Y = a + bx; Y = 114.555 -$

Tabla 18. Proyección de la demanda para los doce Periodos siguientes.

PERIODO (X)	PROYECCION
	RESULTADO DE LA RECTA (Y)
25	98
26	97
27	97
28	96
29	95
30	95
31	94
32	94
33	93
34	92
35	92
36	91

9.4.2 Ciclicidad: Es la variación alrededor de la tendencia, cuyo comportamiento se caracteriza por darse a intervalos distintos con amplitudes diferentes. La ciclicidad de los modelos aplicables en la empresa se puede ver representada por las etapas de estabilidad, y crecimiento o decrecimiento repentino que experimentan las ventas a lo largo de cada año.

9.4.3. Estacionalidad: Es el patrón de cambio que se repite año tras año durante el mismo numero de periodos.

9.4.4. Error Aleatorio: Mide que tanta variación presenta la serie de datos una vez los factores de tendencia, ciclicidad, y estacionalidad no existen o se han eliminado.

9.5. MODELO DE PRONÓSTICO GENERAL²⁹

La representación de la tendencia que tiene la serie de datos, así como el porcentaje debido al índice de estacionalidad para cada uno de los meses se

²⁹ SCHROEDER, Roger, Administración de Operaciones. 1992. Capitulo 8.

puede reflejar en la siguiente ecuación, y de manera muy detallada en la tabla 19

$$\text{Ecuación 11. } Y_{(t)} = (a + \beta_0 t + \beta_1 t^2 + \beta_2 t^3) + [f_{(i)}] + e$$

Tabla 19. Representación del modelo de pronóstico.

MODELO	EXPLICACION
$Y_{(t)}$	Demanda pronosticada del periodo (t)
A	Nivel o valor constante del modelo
$(a + \beta_0 t + \beta_1 t^2 + \beta_2 t^3)$	Tendencia o coeficiente de regresión
$f_{(i)}$	Factor de estacionalidad mensual
e	Error aleatorio (Parte no explicada por el modelo)

Para el modelo de tendencia seleccionado dentro de las opciones de regresión polinomial de primer, segundo, y tercer grado se aplica la técnica de **Suavización Exponencial** con un valor de alfa (α) que esta entre 0 y 1, que para el caso concreto del estudio es de 0.90, ya que se le concede una relevancia importante a la ultima proyección realizada. A continuación se explica con más detalle la técnica.

9.5.1 Suavización Exponencial: La principal característica de la suavización exponencial es que no debe acarrear con una gran cantidad de datos para ser construida. Esta técnica, cada vez que ingresa un nuevo dato elimina la observación más antigua y se calcula un nuevo pronóstico (siempre y cuando la importancia de los datos disminuya a medida que estos se vuelvan más antiguos).

En el método solo se requieren tres tipos de datos: El pronóstico más reciente, la demanda real que se presento para el periodo estudiado, y una constante de

suavizamiento alfa (α). Esta constante determina el nivel de suavizamiento y la velocidad de reacción ante las diferencias entre pronósticos ya hechos. Cuanto más rápido sea el crecimiento mayor debe ser la tasa de reacción.

La ecuación refleja como opera la técnica, tomando un porcentaje del dato de demanda mas reciente y otro para el dato pronosticado en el periodo anterior, este porcentaje va disminuyendo cada vez que se ingresa en la técnica un nuevo pronostico de datos.

Ecuación12.

$$F_{(t+1)} = \alpha D_t + (1-\alpha)\alpha D_{t-1} + (1-\alpha)^2 + \dots + (1-\alpha)^{t-1} \alpha D_1 + (1-\alpha)^t F_t$$

Esta ecuación establece que el nuevo pronóstico es igual al anterior más una porción de error (La diferencia entre el pronostico anterior y lo que en realidad ocurrió).

D_t : Demanda del periodo t
periodo t

F_{t+1} : Demanda pronosticada en el

α : Tasa de respuesta deseada o
anterior. Constante de suavizamiento.

D_{t-1} : Demanda real para el periodo

Para poder llegar a este modelo se debe calcular la estacionalidad del mismo. Esto con el fin de eliminarla de la serie para visualizar otros componentes como la tendencia y componentes irregulares que se pueden confundir en las fluctuaciones estacionales.

Antes de realizar la descomposición, se empleo el modelo de suavización exponencial para calcular los pronósticos iniciales.

De acuerdo con los modelos de descomposición se asume el siguiente modelo para la serie de tiempo:

Ecuación 13.

$$X(t) - T(t) = E(t) + A(t)$$

Aditivo;

$$X(t) = T(t) + E(t) + A(t)$$

Ecuación 14.

$$\frac{X(t)}{T(t)} = E(t) + \frac{A(t)}{T(t)}$$

Mixto;

$$X(t) = T(t) * E(t) + A(t)$$

Sea $\hat{T}(t)$ la estimación de la tendencia ya sea mediante una curva o filtros lineales como el método de promedios móviles. Entonces:

- Si el modelo es aditivo $R(t) = X(t) - T(t)$, $t=1, \dots, n$, representa la serie con los efectos de tendencia removidos.
- De igual manera, si el modelo es mixto representa la serie una vez se han removido los efectos de tendencia.

Ecuación 15.

$$W(t) = X(t) / \hat{T}(t).$$

Una forma de seleccionar el modelo es mediante la inspección de los coeficientes de variación (C.V). Ya que todos aquellos datos cuya variación sea menor alrededor de la media tendrán un coeficiente menor en términos absolutos. Por tal razón, al compararlos se seleccionara el modelo con los coeficientes más pequeños.

Después de seleccionar el modelo, se estimara la estacionalidad donde el C.V se determina de la siguiente manera:

Ecuación 16.
 $CV = S/W$; $CV = S/R$

Por ultimo, utilizando la ecuación No 16, se calcularon los diferentes coeficientes de variación para poder optar por uno de los modelos (esta selección depende del CV con menor valor absoluto). Los resultados de uno de los productos se enseñan a continuación.

Tabla 20. Calculo de los coeficientes de variación y estacionalidad para el modelo.

MES	DEMANDA REAL	A. EXP	W	R	W/R	S	CV	W/R PROM	E	
1	189		1	0	1,096	0,136	0,124		1,060	
2	116	189	0,614	-73	0,800	0,263	0,329		0,763	
3	151	185	1,225	27,700	0,989	0,333	0,336		0,953	
4	106	184	0,715	-42,230	0,914	0,281	0,307		0,877	
5	67	180	0,608	-43,223	0,732	0,175	0,239		0,695	
6	59	174	0,827	-12,322	1,260	0,613	0,486		1,224	
7	46	168	0,764	-14,232	0,996	0,328	0,330		0,959	
8	132	162	2,783	84,577	1,720	1,504	0,875	1,037	1,683	
9	119	161	0,963	-4,542	0,846	0,166	0,197		0,809	
10	189	159	1,582	69,546	1,554	0,040	0,025		1,518	
11	111	160	0,610	-71,045	0,973	0,513	0,528		0,936	
12	81	158	0,686	-37,105	0,559	0,179	0,320		0,523	
13	101	154	1,192	16,290	-7,661	11,518	-1,504			
14	98	151	0,986	-1,371	-7,766	50,649	-6,522			
15	74	149	0,754	-24,137	-4,007	36,654	-9,147			
16	85	145	1,112	8,586	-5,478	35,933	-6,560			
17	72	142	0,856	-12,141	-3,163	21,978	-6,948			
18	124	138	1,694	50,786	4,068	44,624	10,969			
19	146	138	1,228	27,079	7,099	29,211	4,115			
20	94	138	0,656	-49,292	4,402	94,660	21,503		-2,074	
21	72	136	0,728	-26,929	-4,175	15,830	-3,791			
22	114	136	1,526	39,307	-0,802	21,382	-26,656			
23	147	132	1,336	36,931	-3,311	76,351	-23,060			
24	62	132	0,433	-81,307	-4,100	31,256	-7,623			
25		129								

Analizando de manera detallada los resultados de la tabla 20, se estableció que el modelo mixto era el más apropiado, dado que el valor de los distintos coeficientes es más pequeño que los del modelo aditivo. Los valores identificados como E1 a E12 corresponden a las estimaciones de la estacionalidad para los siguientes doce meses.

Los cálculos para los diferentes productos de la metodología pueden ser consultados en el Anexo 26. Por otra parte, la tabla que resume la proyección de la demanda de todos los productos para los doce meses del año en curso fue consignada en el Anexo 27.

9.6. CONCLUSIONES:

- Con relación a las líneas de tendencia existe una diferencia muy pequeña entre aquellas que muestran productos con una disminución en la demanda, y aquellas que por el contrario agrupan las referencias con un incremento. En total son catorce (14) los productos con un crecimiento (58%), y 10 con un descenso (42%).
- Los resultados en las diferentes líneas de tendencia afirmaron la necesidad de contar con un mecanismo que descomponga la demanda en sus diferentes factores, analizando los efectos tanto de la estacionalidad como de la ciclicidad.
- El método de mínimos cuadrados permitió analizar de manera detallada el comportamiento histórico de las ventas en la empresa, calculando diferentes factores, entre los que se destaca el factor estacional, que facilitaron la elaboración de una regresión, la cual sirvió como punto de partida para la estimación de la demanda para los doce meses del año en curso. Esta estimación sirvió para adoptar decisiones que afectarían la capacidad de producción, así como la anticipación a posibles fluctuaciones y cambios en la demanda.

- La técnica de suavización exponencial fue y será una herramienta valiosísima para la estimación de la demanda, ya que analiza todas aquellas fuentes de variación, y realiza los ajustes requeridos para entregar una proyección más exacta de lo que posiblemente será el comportamiento de las ventas en el futuro.
- La técnica de suavización exponencial esta siendo adoptada en la empresa para pronosticar la demanda, lo que facilitara la toma de decisiones tanto en el proceso comercial como en el productivo.

10. MODELO DE INVENTARIOS.

10.1 GENERALIDADES.

Contablemente los inventarios son asumidos como una partida perteneciente al activo de la empresa. No obstante, los beneficios que pueden llegar a tener están ligados a la buena administración que se haga de los mismos. En la empresa “los inventarios pueden clasificarse en tres grupos: Inventario de Materia Prima (IMP), Inventario de producto en proceso (IPP), e Inventario de Producto Terminado (IPT)”³⁰.

Estas tres partidas deben asumirse como un conjunto que afecta de manera directa no solo las decisiones productivas, sino las financieras de la empresa. Por tal razón se requiere de una metodología que permita además de la gestión de compra de cada uno de los materiales e insumos necesarios para la operación del proceso, un procedimiento para la administración de los inventarios de todos aquellos componentes en proceso, y para aquellos productos terminados.

Industria de Cauchos Record es una empresa que requiere mantener inventarios no solo de producto en proceso sino también de producto terminado, ya que no se trabaja bajo la modalidad de orden de pedido, conforme se reciben los pedidos estos deben organizarse y despacharse en el menor tiempo posible, esto hace necesario la mantención de existencias bien sea de producto terminado o de producto en proceso para poder vulcanizar.

La metodología que se desarrollará en el presente documento solo contempla veinticuatro (24) productos, sin embargo en la actualidad la empresa cuenta

³⁰ CHASE, Richard. AQUILANO, Nicholas. JACOBS, Robert. Administración de producción y operaciones. 8ª edición. Bogotá. Colombia. Mc Graw Hill. 2000, capítulo 14.

con más de ciento veinte (120) productos, cada uno de los cuales requieren de entre uno y cinco componentes para su manufactura. Esta situación plantea un reto interesante sobre el nivel de los inventarios tanto de materia prima, como de producto en proceso y producto terminado que se deben manejar dentro de la organización en aras de poder responderle a los clientes con entregas oportunas y completas, sin menoscabar la eficiencia y liquidez de la empresa.

Actualmente sobre la compra de materia prima no se ejerce un control que permita definir con claridad qué necesidad o requerimiento se busca satisfacer con la adquisición de determinado material. Ejemplo de ello es la compra de tubo, varilla, o lamina, cuyo momento de compra es impulsado por la necesidad de manufacturar una determinada referencia, pero las cantidades en muchas ocasiones se establecían pensando en una posible necesidad a futuro. Solo que no se cotejaba si los niveles de inventarios de producto en proceso y producto terminado ameritaban dicha compra adicional.

El presente estudio se utilizará para fijar los niveles de inventario de seguridad más adecuados para las necesidades del mercado en el que se desenvuelve la empresa, obteniendo a su vez una cantidad de pedido adecuada con la demanda, bajo la revisión continua de sus niveles pero conservando un nivel mínimo de seguridad que absorba las fluctuaciones de la misma, y le permita junto con estos amortiguadores y la capacidad instalada de producción, ofrecer puntualidad en el despacho de los pedidos.

10.2 OBJETIVOS DEL ESTUDIO.

10.2.1 Objetivo General.

Analizar y escoger un modelo que permita gestionar los inventarios que esté acorde con las necesidades y características del proceso productivo.

10.2.2. Objetivos Específicos.

- Realizar una clasificación de la materia prima más representativa utilizada en la empresa (Tubería, Varilla, Lámina, Ejes de Acero, y Fundición) para definir a qué grupo de productos (de aquellos que integran la metodología) pertenece cada tipo de material.
- Coordinar la gestión del inventario de producto terminado para establecer la conveniencia de la compra de la materia prima.
- Establecer los niveles de las existencias de reserva de producto terminado que permitan tener cierto grado de protección contra el desabasto.

10.3 Clasificación de la Materia Prima.

Como se menciona en uno de los objetivos específicos, la empresa utiliza cinco (5) materiales principales en la elaboración de sus productos (Tubería, Varilla, Lámina, Fundición, y Ejes de Acero). En el numeral 7.1.1 del presente documento pueden consultarse las principales características de cada uno de ellos. Con respecto a los productos que conforman la metodología a continuación se realizará una clasificación de la materia prima que se requiere para su manufactura con el fin de poder establecer los materiales que comparten entre sí.

Tabla 21. Clasificación de la materia prima.

TIPO DE MATERIA PRIMA	ESPECIFICACION	PRODUCTO QUE LO REQUIERE (REFERENCIA)	COMPONENTE	PIEZAS OBTENIDAS POR UNIDAD DE MATERIA PRIMA
TUBERIA	1 ¼" CALIBRE 40 CON COSTURA TIPO COLMENA	RB - 414	BUJE EXTERIOR	132 BUJES
		RB - 414B	BUJE EXTERIOR	132 BUJES
		KBK - 5005	BUJE EXTERIOR	132 BUJES
		897081531-0	BUJE EXTERIOR	144 BUJES
	1 ½" CALIBRE 40 SIN COSTURA	RB - H101	BUJE EXTERIOR	84 BUJES
		RB - H102	BUJE EXTERIOR	84 BUJES
		RB - 190	BUJE EXTERIOR	60 BUJES
		RB - 135	BUJE EXTERIOR	72 BUJES
	2" CALIBRE 40 CON COSTURA	RB - H105	BUJE EXTERIOR	72 BUJES
		RB - 191	BUJE EXTERIOR	72 BUJES
	1 ¼" CALIBRE 40 SIN COSTURA	RB - 440	BUJE EXTERIOR	78 BUJES
		RB - 413	BUJE EXTERIOR	78 BUJES

TIPO DE MATERIA PRIMA	ESPECIFICACION	PRODUCTO QUE LO REQUIERE	COMPONENTE	PIEZAS OBTENIDAS POR UNIDAD MP
TUBERIA	½" CALIBRE 40 SIN COSTURA	RB – 414B	BUJE INTERIOR	132 BUJES
	1" CALIBRE 40 CON COSTURA COLMENA	KBK – 5006	BUJE EXTERIOR	78 BUJES
	1" CALIBRE 80 SIN COSTURA	RB – H101	BUJE INTERIOR	72 BUJES
	1 ¼" CALIBRE 80 SIN COSTURA	RB – H105	BUJE INTERIOR	60 BUJES
	3" TIPO CALDERA	DOHZ – 6070 – SB	BUJE EXTERIOR	102 BUJES
	1 ½" CALIBRE 80 SIN COSTURA	DOHZ – 6070 – SB	BUJE INTERIOR	72 BUJES
	1 ½" CALIBRE 40 CON COSTURA COLMENA	RB – 94	BUJE EXTERIOR	78 BUJES
	2 ½" CALIBRE 40 CON COSTURA	44695	BUJE EXTERIOR	96 BUJES
	3" CALIBRE 40 CON COSTURA	1093766	BUJE EXTERIOR	84 BUJES
VARILLA	1" 12L14	RB – 440	BUJE INTERIOR	36 BUJES
		RB – H104	BUJE UNICO	33 BUJES
	1 ¼" 12L14	1664728 – CI	BUJE	89 BUJES
		15624948	BUJE	52 BUJES
		660551	BUJE	62 BUJES
	7/8" 12L14	KO66 – 282	BUJE	59 BUJES
		666191	BUJE	69 BUJES
	15/16" 12L14	KBK – 5005	BUJE INTERIOR	69 BUJES
	13/16" 12L14	KBK – 5006	BUJE INTERIOR	39 BUJES
	1-3/16" 12L14	RB – H102	BUJE INTERIOR	39 BUJES
LAMINA	CALIBRE 1/4	RB – 191	BUJE INTERIOR	319 BUJES
		15624948	ARANDELA	324 ARANDELAS

TIPO DE MATERIA PRIMA	ESPECIFICACION	PRODUCTO QUE LO REQUIERE (REFERENCIA)	COMPONENTE	PIEZAS OBTENIDAS POR UNIDAD DE MATERIA PRIMA
LAMINA	CALIBRE 3/16	RB – 190	BUJE INTERIOR	308 BUJES
		1664728 – CI	LATA	240 LATAS
		RB – 135	BUJE INTERIOR	348 BUJES
		897254387 – D	LATA UNICA	525 LATAS
	CALIBRE 1/8	RB – 94	BUJE INTERIOR	324 BUJES
		15624948	LATA GRANDE	220 LATAS
		RB – 413	BUJE INTERIOR	468 BUJES
		RB - 414	BUJE INTERIOR	832 BUJES
FUNDICION	GRIS	1664728-CI	FUNDICION	UNA FUNDICION
ACERO	2" 12L14 X 148 mm.	44695	EJE	UN EJE
	2 ½" 12L14 X 148 mm.	1093766	EJE	UN EJE

La clasificación anterior muestra como la materia prima más compartida son los tubos de 1 ¼" calibre 40 con costura tipo colmena y el de 1 ½" calibre 40 sin costura. Por el lado de la lámina son aquellas de calibre 3/16" y 1/8" las más requeridas, al igual que la varilla de 1" como la de 1 ¼" 12L14.

Para poder establecer como podrían llegar a ser los requerimientos de cada uno de estos materiales en un horizonte de tiempo equivalente a doce meses se utilizarán los datos obtenidos en el cálculo de la proyección de la demanda consignados en el Anexo 27. Con los datos plenamente establecidos se procedió a calcular cuántas unidades de materia prima por producto se requerirían tomando en consideración el número de piezas que se obtienen de dicha unidad. Finalmente se consolidan los resultados para cada tipo de material, y se define cuantas unidades tanto de tubería, lámina, varilla, fundición y ejes de acero se tendrían que comprar cada mes. Los resultados

para el mes de Enero están consignados en la Tabla 22. Los demás están el Anexo 28.

Tabla 22. Proyección de los requerimientos de materia prima para el mes de Enero (Mes 25).

TIPO DE MATERIAL (ESPECIFICACION)	PRODUCTO (REFERENCIA)	COMPONENTE	PROYECCION DE LA DEMANDA (UNIDADES)	PIEZAS POR UNIDAD DE MATERIA PRIMA	CANTIDAD DE MATERIA PRIMA REQUERIDA (UNIDADES)
TUBO DE 1 ¼" CALIBRE 40 CON COSTURA TIPO COLMENA	RB - 414	BUJE EXTERIOR	819 BUJES	132 BUJES	7 TUBOS
	RB - 414B	BUJE EXTERIOR	190 BUJES	132 BUJES	2 TUBOS
	KBK - 5005	BUJE EXTERIOR	185 BUJES	132 BUJES	2 TUBOS
	897081531-0	BUJE EXTERIOR	222 BUJES	144 BUJES	2 TUBOS
TOTAL					13 TUBOS
TUBO DE 1 ½" CALIBRE 40 SIN COSTURA	RB - H101	BUJE EXTERIOR	223 BUJES	84 BUJES	3 TUBOS
	RB - H102	BUJE EXTERIOR	119 BUJES	84 BUJES	2 TUBOS
	RB - 190	BUJE EXTERIOR	233 BUJES	60 BUJES	4 TUBOS
	RB - 135	BUJE EXTERIOR	240 BUJES	72 BUJES	4 TUBOS
TOTAL					13 TUBOS
TUBO DE 2" CALIBRE 40 CON COSTURA	RB - 191	BUJE EXTERIOR	318 BUJES	72 BUJES	5 TUBOS
	RB - H105	BUJE EXTERIOR	186 BUJES	72 BUJES	3 TUBOS
TOTAL					8 TUBOS

TIPO DE MATERIAL (ESPECIFICACION)	PRODUCTO (REFERENCIA)	COMPONENTE	PROYECCION DE LA DEMANDA (UNIDADES)	PIEZAS POR UNIDAD DE MATERIA PRIMA	CANTIDAD DE MATERIA PRIMA REQUERIDA (UNIDADES)
TUBO DE 1 ¼" CALIBRE 40 SIN COSTURA	RB – 440	BUJE EXTERIOR	413 BUJES	78 BUJES	6 TUBOS
	RB - 413	BUJE EXTERIOR	306 BUJES	78 BUJES	4 TUBOS
TOTAL					10 TUBOS
TUBO DE ½" CALIBRE 40 SIN COSTURA	RB – 414B	BUJE INTERIOR	190 BUJES	132 BUJES	2 TUBOS
TUBO DE 1" CALIBRE 40 CON COSTURA COLMENA	KBK - 5006	BUJE EXTERIOR	192 BUJES	78 BUJES	3 TUBOS
TUBO DE 1" CALIBRE 80 SIN COSTURA	RB – H101	BUJE INTERIOR	223 BUJES	72 BUJES	3 TUBOS
TUBO DE 1 ¼" CALIBRE 80 SIN COSTURA	RB – H105	BUJE INTERIOR	186 BUJES	60 BUJES	4 TUBOS
TUBO DE 3" TIPO CALDERA	DOHZ – 6070 – SB	BUJE EXTERIOR	222 SOPORTES	102 BUJES	3 TUBOS
TUBO DE 1 ½" CALIBRE 80 SIN COSTURA	DOHZ – 6070 – SB	BUJE INTERIOR	222 SOPORTES	72 BUJES	4 TUBOS
TUBO DE 1 ½" CALIBRE 40 CON COSTURA COLMENA	RB – 94	BUJE EXTERIOR	174 BUJES	78 BUJES	3 TUBOS
TUBO DE 2 ½" CALIBRE 40 CON COSTURA	44695	BUJE EXTERIOR	187 BUJES	96 BUJES	2 TUBOS
TUBO DE 3" CALIBRE 40 CON COSTURA	1093766	BUJE EXTERIOR	139 BUJES	84 BUJES	2 TUBOS
VARILLA DE 1" 12L14	RB – 440	BUJE INTERIOR	413 BUJES	36 BUJES	12 VARILLAS
	RB – H104	BUJE UNICO	207 BUJES	33 BUJES	7 VARILLAS
TOTAL					19 VARILLAS

TIPO DE MATERIAL (ESPECIFICACION)	PRODUCTO (REFERENCIA)	COMPONENTE	PROYECCION DE LA DEMANDA (UNIDADES)	PIEZAS POR UNIDAD DE MATERIA PRIMA	CANTIDAD DE MATERIA PRIMA REQUERIDA (UNIDADES)
VARILLA DE 1 ¼" 12L14	1664728 – CI	BUJE	54 SOPORTES	89 BUJES	1 VARILLA
	15624948	BUJE	122 SOPORTES	52 BUJES	3 VARILLAS
	660551	BUJE	134 SOPORTES	62 BUJES	3 VARILLAS
TOTAL					7 VARILLAS
VARILLA DE 7/8" 12L14	KO66 – 282 (DOS BUJES POR SOPORTE)	BUJE	86 SOPORTES	59 BUJES	3 VARILLAS
	666191	BUJE	47 SOPORTES	69 BUJES	1 VARILLA
TOTAL					4 VARILLAS
VARILLA DE 15/16" 12L14	KBK – 5005	BUJE INTERIOR	185 BUJES	69 BUJES	3 VARILLAS
VARILLA DE 13/16" 12L14	KBK – 5006	BUJE INTERIOR	192 BUJES	39 BUJES	5 VARILLAS
VARILLA DE 1 – 3/16" 12L14	RB – H102	BUJE INTERIOR	119 BUJES	39 BUJES	4 VARILLAS
LAMINA CALIBRE ¼"	RB – 191	BUJE INTERIOR	318 BUJES	319 BUJES	1 LAMINA
	15624948	ARANDELA	122 SOPORTES	324 ARANDELAS	0.4 LAMINAS
TOTAL					1.4 LAMINAS

TIPO DE MATERIAL (ESPECIFICACION)	PRODUCTO (REFERENCIA)	COMPONENTE	PROYECCION DE LA DEMANDA (UNIDADES)	PIEZAS POR UNIDAD DE MATERIA PRIMA	CANTIDAD DE MATERIA PRIMA REQUERIDA (UNIDADES)
LAMINA CALIBRE 3/16"	RB – 190	BUJE INTERIOR	233 BUJES	308 BUJES	0.80 LAMINAS
	1664728 – CI	LATA	54 SOPORTES	240 LATAS	0.30 LAMINAS
	RB – 135	BUJE INTERIOR	240 BUJES	348 BUJES	0.70 LAMINAS
	897254387 – D	LATA UNICA	140 SOPORTES	525 SOPORTES	0.30 LAMINAS
TOTAL					2.10 LAMINAS
LAMINA CALIBRE 1/8"	RB – 94	BUJE INTERIOR	174 BUJES	324 BUJES	0.60 LAMINAS
	15624948	LATA GRANDE	122 SOPORTES	220 LATAS	0.60 LAMINAS
	RB – 413	BUJE INTERIOR	306 BUJES	468 BUJES	0.70 LAMINAS
	RB – 414	BUJE INTERIOR	819 BUJES	832 BUJES	1 LAMINA
TOTAL					2.9 LAMINAS
FUNDICION GRIS	1664728 – CI	FUNDICION	54 SOPORTES	1 FUNDICION	54 FUNDICIONES
ACERO DE 2" 12L14 X 148 mm	44695	EJE	187 BUJES	1 EJE	187 EJES
ACERO DE 2 ½" 12L14 X 148 mm	1093766	EJE	139 BUJES	1 EJE	139 EJES

Tabla 23. Proyección de los requerimientos anuales de materia prima.

MATERIAL	MES												TOTAL
	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	
TUBO 1 ¼" CAL 40 C/C COLMENA	13	13	13	13	13	14	14	14	14	14	17	17	169
TUBO 1 ½" CAL 40 SIN COSTURA	13	13	14	14	15	15	15	15	15	16	16	16	172
TUBO 2" CAL 40 C/C	8	8	8	8	9	10	10	10	10	11	11	11	114
TUBO 1 ¼" CAL 40 S/C	10	10	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	135
TUBO ½" CAL 40 S/C	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	26
TUBO 1" CAL 40 C/C COLMENA	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	36
TUBO 1" CAL 80 S/C	3	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	51
TUBO 1 ¼" CAL 80 S/C	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	52
TUBO 3" TIPO CALDERA	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	36
TUBO 1 ½" CAL 80 S/C	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	48
TUBO 1 ½" CAL 40 C/C COLMENA	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	36
TUBO 2 ½" CAL 40 C/C	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	31
TUBO 3" CAL 40 C/C	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	24
VARILLA DE 1" 12L14	19	19	19	20	21	21	21	22	22	23	24	24	255
VARILLA DE 1 ¼" 12L14	7	7	7	7	7	7	7	6	6	6	6	6	79
VARILLA DE 7/8" 12L14	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	57
VARILLA DE 15/16" 12L14	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	36
VARILLA DE 13/16" 12L14	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	6	68
VARILLA DE 1- 3/16" 12L14	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	51
LAMINA CALIBRE ¼"	1.40	1.50	1.50	1.60	1.60	1.70	1.70	1.70	1.80	1.80	1.80	1.80	20
LAMINA CALIBRE 3/16"	2.10	2.10	2.30	2.30	2.30	2.30	2.40	2.40	2.40	2.50	2.70	2.60	28.4
LAMINA CALIBRE 1/8"	2.90	3.0	3.0	3.0	3.10	3.20	3.20	3.20	3.30	3.30	3.50	3.60	38.3
FUNDICION GRIS	54	54	55	55	56	56	57	58	58	59	59	60	681
ACERO 2" 12L14 X 148 mm	187	190	193	196	199	202	205	208	211	214	217	219	2441
ACERO 2 ½" 12L14 X 148 mm	139	138	135	134	133	132	130	129	128	127	127	125	1577

Tabla 24. Distribución porcentual de los requerimientos anuales de materia prima.

TIPO DE TUBO	CANTIDAD	PORCENTAJE	PORCENTAJE ACUMULADO
1 - 1/2" CALIBRE 40 SIN COSTURA	172	18%	18%
1 - 1/4" CALIBRE 40 CON COSTURA TIPO COLMENA	169	18%	37%
1 - 1/4" CALIBRE 40 SIN COSTURA	135	15%	51%
2" CALIBRE 40 CON COSTURA	114	12%	63%
1 - 1/4" CALIBRE 80 SIN COSTURA	52	6%	69%
1" CALIBRE 80 SIN COSTURA	51	5%	75%
1 - 1/2" CALIBRE 80 SIN COSTURA	48	5%	80%
1" CALIBRE 40 CON COSTURA COLMENA	36	4%	84%
3" TIPO CALDERA	36	4%	87%
1 - 1/2" CALIBRE 40 CON COSTURA COLMENA	36	4%	91%
2 - 1/2" CALIBRE 40 CON COSTURA	31	3%	95%
1/2" CALIBRE 40 SIN COSTURA	26	3%	97%
3" CALIBRE 40 CON COSTURA	24	3%	100%
TOTAL	930	100%	

TIPO DE LAMINA	CANTIDAD	PORCENTAJE	PORCENTAJE ACUMULADO
CALIBRE 1/8" HOT ROLLED	38	44%	44%
CALIBRE 3/16" HOT ROLLED	28	33%	77%
CALIBRE 1/4" HOT ROLLED	20	23%	100%
TOTAL	87	100%	

TIPO DE VARILLA	CANTIDAD	PORCENTAJE	PORCENTAJE ACUMULADO
1" 12L14	255	47%	47%
1 - 1/4" 12L14	79	14%	61%
13/16" 12L14	68	12%	74%
7/8" 12L14	57	10%	84%
1 - 3/16" 12L14	51	9%	93%
15/16" 12L14	36	7%	100%
TOTAL	546	100%	

En aras de tener un panorama más claro con respecto a la materia prima que resulta más representativa en la manufactura de los diferentes productos que hacen parte de la metodología, se elaboraron las tablas anteriores (Tabla 23 y 24) donde se muestra la distribución porcentual de cada material. Se omitió tanto la fundición como el acero, ya que para el primer caso sólo se requiere de un solo tipo, utilizado en un solo producto (Soporte Trasero Motor Diesel 4700. Ref: 1664728-CI), mientras que el acero es utilizado en dos presentaciones diferentes, las cuales resultan representativas y con distribuciones porcentuales muy similares (40% en el caso del acero de 2-1/2" y 60% para el de 2").

Con respecto a la tubería cabe resaltar que el 80% de los requerimientos para el año en curso están representados en el 50% de las clases de tubo. Siendo los más representativos el de 1-1/2" calibre 40 sin costura, 1-1/4" calibre 40 con costura tipo colmena, 1-1/4" calibre 40 sin costura, y el de 2" calibre 40 con costura, ya que duplican y triplican sus cantidades con respecto al tipo de tubo que continúa en la lista de requerimientos. Para la lámina la situación es totalmente diferente ya que sólo se requieren tres clases, y el 80% de las necesidades recaen sobre dos de ellas. Para finalizar, la varilla presenta una tendencia similar a la tubería en lo que a las distribuciones porcentuales se refiere, ya que el 80% de la demanda está distribuida en un 50% de las clases de varilla. Sin embargo, un 47% de las necesidades globales están representadas en un solo tipo de material, la varilla de 1" 12114.

10.4 FORMULACION DEL MODELO.

Tomando en consideración las características del proceso de manufactura de cada uno de los productos, la capacidad de producción de la planta, la disponibilidad de la materia prima, y los plazos de entrega que se manejan con cada uno de los proveedores, así como la variabilidad en la demanda de los productos. Se estableció que la metodología más idónea para la administración de los inventarios es la definida en el Modelo de la cantidad fija de la orden con existencias de reserva y demanda variable o probabilística.

La selección de este modelo se hizo en atención a las siguientes consideraciones:

- Revisión permanente de los niveles del inventario de producto terminado. Esto permite conocer en tiempo real las cantidades disponibles para la venta de cada uno de los veinticuatro productos considerados en la metodología, facilitando la toma de decisiones oportunas en lo referente al abastecimiento con unidades nuevas.

- Establecimiento de una orden de producción para el abastecimiento del inventario de producto terminado, considerando factores importantes como la demanda y los costos, tanto de realizar una orden como los de mantener inventarios.
- Definición de un nivel de inventario adecuado que permita hacerle frente a las variaciones propias de la demanda.
- Consideración del comportamiento histórico de la demanda para definir el tiempo máximo de entrega de las órdenes de producción.

10.4.1. Consideraciones del modelo.

- La demanda de cada uno de los productos es considerada como variable, de ahí la necesidad de establecer un nivel de existencias de reserva. La cantidad que se definirá como la más adecuada se definirá tomando en cuenta la probabilidad de sufrir un desabasto.
- El tiempo de entrega de la materia prima puede tomarse como constante y uniforme entre cada uno de los proveedores indistintamente si el material que proveen es tubería, varilla, lamina, o acero. Este tiempo oscila entre los uno y los cuatro días a partir de la entrega de la orden al proveedor. Sin embargo, para el caso de la fundición este tiempo varia y es de quince días.
- Por políticas comerciales de la empresa se deben evitar los faltantes de mercancía en el inventario de producto terminado, ya que se puede correr el riesgo de no poder despachar uno o varios pedidos por la falta de algún producto, incurriendo en demoras que afectan la imagen de la empresa ante los clientes. O por el contrario, el despacho se puede hacer efectivo pero incompleto (Con la autorización de la Dirección

Comercial), lo que genera ventas perdidas y la posibilidad de adquisición del producto por parte del cliente en la competencia.

- La aplicación del modelo se realizará de manera independiente para cada uno de los productos que pertenecen a la metodología, pues la demanda es diferente en cada uno de ellos.
- La revisión del nivel del stock de inventario de producto terminado se realizará cada tres días, y el encargado será el Director de Producción en compañía del Jefe del Almacén.
- La materia prima utilizada para la elaboración del caucho no fue incluida dentro del estudio ya que la solicitud de compra de la misma no se realiza para cubrir la necesidad de algún producto en particular. Por el contrario, diariamente el operario del molino realiza una inspección a todos los componentes para establecer cuál de ellos requiere ser comprado. Cuando la necesidad se hace evidente (Niveles de materia prima pre-establecidos), se lo hace saber al Director de Producción quien se encarga de comprar una cantidad pre-establecida según el producto.

10.4.2. Metodología para el cálculo de los inventarios.

Como se mencionó en líneas anteriores, el modelo que se utilizará para estructurar el sistema de inventarios en la empresa es la cantidad fija de la orden con existencias de reserva. Todas las consideraciones que emplea este modelo se aplicarán sobre los inventarios de producto terminado de los veinticuatro productos considerados dentro de la metodología. Todo lo referente a las cantidades de materia prima que se necesitarán, de acuerdo a las proyecciones de la demanda, están consignadas en la tabla 23.

En primera instancia, y como requisito del modelo, se calculo la cantidad óptima que se necesitará de cada uno de los veinticuatro productos. Para ello se utilizo la siguiente formula:

Ecuación 17.

$$Q_{OPT} = \sqrt{\frac{2DS}{H}}$$

Donde:

Q_{OPT} : Cantidad económica de pedido. S : Costo por orden.

D : Demanda anual. H : Costo de almacenar una unidad de inventario durante un año.

Para establecer la demanda de cada uno de los productos se realizo un promedio utilizando los resultados del año 2006, así como los del 2007 consignados en la tabla 16 del presente documento. El costo de realizar una orden fue calculado tomando en consideración el dinero empleado en la papelería utilizada, el gasto telefónico, y el tiempo empleado por la persona encargada de realizar la respectiva compra (Una hora en promedio de su jornada laboral). Cabe resaltar que esta hora no se utiliza de manera continua. Es la suma aproximada de todos los intervalos de tiempo utilizados por la funcionaria de la empresa en la recepción de la compra, la realización de las cotizaciones con los proveedores, establecimiento de posibles fechas de entrega, definición de cantidades y especificaciones técnicas de los productos, selección de la mejor opción, comunicación al proveedor seleccionado, y confirmación vía fax (cuando aplique).

El costo de almacenar durante un año la unidad de cualquier producto en el inventario fue definido como un porcentaje del costo de cada uno. El valor fue establecido gracias a la colaboración de la persona titular de la contabilidad en la empresa quién testimonialmente sugirió que dicho porcentaje podría ser del 5%. Los costos de cada uno de los productos fueron facilitados para realizar los respectivos cálculos.

Una vez calculada la cantidad económica de pedido se calcula la cantidad de pedidos por realizar (Ecuación 18), el costo de cada uno (Ecuación 19), y el tiempo aproximado que podría pasar entre cada orden (Ecuación 20).

Ecuación 18.

$$Q_{ORDEN} = \frac{D}{Q_{OPT}}$$

Ecuación 19.

$$S_{ANUAL} = Q_{ORDEN} * S$$

Ecuación 20.

$$T = \frac{365}{Q_{ORDEN}}$$

A continuación se muestran los resultados para un producto en particular (Soporte Motor Kodiak 3116 Referencia: 15624948). Los cálculos para los productos restantes se adjuntaron en el Anexo 29.

$$Q_{opt} = \sqrt{\frac{2 * 1278 * 4560}{829}}$$

$$Q_{OPT} = 119 \text{ Unidades}$$

$$Q_{ORDEN} = \frac{1278}{119}$$

$$Q_{ORDEN} = 11 \text{ Ocasiones}$$

$$S_{ANUAL} = 11 * 4560$$

$$S_{ANUAL} = \$50.160$$

$$T = \frac{365}{11}$$

$$T = 33 \text{ Dias}$$

Después de realizar estos cálculos se procede a determinar las estadísticas descriptivas de cada uno de los productos.

Tabla 25. Estadísticos Descriptivos por tipo de producto.

ESTADISTICOS DESCRIPTIVOS								
PRODUCTO	REFERENCIA	ESTADISTICO						
		N	RANGO	MINIMO	MAXIMO	MEDIA	DESVIACION	VARIANZA
SOPORTE MOTOR KODIAK 3116	15624948	12	29	93	122	108	9,434	89
SOPORTE DELANTERO MOTOR BRIGADIER	660551	12	3	131	134	132	0,900	0,811
SOPORTE TRASERO MOTOR SUPERBRIGADIER	DOHZ6070SB	12	27	222	249	235	8,830	77,970
SOPORTE TRASERO MOTOR DIESEL 4700	1664728-CI	12	6	54	60	57	2,050	4,205
SOPORTE TRASERO MOTOR KENWORTH	KO66-282	12	22	86	108	97	7,211	52,000
SOPORTE DELANTERO CABINA BRIGADIER	666191	12	12	47	59	53	4,019	16,152
BUJE MUELLE DELANTERO DODGE 600	RB-135	12	51	240	291	266	16,694	278,697
BUJE MUELLE DELANTERO CHEVROLET B60	RB-94	12	65	174	239	207	21,295	453,477
CAUCHO AUXILIAR MUELLE TRASERO NPR	897254387D	12	13	140	153	146	4,196	17,606
BUJE MUELLE TRASERO MAZDA T-4.5	KBK-5005	12	4	181	185	183	1,311	1,720
BUJE MUELLE TRASERO KODIAK	RB-191	12	149	318	467	393	48,941	2395,182
BUJE MUELLE TRASERO NPR	RB-414	12	276	819	1095	957	90,580	8204,811
BUJE MUELLE DELANTERO MAZDA T-4.5	KBK-5006	12	23	192	215	203	7,557	57,114
BUJE MUELLE DELANTERO KODIAK	RB-190	12	93	233	326	280	30,610	937,000
BUJE MUELLE DELANTERO NPR	RB-413	12	79	306	385	345	25,984	675,174
BUJE MUELLE DELANTERO NKR	8970815310	12	84	222	306	264	27,459	754,000
BUJE MUELLE TRASERO PARTE DELANTERA NPR	RB-440	12	102	413	515	464	33,435	1117,879
BUJE MUELLE DELANTERO AGRALE	RB-H104	12	74	207	281	244	24,207	585,970
BUJE MUELLE TRASERO NISSAN CABSTAR	RB-H101	12	102	223	325	274	33,498	1122,083
BUJE MUELLE TRASERO AGRALE	RB-H105	12	84	186	270	228	27,371	749,174
BUJE MUELLE DELANTERO NISSAN CABSTAR	RB-H102	12	49	119	168	144	15,837	250,818
BUJE CHASIS NPR-NKR	RB-414B	12	96	190	286	238	31,468	990,242
BUJE BARRA TENSORA BRIGADIER	44695	12	32	187	219	203	10,681	114,083
BUJE BARRA TENSORA SUPERBRIGADIER	1093766	12	7	125	139	132	4,448	19,788

Basándose en los resultados consignados en la tabla anterior se procede al cálculo del stock de seguridad y el punto de re-orden de cada uno de los productos. Para ilustrar como se obtienen estos resultados se determinaran estos dos parámetros para un producto específico (Soporte Motor Kodiak 31116. Referencia. 15624948).

Ecuación 21.

$$SS = Z\sigma_L ; R = \bar{d}L + Z\sigma_L$$

Donde:

SS : Stock de seguridad.

Z : Numero de desviaciones estándar para una probabilidad específica de servicio.

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

d : Demanda promedio por mes.

L : Tiempo de entrega en meses.

Como se estableció en las consideraciones de este modelo, y por disposiciones gerenciales y comerciales al interior de la empresa, se debe evitar cualquier tipo de desabasto. Por tal razón, la probabilidad de no quedar sin inventarios o de no sufrir algún tipo de faltante fue acordada en un 98%. Con respecto al tiempo de entrega L , que para este caso en particular se define como el tiempo que tardaría una orden Q en ser entregada por parte de producción al almacén a partir del momento en que esta ultima es solicitada, no se estableció un tiempo generalizado. Por el contrario, como cada producto es único en su proceso de manufactura, se hizo uso de todo el estudio de tiempos realizado con anterioridad, el cual permitió establecer la capacidad de producción de cada uno de los centros de trabajo con relación a cada uno de los productos que hacen parte de la metodología.

Este estudio permitió la estructuración del Anexo 18 (Capacidad de producción por centro de trabajo), el cual fue la herramienta que facilitó establecer el tiempo que tardaría cada orden Q de cada uno de los productos en ser entregada. Este tiempo L incluye el número de días que aproximadamente tardaría en llegar la materia prima, el tiempo que se gastaría en el mecanizado y troquelado de dicha materia prima, y el tiempo que se emplearía para vulcanizar cada uno de los productos que conforman la orden. Para facilitar la estructuración de esta información se construyó la siguiente tabla.

Tabla 26. Cálculo del tiempo de entrega L para las cantidades económicas de pedido.

PRODUCTO	Q	TIEMPO MATERIA PRIMA	TIEMPO MECANIZADO TROQUELADO	TIEMPO VULCANIZADO	L	
					DIAS	MESES
SOPORTE TRASERO MOTOR KODIAK	119	4	1	2	7	0.23
SOPORTE DELANTERO MOTOR BRIGADIER	161	4	1	4	9	0.30
SOPORTE TRASERO MOTOR KENWORTH	184	4	1	5	10	0.33
SOPORTE TRAS MOTOR SUPERBRIGADIER	276	4	4	5	13	0.43
SOPORTE DELANTERO CABINA BRIGADIER	227	4	1	4	9	0.30
CAUCHO AUXILIAR MUELLE TRASERO NPR	341	1	1	4	6	0.20
SOPORTE TRASERO MOTOR DIESEL 4700	94	15	4	5	24	0.80
BUJE MUELLE DELANTERO DODGE 600	311	4	2	2.5	8.5	0.283
BUJE MUELLE TRASERO MAZDA T-4.5	356	4	3.5	2	9.5	0.316
BUJE MUELLE DELANTERO CHEVROLET	277	4	4	2	10	0.333
BUJE MUELLE DELANTERO AGRALE	347	4	4	4	12	0.40
BUJE MUELLE DELANTERO KODIAK	321	4	2	3	9	0.30
BUJE MUELLE TRASERO NPR	800	4	4	4	12	0.40
BUJE MUELLE TRASERO KODIAK	325	4	5	3	12	0.40
BUJE MUELLE DELANTERO NKR	337	4	4	3	11	0.367
BUJE MUELLE DELANTERO MAZDA T-4.5	392	4	3	2.5	9.5	0.316
BUJE MUELLE DELANTERO NPR	414	4	4	4	12	0.40
BUJE MUELLE TRAS PARTE DELANTERA	425	4	5	4	13	0.43
BUJE MUELLE DELANTERO NISSAN	238	4	2.5	2	8.5	0.283
BUJE MUELLE TRASERO NISSAN	340	4	4	3	11	0.367
BUJE CHASIS NPR - NKR	364	4	2	3	9	0.30
BUJE MUELLE TRASERO AGRALE	242	4	4	3	11	0.367
BUJE BARRA TENSORA BRIGADIER	162	4	2	3	9	0.30
BUJE BARRA TENSORA SUPERBRIGADIER	91	4	3	2.5	9.5	0.316

Con estos tiempos calculados se puede determinar tanto el Stock de seguridad como el punto de re-orden para cada producto. Para el caso particular del Soporte Motor Kodiak.

$$SS = 2.054 * 9.434$$

$$R = 106 * 0.23 + 2.054 * 9.434$$

$$SS = 19 \text{ Soportes.}$$

$$R = 43 \text{ Soportes.}$$

Una vez se determinan los diferentes valores se construye la política de inventarios para el Soporte Motor Kodiak, la cual queda de la siguiente manera:

- Una vez la cantidad de soportes alcanza el valor del punto de re-orden se debe solicitar un lote equivalente a 118 unidades.
- La revisión de los inventarios de producto terminado se realizara cada tres días, partiendo de la base que el tiempo que correrá entre pedidos es de 33 días aproximadamente.
- El punto de re-orden será de 44 soportes. Es decir una vez el inventario de producto terminado alcance este nivel se hará efectiva la orden de pedido.
- El stock de seguridad será de 19 soportes.

Esta política será construida para cada uno de los veinticuatro productos que hacen parte de la metodología y estructurada en la siguiente tabla. Para tener un poco más de claridad sobre la misma, en el Anexo 30 se definirá de manera mas detallada.

Tabla 27. Resumen Política de Inventario de Producto Terminado.

PRODUCTO	D AÑO	S ORDEN	H	Qopt	Q orden	S AÑO	T	σ_L	Z	SS	Dprom mes	L	R
TRASERO MOTOR KODIAK. REF: 15624948	1278	4560	829	118	11	50160	33	9.434	2.054	19	106	0.23	43
DELANTERO MOTOR BRIGADIER. REF: 660551	1568	4560	545	162	10	45600	37	0.90	2.054	2	131	0.30	41
TRASERO MOTOR SUPERBRIG. REF:DOHZ6070SB	2977	4560	356	276	11	50160	33	8.83	2.054	18	248	0.43	124
TRASERO MOTOR DIESEL 4700. REF: 1664728-CI	653	4560	662	94	7	31920	53	2.05	2.054	4	54	0.80	47
TRASERO MOTOR KENWORTH. REF: KO66-282	1127	4560	301	184	6	27360	59	7.211	2.054	14	94	0.33	45
DELANTERO CABINA BRIGADIER. REF: 666191	638	4560	113	226	3	13680	129	4.019	2.054	8	53	0.30	24
BUJE DELANTERO DODGE 600. REF:RB-135	3109	4560	293	311	10	45600	36	16.69	2.054	34	259	0.283	107
BUJE DELANTERO CHEVROLET B60. REF: RB-94	2293	4560	271	277	9	41040	44	21.30	2.054	43	191	0.333	107
CAUCHO MUELLE TRASERO NPR. REF: 897254387	1781	4560	139	341	6	27360	70	4.196	2.054	8	148	0.20	38
BUJE TRASERO MAZDA T-4.5. REF: KBK-5005	2146	4560	154	356	6	27360	60	1.311	2.054	3	179	0.316	59
BUJE TRASERO KODIAK. REF: RB-191	4106	4560	353	325	13	59280	29	48.94	2.054	100	342	0.40	237
BUJE TRASERO NPR. REF: RB-414	11374	4560	162	800	14	63840	25	90.58	2.054	186	948	0.40	565
BUJE DELANTERO MAZDA T-4.5. REF: KBK-5006	2413	4560	143	392	6	27360	59	7.557	2.054	15	201	0.316	79
BUJE DELANTERO KODIAK. REF: RB-190	3450	4560	304	321	11	50160	34	30.61	2.054	62	288	0.30	149
BUJE DELANTERO NPR. REF: RB-413	4140	4560	220	414	10	45600	36	25.98	2.054	53	345	0.40	191
BUJE DELANTERO NKR. REF: 897081531-0	3064	4560	246	337	9	41040	40	27.46	2.054	56	255	0.367	150
BUJE TRASERO PARTE DELANTERA. REF: RB-440	5230	4560	263	425	12	54720	29	33.43	2.054	68	436	0.43	256
BUJE DELANTERO AGRALE. REF: RB-H104	3067	4560	233	346	9	41040	41	24.21	2.054	49	256	0.40	152
BUJE TRASERO NISSAN CABSTAR. REF: RB-H101	3262	4560	257	340	10	45600	38	33.50	2.054	68	272	0.367	168
BUJE TRASERO AGRALE. REF: RB-H105	2523	4560	390	242	11	50160	35	27.37	2.054	56	210	0.367	133
BUJE DELANTERO NISSAN. REF: RB-H102	1845	4560	297	238	8	36480	47	15.83	2.054	32	154	0.283	76
BUJE CHASIS NPR-NKR. REF: RB-414B	2685	4560	184	364	7	31920	49	31.47	2.054	64	224	0.30	131
BARRA TENSORA BRIGADIER. REF: 44695	2523	4560	875	162	16	72960	23	10.68	2.054	21	210	0.30	84
BARRA TENSORA SUPERBRIGAD. REF: 1093766	1560	4560	1714	91	17	77520	21	4.45	2.054	9	130	0.316	50

11. PLAN MAESTRO DE PRODUCCION.

11.1 GENERALIDADES.

Tomar todas las expectativas del mercado como previsiones o pedidos y transformarlas en un plan maestro es el objetivo de la planificación de operaciones. Por regla general este plan abarca los bienes finales, y determina cuáles de ellos se deben producir, en que intervalos de tiempo, y los recursos asignados para tales tareas.

El plan maestro debe cumplir con las siguientes características:

- **EFICACIA:** Para el cumplimiento de los objetivos propuestos.
- **FACTIBILIDAD:** Es decir, poder ejecutarlo con los recursos que se tienen a disposición.
- **EFICIENCIA:** Para sacar el mejor provecho de los recursos con los que se cuenta.

Otra característica no menos importante que debe tener el programa maestro de producción es la de considerar o prever como se puede llegar a comportar la demanda, ya que cuando existen picos o valles en la misma, hay por lo menos dos escenarios que se pueden presentar:

- **PRODUCCION DE FORMA REGULAR:** Esta política plantea la posibilidad de producir de manera continua, lo que generaría grandes stocks en los momentos de baja demanda y riesgo de faltantes cuando la demanda incrementa.
- **PRODUCCION DE ACUERDO A LA DEMANDA:** Este escenario también plantea dos situaciones, subutilización de la capacidad instalada cuando la demanda decrezca, y necesidad de trabajar tiempo por fuera de la jornada laboral establecida cuando la demanda incrementa.

Estas dos consideraciones sugieren que “un plan maestro de producción debe ser una hipótesis de trabajo y no necesariamente un programa cerrado de producción”.

11.2 NECESIDAD DE LA PLANEACION.

La elaboración de un plan maestro de producción responde a la necesidad de aprovechar al máximo todo aquello que se tiene a disposición para la manufactura de un producto, pues todo sistema de producción tiene capacidad y recursos limitados.

Por tal razón, la persona o grupo de personas encargadas de su estructuración deben especificar que se producirá, en qué cantidad, y en qué momento dicha producción será entregada para poder ser vendida. Lo anterior en consideración a lo difícil que resulta para la empresa conocer con exactitud la mezcla de productos que serán demandados en el futuro. Sin embargo, si puede prever el nivel de actividad global a mediano plazo para poder orientar los esfuerzos comerciales hacia la consecución de pedidos.

Todo esto indica que la necesidad de realizar la planificación, así como sus características dependerá de:

- Tipo de fabricación: Por lotes de producción.
- Estructura de los plazos de aprovisionamiento y fabricación
- Restricción de la estructura de cada producto (La forma de manufacturarlo).

11.3 CONSIDERACIONES A TENER EN CUENTA.

Como se ha dicho con anterioridad lo que se busca con la planificación de las operaciones es la asignación de los diferentes recursos productivos a tareas específicas para poder cumplir con un determinado número de objetivos.

Sin embargo, dicha “planificación debe ser operativa por lo que debe tomar en consideración solo cierto grupo de elementos”³¹. De manera puntual aquellos que precisan ser conocidos con antelación. Dentro de los principales elementos se encuentran:

³¹ COROMINAS SUBIAS, Albert. ORGANIZACIÓN DE LA PRODUCCION I. Diseños de sistemas productivos. UPC Ediciones. Capítulo 6. 1998

- **Medios Productivos:** Solo aquellos que por sus capacidades restringidas o limitadas requieren de una planificación para poder variar sus cargas de trabajo.
- **Capacidades Productivas Externas:** Hace referencia a todas aquellas operaciones que por restricciones tecnológicas o de capacidad no es posible ejecutarlas al interior de la empresa, lo que obliga a subcontratarlas con otras empresas auxiliares, con las que se deberán establecer acuerdos de actuación con la suficiente antelación.
- **Mano de Obra:** En la mayoría de los casos la cantidad requerida de este elemento esta sujeta a la carga de los medios productivos, por lo que de acuerdo a su evolución se hace necesario realizarle algunos ajustes (Horas Extras).
- **Materiales:** Con excepción de la fundición gris, cuyo tiempo de entrega por parte del proveedor es de alrededor de quince (15) días, el resto de la materia prima es entregada en unos plazos muy convenientes (Entre uno y cuatro días), lo que hace de este elemento uno de los menos críticos a la hora de estructurar el pan maestro.
- **Recursos Financieros:** Generalmente estos recursos pueden derivarse de la planificación de los anteriormente expuestos.

Todos estos recursos, a la hora de estructurar la planificación de las operaciones, tienen las siguientes características en común:

- **Costo:** La necesidad de adquirir algún tipo de recurso, o la utilización de aquellos que se tienen disponibles tiene asociado un costo, el cual esta en función de la cantidad y puesta en marcha de los mismos. Así por ejemplo, el utilizar mano de obra, maquinaria y/o equipos por fuera de la jornada laboral regular genera una serie de incrementos que es preciso tomar en consideración.

- **Limitación:** Todo recurso productivo tiene capacidad limitada, bien sea por la jornada laboral disponible, o por disposiciones administrativas como en el caso del número máximo de horas extras disponibles para utilizar, o la máxima capacidad para subcontratar trabajos por fuera de la empresa.
- **Almacenamiento:** Los recursos materiales y financieros que no sean utilizados en un periodo determinado pueden ser trasladados a periodos siguientes. Solo las horas no utilizadas en una máquina no pueden ser dispuestas para trabajar en periodos futuros.

La puesta en marcha de cualquier plan de producción trae consigo una serie de costos variables que es pertinente considerar. Dichos costos son:

- Los costos por mantener inventario bien sea de materia prima, producto en proceso, o producto terminado. En este caso los costos son financieros y de almacenaje.
- Los costos por sufrir desabasto o falta de servicio, es decir cuando no es posible atender completo uno o varios pedidos por falta de stock.
- Los costos por hacer uso de mano de obra por fuera de la jornada laboral ordinaria para poder equilibrar la capacidad productiva con la demanda.
- Los costos de oportunidad en los que se incurre cuando algunos recursos no se utilizan debido a la falta de demanda.

Los costos descritos anteriormente permiten realizar un análisis comparativo entre los diferentes planes que se establezcan y poder así seleccionar aquel que resulte más conveniente para la empresa. No obstante, los costos no son el único parámetro de comparación, en algunos casos existen una serie de criterios que también influyen en la elección, como los financieros que sugieren

no incurrir en excesos en las horas extras, o limitan la cuantía del stock de productos.

Los planes de producción afectan el nivel del stock, ya que pueden generar lotes grandes de algunos productos en proceso, los cuales serán terminados en periodos donde la demanda incrementa. O también pueden sugerir la manufactura de lotes grandes para reducir los altos costos de algunas preparaciones de maquina. Son estas situaciones las que sugieren que se establezca un equilibrio entre el costo de almacenar y el de producir.

No producir lo que la demanda solicita puede generar pérdida en las ventas o retrasos en las entregas, lo que se traduce en pérdidas tangibles como las ganancias no logradas, o intangibles como la pérdida de confianza por parte de los clientes, ya que no ofrecer plazos de entrega competitivos puede provocar que la empresa pierda terreno frente a la competencia.

El problema consiste en coordinar la producción con la demanda para que no se presenten retrasos importantes haciendo buen uso de los stocks. Esta coordinación se obtiene mediante la correcta planificación del uso de los recursos.

11.4. DESARROLLO DEL PLAN MAESTRO.

De acuerdo a las características del proceso productivo de la empresa, y considerando las directrices trazadas por el departamento comercial con respecto al nivel de cumplimiento que se debe tener a la hora de despachar los productos solicitados por los clientes. Se explicaron los diferentes métodos para construir un plan maestro de producción, y de manera concertada se selecciono el método reiterativo o Política de nivelación con horas extras.

Este método sugiere el cumplimiento de la demanda en cada periodo que abarque el plan. En aquellos periodos donde no se cumpla con este objetivo se diseña una producción con un número determinado de horas extras, la programación de dichas horas debe realizarse en el periodo inmediatamente

anterior al que la demanda supera la capacidad dispuesta para la producción regular, esto con el ánimo de reducir los costos de mantenimiento de los inventarios que serian necesarios para el cumplimiento de tal fin.

El primer paso que contempla la construcción del plan maestro de producción es la corrección de la demanda. Entendiendo como tal aquella que contempla no solo la prevista, sino además el stock necesario que hay que mantener en el almacén para hacerle frente a las fluctuaciones propias del mercado. Se elaboro mediante la siguiente tabla la corrección de la demanda para un producto en particular, Soporte Motor Kodiak.

Tabla 28. Demanda corregida para Soporte Motor Kodiak.

MES	DIAS	DEMANDA	STOCK SEGURIDAD	CAMBIOS STOCK SEGURIDAD	DEMANDA CORREGIDA	DEMANDA CORREGIDA ACUMULADA
ENERO	24	122	24	5	127	127
FEBRERO	25	119	23	-1	118	245
MARZO	23	117	23	0	117	362
ABRIL	26	114	22	-1	113	475
MAYO	24	111	22	0	111	586
JUNIO	23	109	21	-1	108	694
JULIO	27	106	21	0	106	800
AGOSTO	24	104	20	-1	103	903
SEPTIEMBRE	26	101	20	0	101	1004
OCTUBRE	26	98	19	-1	97	1101
NOVIEMBRE	23	96	19	0	96	1197
DICIEMBRE	25	93	18	-1	92	1289

El stock de seguridad, ubicado en la columna 4, se determino en un 20% sobre el valor de la demanda, columna 3, por política comercial de la empresa. Así por ejemplo:

$$\text{Stock de Seguridad de Septiembre} = 101 * 0.20 = 20 \text{ Unidades.}$$

Los “Cambios en el stock de seguridad” son las modificaciones que se deben realizar en el mes anterior para poder alcanzar el nivel o las cantidades del mes actual: Por ejemplo, el stock de seguridad del mes de Abril debe ser de 22 unidades por lo tanto el stock de seguridad del mes anterior (Marzo) debe

disminuir en una unidad. Cabe resaltar que en cinco ocasiones no se necesito realizar ajustes en los stocks.

El resto de valores de esta columna fueron calculados de la misma manera, aunque hay una pequeña modificación en el mes de Enero. Para realizar el cálculo en este mes se ha de considerar el stock inicial establecido en la política de inventarios, que para este producto en particular es de 19 unidades, por lo que si se desea tener un stock de seguridad de 24 unidades habrá que aumentarlo en cinco.

La columna que contiene la demanda corregida acumulada es simplemente la suma mes a mes. Esta información nos aproxima al cálculo de la producción mensual.

A continuación se encuentra una tabla con la producción regular basada en la capacidad de producción de la planta en la jornada laboral establecida:

Tabla 29. Tabla de producción regular para Soporte Motor Kodiak.

MES	DIAS	DEMANDA	PLAN DE PRODUCCION	PRODUCCION REGULAR	PRODUCCION EXTRA	STOCK
ENERO	24	122	107	124	0	21
FEBRERO	25	119	107	129	0	31
MARZO	23	117	107	119	0	33
ABRIL	26	114	107	134	0	53
MAYO	24	111	107	124	0	66
JUNIO	23	109	107	119	0	76
JULIO	27	106	107	139	0	109
AGOSTO	24	104	107	124	0	129
SEPTIEMBRE	26	101	107	134	0	162
OCTUBRE	26	98	107	134	0	198
NOVIEMBRE	23	96	107	119	0	221
DICIEMBRE	25	93	107	129	0	257

La columna identificada como plan de producción es la distribución equitativa a lo largo de doce meses de las unidades calculadas en la demanda corregida acumulada. Por otra parte, la producción regular fue determinada de la siguiente manera: Se tomo el dato consignado en la tabla 26 (Tiempo de entrega L para las cantidades económicas de pedido), y se definió que la cantidad Q de dicha tabla seria la que aplicaría para el mes con menor número

de días, y que para los otros meses se establecería la equivalencia. Esta forma de hacerlo se selecciono en razón a las grandes cantidades que saldrían de cada producto si se contemplaran todos los días de cada mes para producirlo. Lo que también traería como consecuencia enormes cantidades de inventario.

La producción extra son las cantidades que se tendrían que elaborar por fuera de la jornada laboral regular para darle cumplimiento al plan de producción. La columna stock refleja la situación de disponibilidad del almacén si se cumplieran las previsiones. No obstante, no se deben confundir estos stocks con los stocks de seguridad definidos en la política de inventarios, pues estos últimos son un objetivo de la empresa los cuales buscan asegurar un abastecimiento permanente a la demanda. El cálculo de estos valores es en definitiva un balance de las existencias de un almacén, y la manera de hacerlo es la siguiente:

Ecuación 22.

$$\text{Existencias Finales} = \text{Existencias Iniciales} + \text{Producción} - \text{Demanda.}$$

Que al aplicarlo a un mes en concreto nos da el siguiente resultado:

$$\text{Existencias Finales Junio} = 66 + 119 - 109 = 76 \text{ Unidades.}$$

El stock del mes de Enero se calcula de la misma manera solo que hay que considerar el stock inicial del periodo que para este caso es de 19 unidades.

Una vez explicado el método de cálculo, hay aspectos que es necesario ajustarle al plan en aras de poder lograr no solo el objetivo de cubrir la demanda, sino también el de hacerlo factible desde el punto de vista cantidad de inventarios en el stock y por supuestos costos, por lo que se hace necesario realizar los siguientes cambios:

Tabla 30. Ajustes al Plan de Producción.

MES	DIAS	DEMANDA	PLAN DE PRODUCCION	PRODUCCION REGULAR	PRODUCCION EXTRA	STOCK
ENERO	24	122	107	124	0	21
FEBRERO	25	119	107	129	0	31
MARZO	23	117	107	119	0	33
ABRIL	26	114	107	134	0	53
MAYO	24	111	107	124	0	66
JUNIO	23	109	107	119	0	76
JULIO	27	106	107	139	0	109
AGOSTO	24	104	107	124	0	129
SEPTIEMBRE	26	101	107	134	0	162
OCTUBRE	26	98	107	134	0	198
NOVIEMBRE	23	96	107	0	0	102
DICIEMBRE	25	93	107	129	0	138
TOTAL				1409	0	1118

Como se puede observar, dado que en ninguno de los doce meses del año es necesario realizar producción extra, y por el contrario el stock mes a mes sube. Para el mes de Noviembre la cantidad de producto que se tiene en el almacén cubriría la demanda proyectada, por lo que se podría pensar en no producir esta referencia durante el mencionado mes. Esto traería consigo un significativo ahorro en costos de materia prima y mano de obra. Además de liberación de capacidad de producción la cual podría ser utilizada en la fabricación de otros productos, y una reducción en el stock equivalente a 119 unidades.

Finalmente, se calcula el costo del nuevo plan de producción, el cual se ajusta a las necesidades de la empresa.

- COSTO ANUAL PRODUCCION NORMAL=1409 soportes*8290\$/soporte
- COSTO DE LA PRODUCCION NORMAL= \$ 11.680.610.
- COSTO DEL STOCK = 1118 soportes*415\$/soporte
- COSTO DEL STOCK = \$ 463.970. **COSTO TOTAL = \$ 12.144.580.**

El desarrollo del plan maestro para los veintitrés productos restantes fue establecido en el Anexo 31.

11.5 CONCLUSIONES.

- Lo más importante de la estructuración del plan maestro de producción es tomar en consideración los requerimientos de la demanda del mercado y contrastar dichas necesidades con la capacidad de producción de la empresa, para poder establecer de manera anticipada en que punto de cumplimiento con respecto a la planificación o pronóstico de la demanda se encuentra la empresa.
- De la conclusión anterior se desprende la posible necesidad de realizar trabajos por fuera de la jornada laboral pre-determinada, lo que facilita el caculo de costos adicionales en el programa de producción.
- Solo los productos identificados como Buje Muelle Trasero Kodiak. Ref: RB-191, y Buje Muelle Trasero Parte Delantera NPR. Ref: RB-440. Requirieron de horas extras a lo largo de los doce (12) meses analizados. Este trabajo extra está representado en 512 unidades adicionales con un sobrecosto de **\$ 4.700.160.**
- Los veintidós (22) productos restantes por el contrario no solo no requirieron horas extras de trabajo. Además liberaron capacidad de producción ya que durante algunos meses no fue necesaria su manufactura para darle cumplimiento a la proyección de la demanda. Esto permitió no solo mantener controlados los niveles de inventario de producto terminado, con los respectivos ahorros en costos, sino que además los recursos tanto de mano de obra, como de maquinaria y/o equipos pueden ser dispuestos para la manufactura de otros productos.
- El costo total de la ejecución del plan maestro durante doce (12) meses asciende a **\$ 444.176.840.**
- Después de realizar los ajustes al plan maestro y tomando en consideración que para veintidós (22) de los veinticuatro (24) productos se presentaron meses donde no fue necesario su producción, se

estableció un ahorro en los costos en los que incurriría la empresa si decidiese manufacturar dichas referencias durante aquellos meses donde el ajuste al plan maestro recomienda no producir. Dicho ahorro es de **\$ 133.524.837**. La metodología empleada para el cálculo de esta cifra se puede consultar en el Anexo 32.

12. HERRAMIENTA INFORMÁTICA.

12.1 GENERALIDADES.

Durante el desarrollo del presente documento se han abarcado temas importantes como la medición del trabajo en el proceso productivo (Capítulo 6), la administración de la demanda (Capítulo 7), inventarios (Capítulo 8), y el plan maestro de producción (Capítulo 9). Todos estos aportan aspectos fundamentales que permitirán estructurar una metodología que facilitara la programación y el control de la producción en Industria de Cauchos Record Ltda. No obstante, cada uno de estos ítems no puede desarrollarse de manera aislada pues los resultados de uno se convierten en los datos para alimentar otro. Por tal razón, se elaboro una herramienta informática que permitirá:

- Realizar una proyección de la demanda para cada uno de los veinticuatro (24) productos que pertenecen a la metodología en un horizonte de tiempo equivalente a doce (12) meses.
- Definir la política de inventarios de producto terminado con cada uno de sus aspectos: Costo de la orden, Tiempo de entrega, Costo de mantenimiento, Punto de re-orden, Stocks de seguridad, entre otros.
- Estructurar un plan maestro de producción que tome en consideración la demanda del mercado y la contraste con la capacidad de producción.

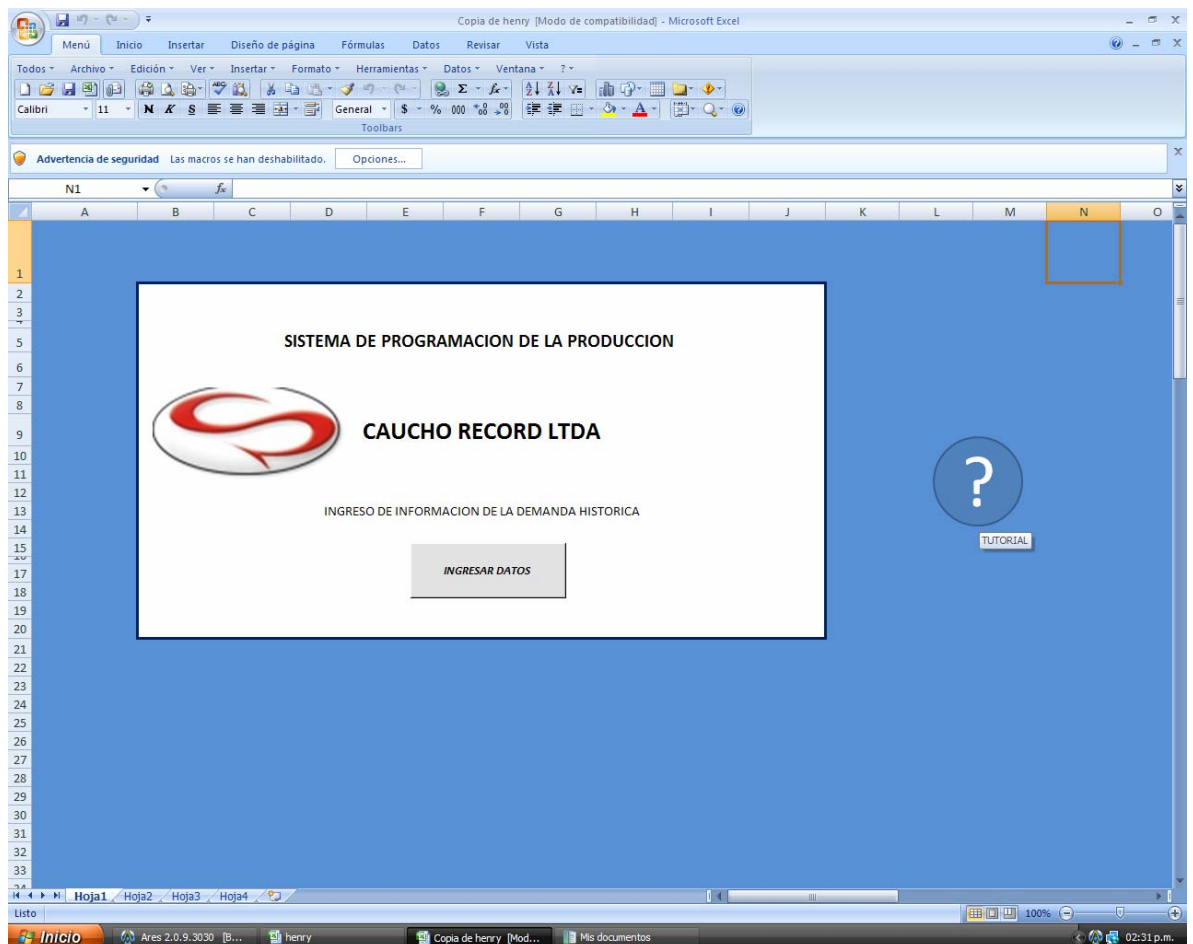
Esta herramienta fue construida en una plataforma sencilla y conocida como lo es Microsoft Excel, en atención a que la gran mayoría de personas está en capacidad de entenderla y ejecutarla. Sin embargo a continuación se dará una explicación de cómo ejecutarla.

12.2 MENU PRINCIPAL.

Tomando en consideración que la herramienta tiene que brindarle al usuario la posibilidad de realizar una programación sencilla y amigable, se estructuró un menú principal constituido por dos opciones que facilitarían dos operaciones básicas:

La primera de ellas es acceder a un tutorial que explicara todas las opciones que conforman esta herramienta, y la segunda es el modo de ingreso de los datos. El menú se presenta a continuación en el siguiente gráfico:

Figura 20. Menú Principal de la Herramienta.



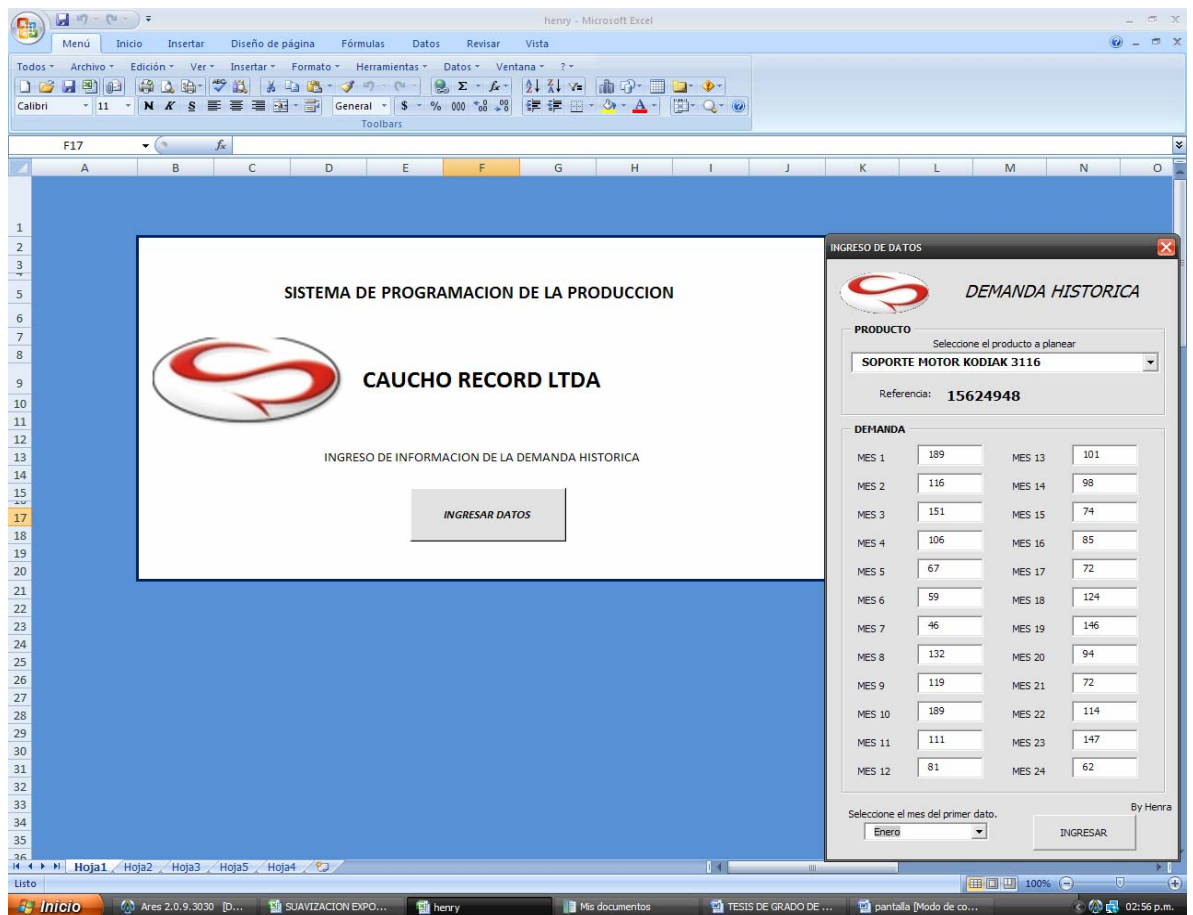
12.3 MODO INGRESAR DATOS.

Como es bien sabido, la herramienta tiene como finalidad la programación de la producción de veinticuatro de los principales productos manufacturados por Industria de Cauchos Record. Por tal razón, lo primero que se debe definir antes de usarla es el producto al cual se le desea realizar todo el tratamiento, para ello se tiene que dar click en la opción **INGRESAR DATOS**. Al realizar lo anterior se despliega una ventana que contiene tres ítems principales: **El Listado de productos de la metodología**, el cual esta contenido en una ventana desplegable. Vale la pena resaltar que una vez el usuario selecciona cualquiera de los veinticuatro productos automáticamente en la parte inferior de la ventana se registra la respectiva referencia. Con el producto escogido se debe proceder al diligenciamiento del segundo ítem. **Demanda Histórica del producto**.

Tomando en consideración que cuando se tiene una mayor cantidad de datos los resultados pueden resultar más precisos. La herramienta pide que la demanda histórica del producto seleccionado cubra un periodo de tiempo equivalente a veinticuatro meses. Si el usuario omite el valor de cualquiera de las casillas recibirá una advertencia por parte del software donde le recordara incluir un valor en dicha casilla.

Una vez los veinticuatro valores han sido asignados, el usuario debe seleccionar el mes donde desea que inicie el análisis. Es decir si los dos años que comprenden el tratamiento deben iniciar en un mes en particular, como por ejemplo Octubre. Habiendo terminado con estos pasos solo resta dar clic en la casilla identificada como **INGRESAR** para que la herramienta acceda al siguiente análisis. Si el titular de la programación ha realizado esta etapa de manera correcta la imagen en su computadora será la siguiente:

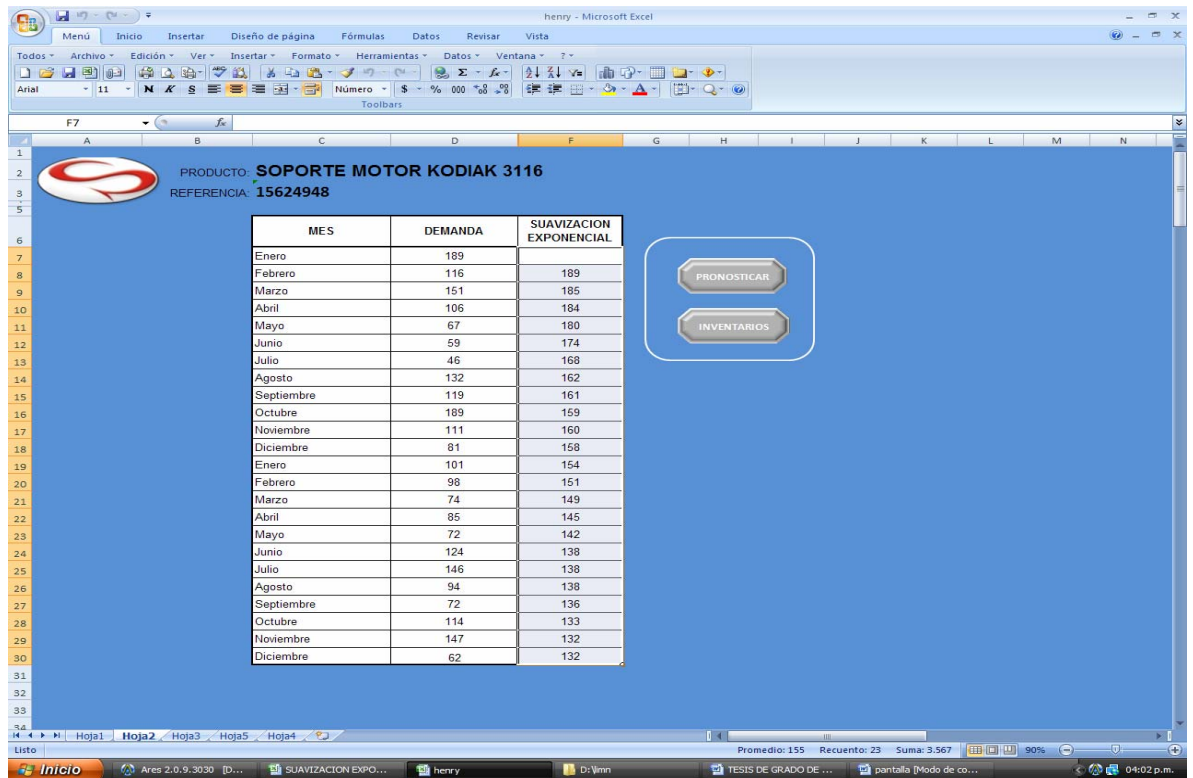
Figura 21. Inclusión de los datos de la demanda histórica.



12.4 MODO PRONÓSTICO DE LA DEMANDA.

Una vez el usuario le ha dado ingreso a los veinticuatro datos, la herramienta lo traslada hasta otra hoja de cálculo donde se realizara el respectivo pronóstico de la demanda. Para poder acceder a esta opción la herramienta primero organiza los datos históricos suministrados en el paso anterior en una nueva tabla. Junto a esta tabla se encuentran dos iconos denominados **“PRONOSTICAR”** e **“INVENTARIOS”**. El usuario deberá hacer clic en la primera de estas opciones para continuar con el tratamiento. Si este paso se ha hecho de manera correcta la imagen en su computadora será la siguiente:

Figura 22. Pronostico de la demanda (Suavización exponencial).



12.5 MODO INVENTARIOS Y PLAN MAESTRO DE PRODUCCION.

En esta misma hoja, y haciendo uso del segundo icono (**INVENTARIOS**), se puede acceder a este renglón del tratamiento. Solo basta con darle clic para que de manera inmediata la herramienta solicite los siguientes datos: **Costo de la orden (S)**, **Costo del almacenamiento (H)**, y **Tiempo de entrega (L)**. Una vez se han consignados los valores en las respectivas casillas se da clic en **INGRESAR** para que la herramienta realice los respectivos cálculos y presente de manera ordenada y detallada la los valores de los principales ítems de la política de inventarios. Si el procedimiento se ha realizado correctamente las dos imágenes que deben aparecer de manera secuencial en su computadora son las siguientes:

Figura 23. Información primaria para el cálculo de la política de inventarios.

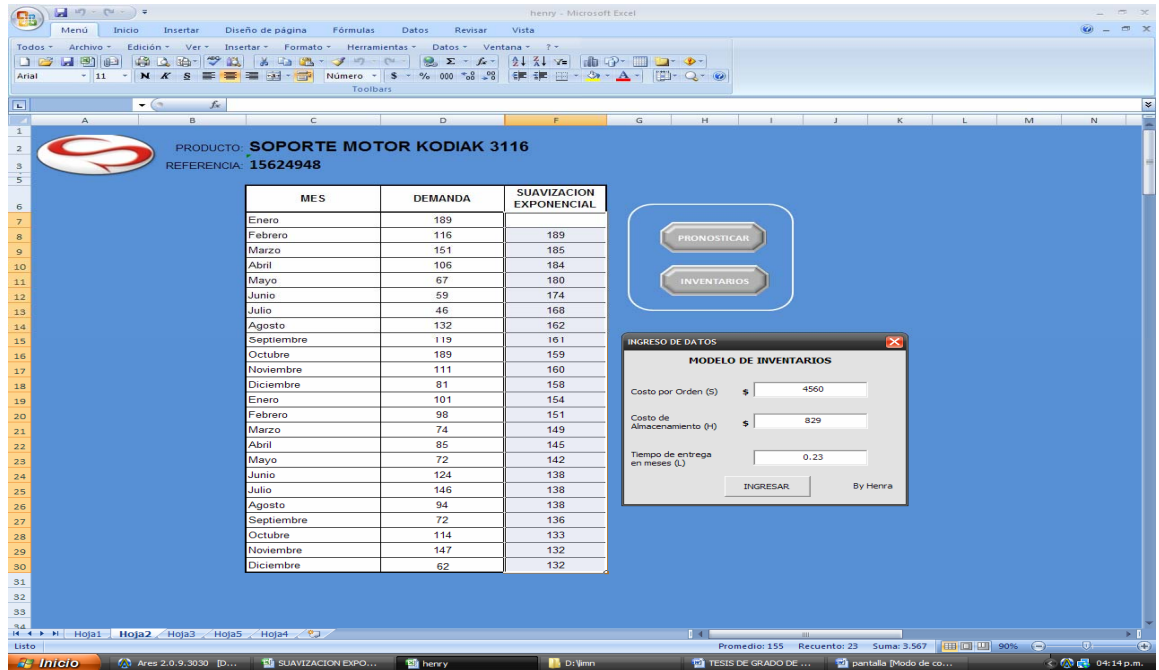
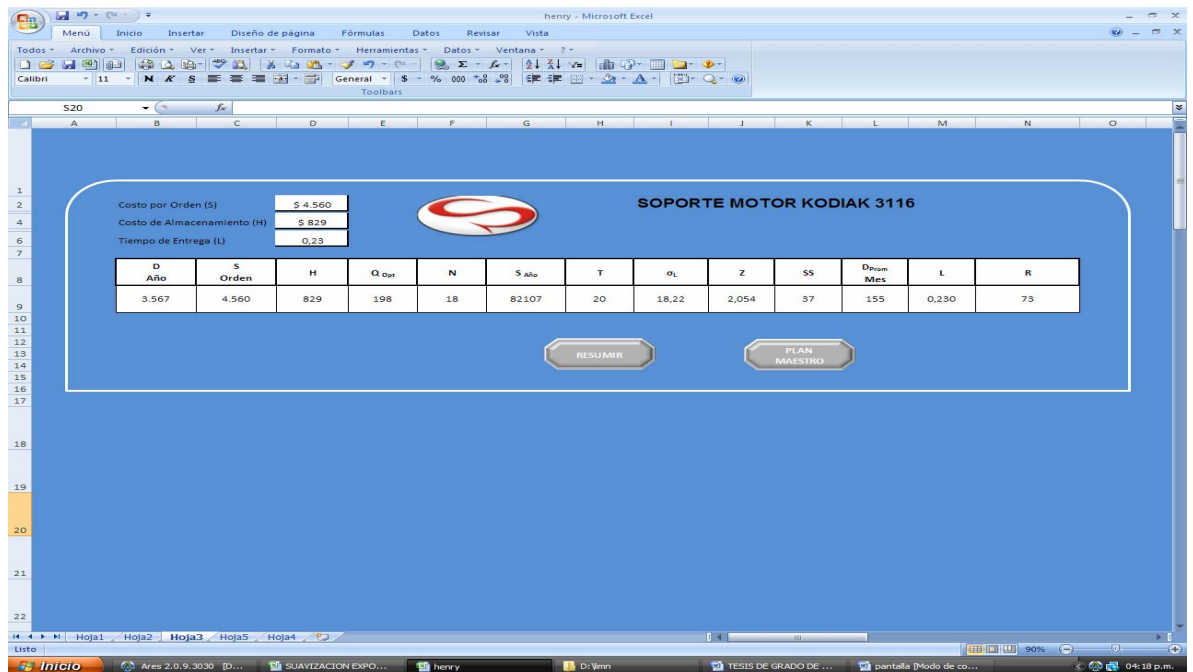


Figura 24. Política de inventarios.

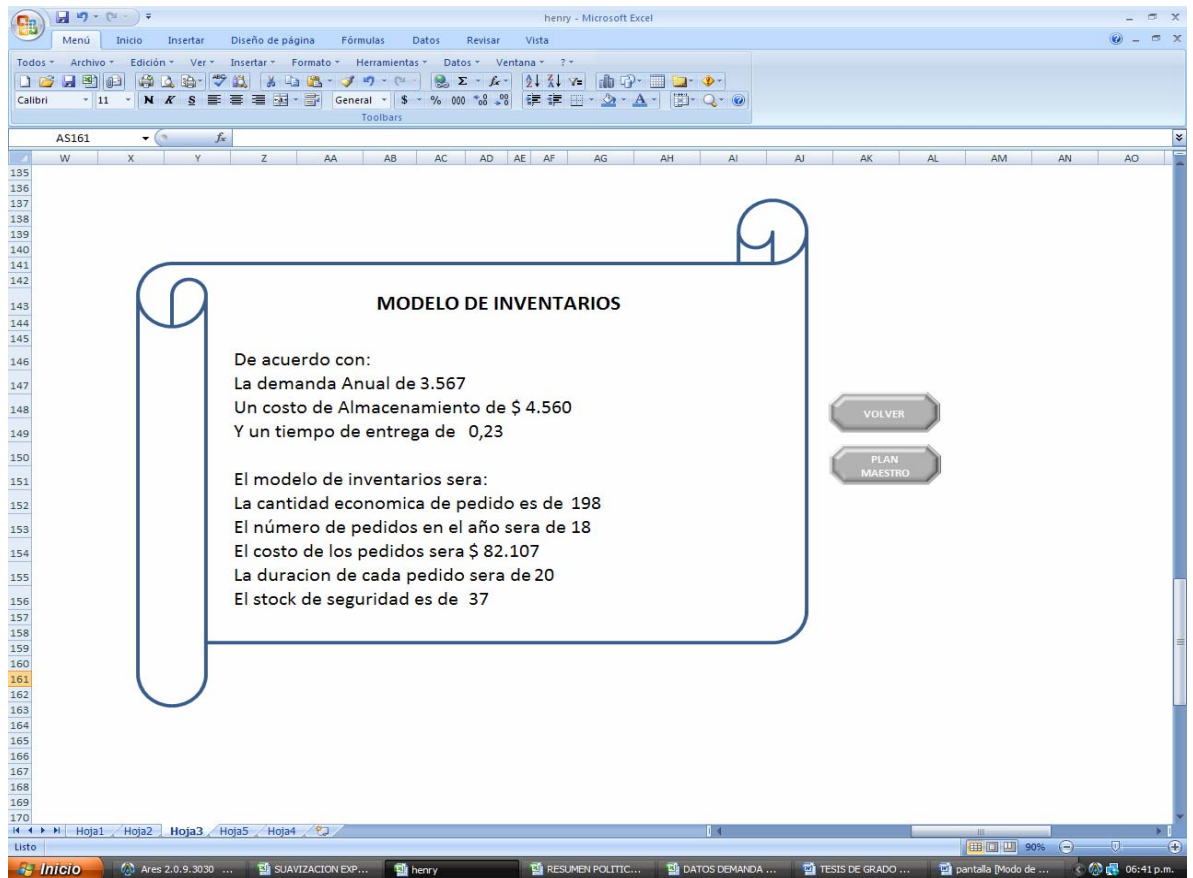


Estos resultados muestran entre otros ítems:

- Costo por orden (H).
- Tiempo de entrega en meses (L).
- Costo de almacenamiento (H).
- Costo anual de ordenes (S anual).
- Demanda anual proyectada.
- Cantidad económica pedido (Qopt)
- Cantidad de pedidos (N).
- Tiempo entre ordenes (T).
- Desviaciones estándar para una probabilidad de servicio (Z).
- Stock de seguridad (SS).
- Demanda promedio mensual
- Punto de re-orden (R).
- Desviación durante tiempo de entrega σ_L

Si el usuario desea tener los resultados antes mencionados de una manera un poco mas condensada y con una presentación que tenga característica de texto, puede dar clic en la opción resumen e inmediatamente la herramienta arrojará el siguiente resultado:

Figura 25. Resumen de la política de inventarios de producto terminado.

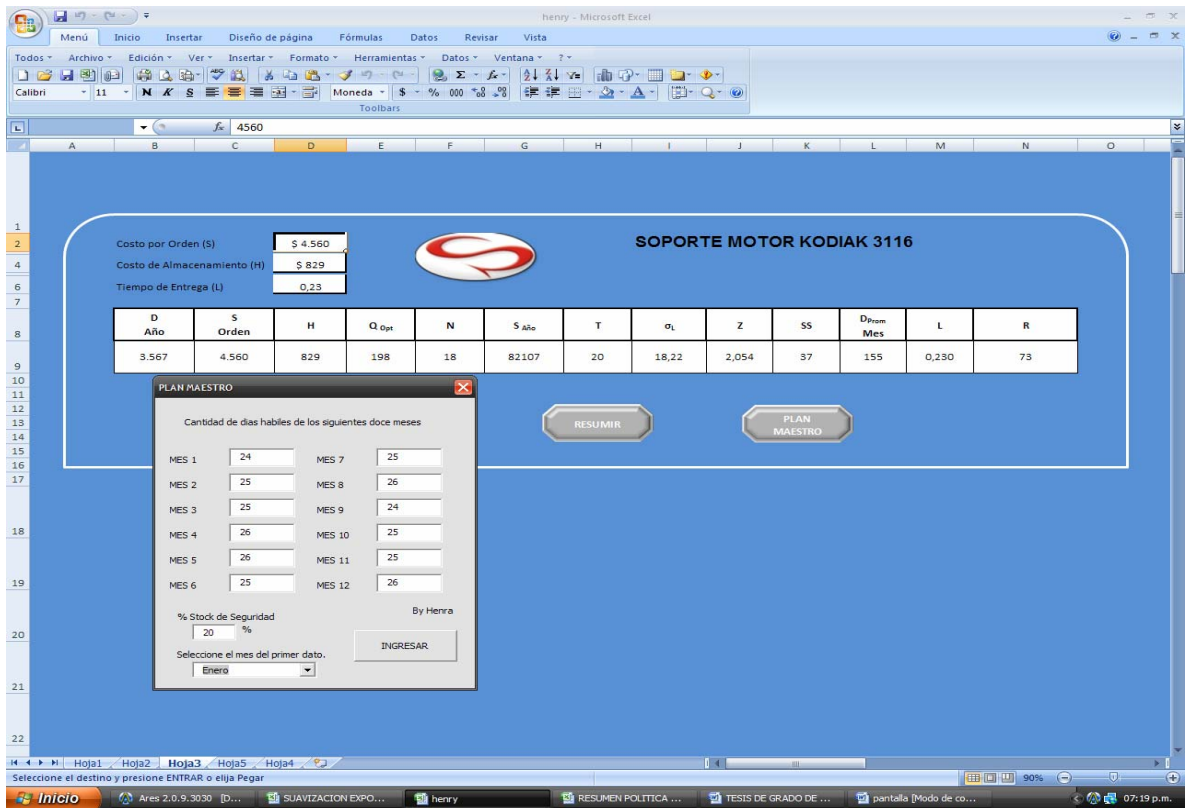


Para continuar con el tratamiento se debe dar clic en la opción **VOLVER**. En este punto la herramienta regresa a la figura 24, donde la opción **PLAN MAESTRO** permitirá realizar el último paso del análisis. Haciendo clic se despliega una ventana que solicitara la siguiente información:

- Cantidad de días hábiles de los doce meses que integran el plan maestro.
- Porcentaje del stock de seguridad.
- El mes al que pertenece el primer dato.

Si el usuario ha diligenciado esta información de manera correcta la imagen en que aparecerá en la computadora será la siguiente:

Figura 26. Datos requeridos por el plan maestro.



Seguido se da clic en la opción **INGRESAR** para que la herramienta realice los cálculos requeridos y de esta manera construya el plan maestro para los siguientes doce meses, iniciando en el mes seleccionado en el paso anterior. Si el paln maestro ha sido construido satisfactoriamente el resultado será el siguiente:

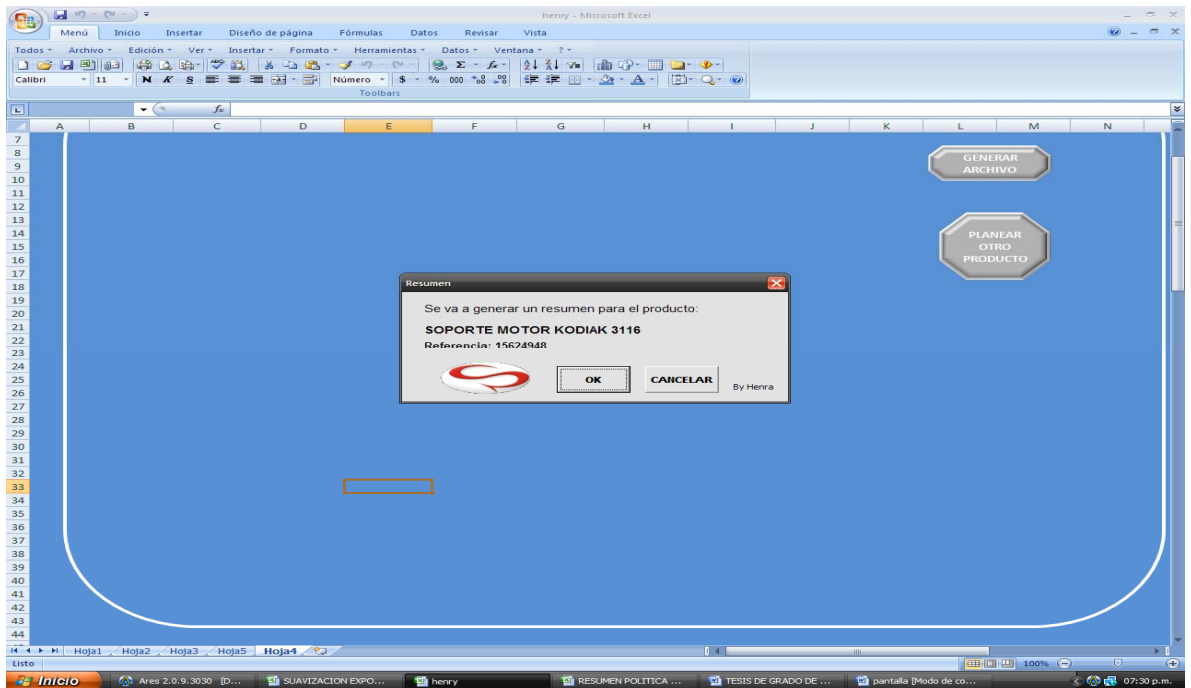
Figura 27. Plan maestro de producción.

**SOPORTE MOTOR KODIAK 3116
15624948**

	DIAS LABORABLES	DEMANDA	STOCK SEGURIDAD	DEMANDA CORREGIDA	PLAN DE PRODUCCION	PRODUCCION REGULAR	PRODUCCION EXTRA	STOCK	PCC REGULAR CORREGIDA	STOCK CORREGIDO
Enero	24	0	5	-33	154	198	0	236	0	37
Febrero	25	189	5	189	154	206	0	253	0	-169
Marzo	25	185	5	185	154	206	0	274	0	-375
Abril	26	184	5	184	154	215	0	305	0	-590
Mayo	26	180	5	180	154	215	0	340	0	-804
Junio	25	174	5	174	154	206	0	372	0	-1.011
Julio	25	168	5	168	154	206	0	410	0	-1.217
Agosto	26	162	5	162	154	215	0	462	0	-1.452
Septiembre	24	161	5	160	154	198	0	500	0	-1.630
Octubre	25	159	5	159	154	206	0	547	0	-1.836
Noviembre	25	160	5	160	154	206	0	593	0	-2.043
Diciembre	26	158	5	158	154	215	0	650	0	-2.257

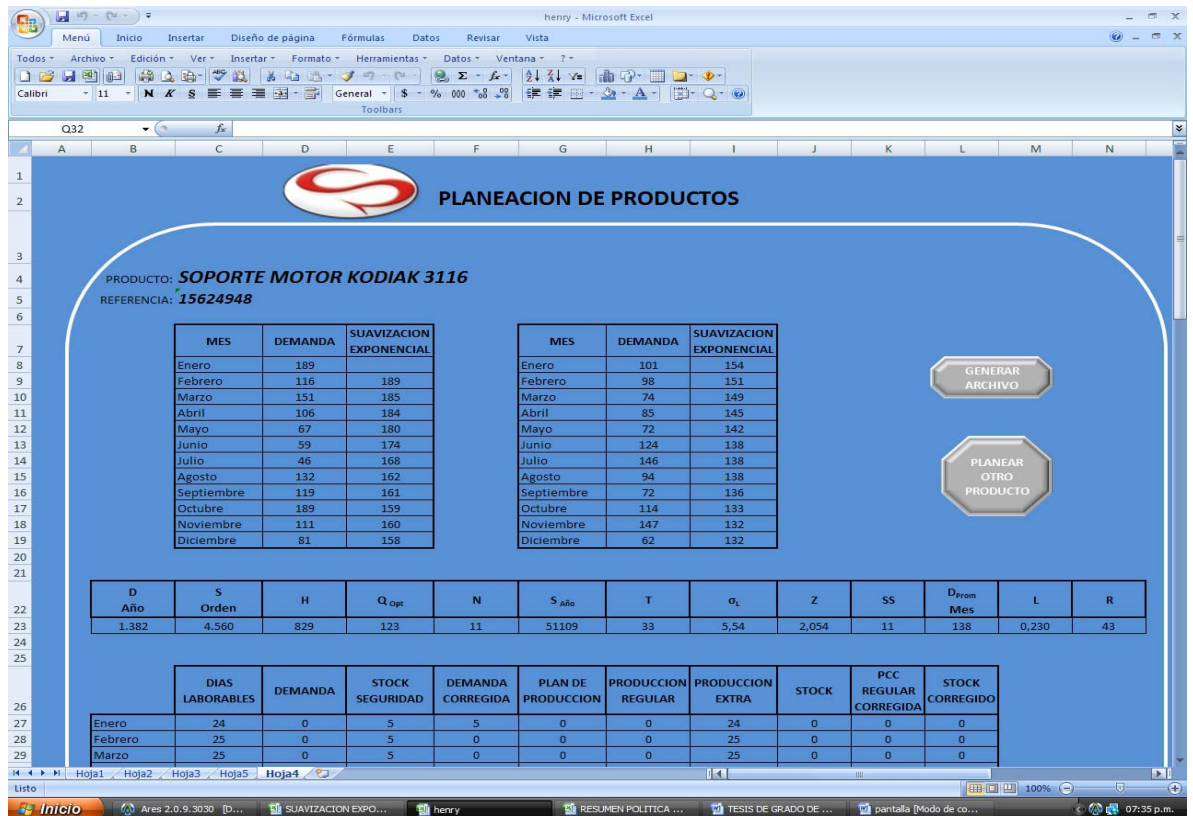
Si se requiere generar un resumen que tenga la propiedad de quedar almacenado como un archivo basta con dar clic en la opción **RESUMIR** que está ubicada en la parte inferior derecha del plan maestro. Hecho esto, la herramienta pedirá confirmación sobre la necesidad anterior.

Figura 28. Solicitud de confirmación del resumen.



Si el usuario decide solicitar el resumen la información generada será la mostrada en la siguiente figura. De lo contrario, la herramienta regresara a la opción anterior

Figura 29. Resumen de la planeación.



Para culminar, si la información generada por la herramienta debe ser almacenada para una futura consulta se tiene que dar clic en la opción **GENERAR ARCHIVO**, en este punto debe seleccionar el rango de celdas que comprende dicha información y hacer clic en la opción aceptar. De lo contrario se debe ordenar una cancelación e intentarlo de nuevo (si así lo desea). La información escogida será almacenada en el disco C de la computadora y estará identificada con el nombre del producto al cual se le realizó el tratamiento.

Figura 30. Selección de la información para guardar.

PRODUCTO: **SOPORTE MOTOR KODIAK 3116**
REFERENCIA: **15624948**

MES	DEMANDA	SUAIVIZACION EXPONENCIAL
Enero	189	
Febrero	116	189
Marzo	151	185
Abril	106	184
Mayo	67	180
Junio	59	174
Julio	46	168
Agosto	132	162
Septiembre	119	161
Octubre	189	159
Noviembre	111	160
Diciembre	81	158

MES	DEMANDA	SUAIVIZACION EXPONENCIAL
Enero	101	154
Febrero	98	151
Marzo	74	149
Abril	85	145
Mayo	72	142
Junio	124	138
Julio	146	138
Agosto	94	138
Septiembre	72	136
Octubre	114	133
Noviembre	147	132
Diciembre	62	132

D Año	S Orden	H	Q opt	N	S año	T	σ_L	Z	SS	D _{prom} Mes	L	R
1.382	4.560	829	123	11	51109	33	5,54	2,054	11	138	0,230	43

	DIAS LABORABLES	DEMANDA	STOCK SEGURIDAD	DEMANDA CORREGIDA	PLAN DE PRODUCCION	PRODUCCION REGULAR	PRODUCCION EXTRA	STOCK	PCC REGULAR CORREGIDA	STOCK CORREGIDO
Enero	24	0	5	5	0	0	24	0	0	0
Febrero	25	0	5	0	0	0	25	0	0	0
Marzo	25	0	5	0	0	0	25	0	0	0

Introducir
Seleccione rango a exportar
Aceptar Cancelar

GENERAR ARCHIVO

PLANEAR OTRO PRODUCTO

Para iniciar un nuevo tratamiento se debe dar clic en la opción **PLANEAR OTRO PRODUCTO**.

13. CONCLUSIONES.

- La realización del presente proyecto permitirá a todos aquellos que de manera directa o indirecta están vinculados a la empresa, contar con un documento donde sus principales procesos fueron descritos, en especial el proceso de manufactura de los productos. El estudio servirá como herramienta de consulta cuando se deseen establecer políticas, objetivos, recursos, y parámetros de operación de los mismos.
- Un diagnóstico minucioso permitió definir cuáles eran los aspectos que debían ser mejorados en aras de poder brindarle al proceso de producción mayor eficiencia en la administración y uso de sus recursos. De ahí surgió la necesidad de adelantar una serie de estudios que permitieron analizar aspectos tan importantes como la medición del trabajo, la administración de la demanda, y la gestión de los inventarios.
- La medición del trabajo además de facilitar la determinación del tiempo de duración de cada una de las operaciones que intervienen en el proceso de manufactura de los veinticuatro productos que conforman la metodología, y facilitar la estructuración de documentos que describen como es dicho proceso. Facilito el cálculo de algo tan importante para la empresa como lo es la capacidad de producción de cada uno de los centros de trabajo, ya que en el futuro se puede, de acuerdo al tipo de producto, saber hasta que punto se puede contar con la capacidad de cada uno de ellos.
- Mantener un equilibrio entre un servicio oportuno para dar solución a los requerimientos del mercado, y no incurrir en excesos de inventarios, es sin duda alguna uno de los principales retos a los que se enfrentan las personas encargadas de realizar la programación y control de la producción. De ahí que una buena gestión de los inventarios es fundamental para mantenerlo. Y con la estructuración en este proyecto de un modelo para la gestión del inventario de producto terminado, se le

brindan a la empresa las herramientas suficientes para realizar una buena administración es este recurso.

- Con la estructuración de un plan maestro se definió la manera como debería llevarse a cabo la producción de los veinticuatro productos de la metodología, estableciendo además de las cantidades y los momentos, algo tan vital para una empresa como lo es el costo de realizarla. Además se definió si era necesario en algunos casos la producción por fuera de las jornadas laborales pre-establecidas, o por el contrario, la posibilidad de no producir por las cantidades en inventario. Todo lo anterior con el cálculo de sobrecostos y ahorros respectivamente.
- Finalmente, el diseño y elaboración de una herramienta informática para la programación de la producción facilitara enormemente la aplicación de todos los resultados obtenidos en el estudio. Haciendo de este procedimiento una aplicación fácil de entender y ejecutar.

BIBLIOGRAFIA.

CHASE, Richard. AQUILANO, Nicholas. JACOBS, Robert. Administración de producción y operaciones. 8ª edición. Bogota. Colombia. Mc Graw Hill, 2000. 885p.

COROMINAS SUBIAS, Albert. Organización de la producción, Diseño de sistemas productivos. UPC Ediciones. 1998. 450p.

KUME, Hitoshi. Herramientas Estadísticas Básicas para el Mejoramiento de la Calidad. Bogota. Colombia. Grupo Editorial Norma. 1996.3 179p.

NIEBEL, Benjamín. Ingeniería Industrial, Métodos y Estándares y Diseño del trabajo, 10ª Edición, Ciudad de México DF. México, Alfa omega Grupo Editor. 728p.

SCHROEDER, Roger Administración de Operaciones. 1992.

ORTIZ, Néstor Raúl. Análisis y Mejoramiento d los Procesos de la Empresa. Bucaramanga. Colombia. Publicaciones UIS. 1999. 189p.

[http:// icicm.com/files/DISTR_NORMAL_PRBA_NORM_TRANS_DAT.doc](http://icicm.com/files/DISTR_NORMAL_PRBA_NORM_TRANS_DAT.doc).