

SISTEMA DE PLANEACIÓN, PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE  
PRODUCCIÓN EN INDUSTRIAS ORFI S.A.S CI

JOHON ALEXANDER GUTIÉRREZ MONTOYA

UNIVERSIDAD LIBRE  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
INGENIERÍA INDUSTRIAL  
BOGOTÁ D.C.  
2015

SISTEMA DE PLANEACIÓN, PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE  
PRODUCCIÓN EN INDUSTRIAS ORFI S.A.S CI

JOHON ALEXANDER GUTIÉRREZ MONTOYA

Proyecto de grado para optar al título de Ingeniero Industrial

DIRECTOR  
ING. ORLANDO DE ANTONIO

UNIVERSIDAD LIBRE  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
INGENIERÍA INDUSTRIAL  
BOGOTÁ D.C.  
2015

El trabajo de grado titulado Sistema de Planeación, Programación y Control de Producción en Industrias Orfi SAS CI, realizado por el estudiante Johon Alexander Gutiérrez Montoya código estudiantil 062081012, cumple con los requisitos exigidos por la universidad Libre para optar al título de Ingeniero Industrial.

-----  
Director de Proyecto.

-----  
Jurado número uno.

-----  
Jurado número dos.

Bogotá, Enero 27 de 2015

*Dedicado a la persona que me enseñó, que los sueños se hacen realidad  
cuando se lucha por ellos, Mamá.*

## **AGRADECIMIENTOS.**

A todas las personas que participaron en el desarrollo de este proyecto, e hicieron posible su realización, muchas gracias por su dedicación, tiempo y enseñanzas:

Orlando De Antonio, Director

Ever Fuentes, Asesor

Industrias Orfi SAS

Carlos Mario Orozco, Ingeniero Industrias Orfi

Con su apoyo, el esfuerzo de diez semestres de carrera, se ve reflejado en los resultados de este proyecto.

“Cuando nuestros sueños se han cumplido es cuando comprendemos la riqueza de nuestra imaginación y la pobreza de la realidad.”

Ninon de Lenclos (1620-1705) Cortesana francesa

## RESUMEN

Este documento muestra el impacto que puede tener dentro de una organización como lo es Industrias Orfi SAS CI, el uso herramientas Ingenieriles tales como la planeación, la programación y el control de producción. Se realizó el diagnóstico situacional de la empresa con el fin de obtener la información y los datos pertinentes que posteriormente alimentarían el sistema que se planteó, con el fin de organizar los recursos empresariales por medio de la planeación jerárquica, del plan maestro de producción, la planeación agregada, entre otros.

Además, dentro del desarrollo de este documento se realizó un análisis de los puntos clave de planeación, programación y control de la producción, que se consideraron como relevantes para cumplir con el objetivo general de este proyecto, el cual es el desarrollo de un sistema que permita la organización de los recursos empresariales que posee la organización.

Finalmente, se validó el sistema a través de indicadores de gestión que permitieron comparar el sistema actual con el sistema propuesto, lo cual demostró que las mejoras sugeridas son necesarias para que la empresa pueda complementar sus oportunidades de mejora y crecimiento; adicionalmente se realizó el análisis costo-Beneficio que reflejo los excelentes resultados financieros que se pueden llegar a obtener.

**PALABRAS CLAVE:** Sistema, análisis, Planeación jerárquica, planeación agregada, plan maestro de producción, programación, producción, control, validación.

## **ABSTRACT**

This document shows the impact can be caused within an organization how Orfi Industries SAS IC has been, using engineering tools such as planning, scheduling and production control. The situational diagnosis was performed in order to obtain the information and pertinent data that would feed the system subsequently raised, in order to organize enterprise resources using the hierarchical planning, production master schedule, the aggregate planning, etc

Also in the development of this document was made an analysis of the planning key themes, scheduling and production control, points that were considered relevant to meet the general objective of this project, which is the development of a system that allows organize the enterprise resources that has the company.

Finally, the system was validated through gestion indicators that allow comparing the current system with the proposed system, which showed that the suggested improvements are necessary for the company can to complement its opportunities for improvement and growth; additionally, was conducted cost-benefit analysis that reflected the excellent financial results which can be reached to obtain.

**KEYWORDS:** System, analysis, hierarchical planning, aggregate planning, master production planning, scheduling, production, control, validation.

## ÍNDICE GENERAL

1. GENERALIDADES	18
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	18
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	23
1.3. OBJETIVO GENERAL	23
1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	23
1.5. DELIMITACIÓN DEL PROYECTO	23
1.6. MARCO METODOLÓGICO	25
1.6.1. Tipo de investigación.	25
1.6.2. Cuadro metodológico.	26
1.7. MARCO LEGAL	27
1.8. ANTECEDENTES	28
1.9. MARCO TEÓRICO	32
1.9.1. Pronósticos.	32
1.9.2. Planeación jerárquica de la producción.	39
1.9.3. Planeación agregada.	40
1.9.4. Plan maestro de producción.	46
1.9.5. Sistema MRP.	47
1.9.6. Capacidad de planta.	49
1.9.7. Secuenciación y balanceo de líneas.	52
1.10. MARCO CONCEPTUAL	55
2. DIAGNÓSTICO	57
2.1. DIAGNÓSTICO DE PRODUCCIÓN	57
2.1.1. Distribución de planta Industrias Orfi SAS.	58
2.1.2. Maquinaria y equipos.	62
2.1.3. Diagramas de procesos, diagrama de recorridos y diagrama de flujo línea autopartes.	65
2.1.4. Diagramas de procesos, diagramas de recorrido y diagramas de flujo líneas especiales.	72

2.1.5.	Análisis de productividad sobre el tiempo laboral.	80
2.1.6.	Diagrama de flujo de suministro de materiales.	84
2.2.	RECLAMOS POR DEFECTOS DE SERVICIO O DE PRODUCTO.	86
2.3.	DESPERDICIO DE MATERIALES	87
2.4.	PRODUCTOS CON MAYOR VOLUMEN DE VENTAS	88
2.5.	PRODUCTOS DE MAYOR UTILIDAD	92
2.6.	ENCUESTAS Y ENTREVISTA	94
2.7.	MATRIZ DOFA	95
2.8.	ANÁLISIS MATRIZ DOFA.	97
2.9.	MATRIZ DE VESTER	98
2.10.	ESTRUCTURA DE EFECTOS	98
2.11.	ESQUEMA AXIAL	100
3.	IDENTIFICACIÓN DE INSTRUMENTOS PERTINENTES	102
3.1.	REFERENCIAS MÁS REPRESENTATIVAS PARA LA ORGANIZACIÓN.	102
3.2.	PLANEACIÓN	104
3.2.1.	Análisis métodos de pronósticos.	104
3.2.2.	Desestacionalización de pronósticos.	105
3.2.3.	Plan agregado de producción.	108
3.2.4.	Plan maestro de producción.	114
3.3.	PROGRAMACIÓN	116
3.3.1.	Plan de requerimiento de materiales.	116
3.3.2.	Capacidad de planta.	119
3.3.3.	Asignación mano de obra.	120
3.3.4.	Secuenciación y balanceo de línea.	122
	En el caso de las reglas de secuenciación se evaluaron las siguientes:	122
4.	ESTRUCTURA PLAN DE PRODUCCIÓN	128
4.1.	MÉTODOS DE PRONÓSTICO POR REFERENCIA	128
4.2.	RESULTADOS PRONÓSTICOS DE VENTAS AÑO 2014	129
4.3.	PLAN DE PRODUCCIÓN	130
4.4.	MRP (PLANEACIÓN REQUERIMIENTO DE MATERIALES)	133

4.5.	CAPACIDAD DE PLANTA	136
4.6.	ASIGNACIÓN MANO DE OBRA	137
4.7.	SECUENCIACIÓN Y BALANCEO DE LÍNEA.	138
4.8.	CONTROL	143
5.	VALIDACIÓN DEL SISTEMA.	148
5.1.	EFICIENCIA DE LA CAPACIDAD.	148
5.2.	TIEMPO OCIOSO.	149
5.3.	COSTO ANUAL DE MANO DE OBRA.	149
5.4.	HORAS EXTRAS ANUALES	150
5.5.	ÍNDICE DE PRODUCCIÓN.	150
5.6.	EFICIENCIA MANO DE OBRA.	151
6.	EVALUACIÓN FINANCIERA	152
7.	RESULTADOS	156
	CONCLUSIONES	158
	RECOMENDACIONES	159
	BIBLIOGRAFÍA	160
	CIBERGRAFÍA.	162
	ANEXOS.	163

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Indicadores de producción 2012-2013	20
Tabla 2. Diagrama de procesos línea autopartes-Rotulas.	66
Tabla 3. Diagrama de procesos actual línea autopartes, Soportaría y suspensión.	68
Tabla 4. Diagrama de procesos actual línea especiales, productos lamina	72
Tabla 5. Diagrama de procesos actual línea especiales, productos cilíndricos	74
Tabla 6. Diagrama de procesos actual línea especiales, productos caucho	75
Tabla 7. Tiempo total demandado por producción año 2013	81
Tabla 8. Matriz de Vester.	98
Tabla 9. Cuadro resumen análisis métodos de pronóstico.	105
Tabla 10. Ejemplo análisis de desestacionalización con suavización exponencial simple.	106
Tabla 11. capacidad de planta necesaria (Horas)	109
Tabla 12. Capacidad disponible-Horas.	110
Tabla 13. Análisis de costos con operarios actuales.	112
Tabla 14. Análisis de costos con operarios propuestos.	113
Tabla 15. Sistema MRP hoja de calculo	118
Tabla 16: Asignación mano de obra departamento de mecanizado, método sistémico	121
Tabla 17. Asignación mano de obra departamento de mecanizado, método Heurístico	121
Tabla 18. Resultados pronósticos de ventas año 2014.	129
Tabla 19. Plan agregado final 2014.	131
Tabla 20. Cuadro de Utilización del tiempo, plan agregado 2014	132
Tabla 21. MRP, con análisis de tamaño de lote y stock de seguridad.	134
Tabla 24. Análisis de capacidad por método lista de capacidades.	137
Tabla 25. Asignación mano de obra semanal 2014.	137
Tabla 26. Secuencia de producción por centro de trabajo.	139
Tabla 27. Secuencia de producción por producto.	141
Tabla 28. Flujo de caja	152
Tabla 29. Presupuesto implementación proyecto.	153
Tabla 30. Pago de intereses y una parte proporcional de capital al finalizar cada año.	154
Tabla 31. Pago de intereses al final de cada año y de capital al final del último año.	155

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Participación en el mercado automotriz según el tipo de empresa	18
Gráfica 2. Falencias en la metodología de planeación, programación y control de producción.	22
Gráfica 3. Ubicación espacial de Industrias Orfi SAS.	24
Gráfica 4. Alternativa gráfica para la planeación agregada.	44
Gráfica 5. Distribución de planta actual Industrias Orfi, Primer piso.	59
Gráfica 6. Distribución de planta actual Industrias Orfi, segundo piso.	60
Gráfica 7. Distribución de planta actual Industrias Orfi, tercer piso.	61
Gráfica 8. Diagrama de recorrido actual línea Autopartes-Rotulas.	67
Gráfica 9. Diagrama de recorrido actual línea autopartes, soportaría -suspensión.	69
Gráfica 10. Diagrama de flujo actual línea autopartes.	71
Gráfica 11. Diagrama de recorridos actual línea especiales, productos lamina y productos cilíndricos.	73
Gráfica 12. Diagrama de recorridos actual línea especiales, solo caucho.	76
Gráfica 13. Diagrama de flujo actual línea especiales, lamina y cilíndricos.	78
Gráfica 14. Diagrama de flujo actual línea especiales, Caucho	79
Gráfica 15. Horas extras promedio por empleado últimos 5 años	84
Gráfica 16. Flujograma actual de suministros por familias de productos.	85
Gráfica 17. Participación en ventas por línea de producción año 2013	92
Gráfica 18. Gráfico Inventarios ABC de la compañía	93
Gráfica 19. Productos tipo "A" por línea de producción año 2013	94
Gráfica 20. Estructura de efectos.	99
Gráfica 21. Esquema Axial	100
Gráfica 22. Ejemplo análisis de desestacionalización	107
Gráfica 23. Capacidad disponible contra capacidad necesaria 2014	114
Gráfica 24. Modelo árbol de precedencias.	116
Gráfica 25. Segmento cuadro comparativo entre modelos de capacidad- departamento de mecanizado	119
Gráfica 26. Secuenciación con LEKIN.	123
Gráfica 27. Asignación de tiempos de secuenciación.	124
Gráfica 28. Tabla de asignación de colores y tiempos de ciclo.	125
Gráfica 29. Diagrama de Gantt programa de secuenciación.	126
Gráfica 30. Secuencia de actividades centro de trabajo Mecanizado.	127
Gráfica 31. Informe final de secuenciación.	127
Gráfica 32. Análisis final plan agregado de producción 2014	131

## ÍNDICE DE CUADROS.

Cuadro 1. Cuadro metodológico.	26
Cuadro 2. Proyectos de Planeación, programación y control antecesores	29
Cuadro 3. Tipos de pronóstico	33
Cuadro 4. Tipos de planeación de capacidad según horizonte de tiempo.	49
Cuadro 5. Clasificación actual área de autopartes.	57
Cuadro 6. Clasificación actual área especiales.	57
Cuadro 7. Fichas técnicas de maquinaria y equipos.	62
Cuadro 8. Promedio de horas extras por empleado últimos 5 años.	83
Cuadro 9. Reclamos por defectos en los productos manufacturados.	86
Cuadro 10. Reclamos por incumplimiento y mal servicio Industrias Orfi.	87
Cuadro 11. Desperdicios Industrias Orfi SAS	88
Cuadro 12. Unidades vendidas por producto 2013	89
Cuadro 13. Inventario ABC, productos de clasificación "A" año 2013	93
Cuadro 14. Matriz DOFA	96
Cuadro 15. Análisis DOFA.	97
Cuadro 16. Convenciones de estructura de efectos.	99
Cuadro 17. Inventario ABC, referencias clasificación A.	102
Cuadro 18. Inventario ABC, referencias clasificación B.	103
Cuadro 19. Variables de consideración según tipo de costo.	111
Cuadro 20. Costos plan agregado.	112
Cuadro 21. Plan maestro de producción método tabular.	115
Cuadro 22. Datos principales del MRP, referencia "A".	117
Cuadro 23. Cuadro comparativo reglas de secuenciación.	123
Cuadro 24. Método de pronóstico según referencia.	128
Cuadro 25. Segmento cuadro plan global de órdenes de compra.	135
Cuadro 26. Segmento cuadro plan global de órdenes de producción.	136
Cuadro 27. Formato control salidas de almacén.	144
Cuadro 28. Formato de control para órdenes de compra.	145
Cuadro 29. Formato control entradas y salidas de almacén.	146
Cuadro 30. Formato para control de calidad.	147
Cuadro 31. Eficiencia de la capacidad.	148
Cuadro 32. Tiempo ocioso.	149
Cuadro 33. Costo anual mano de obra.	149
Cuadro 34. Horas extras anuales.	150
Cuadro 35. Índice de producción.	150
Cuadro 36. Eficiencia mano de obra.	151
Cuadro 37. Pago de cantidades iguales al final de cada año.	154



## ANEXOS

Anexo 1. ABC por utilidades.

Anexo 2. ABC por volumen de ventas.

Anexo 3. Histórico de ventas.

Anexo 4. Evaluación métodos de pronóstico.

Anexo 5. Desestacionalización métodos de pronóstico.

Anexo 6. Sistema de producción Orfi.

Anexo 7. Tiempo total demandado por producción.

Anexo 8. Encuestas y entrevistas.

## INTRODUCCIÓN

Industrias Orfi es una empresa dedicada a la fabricación de autopartes para vehículos, al desarrollo de estructuras metalmecánicas y a la manufactura de material en caucho metal. Esta empresa tiene alrededor de 25 años de trayectoria, tiempo durante el cual ha sufrido algunos reveses económicos que le impidieron crecer dentro del mercado local como lo esperaban.

Para poder hacer frente al nivel competitivo y a la guerra de precios en la que se encuentra este sector, la empresa debe organizar sus metodologías de trabajo y para dicho proceso, opto por realizar estudios en sus áreas tanto de producción como de administración, ayudados por algunos estudiantes de la universidad Libre de Colombia, con el fin de encontrar las falencias que posee y determinar en qué aspectos puede mejorar para alcanzar sus objetivos.

La empresa tiene que encontrar la forma de mejorar en sus aspectos productivos y operacionales con el fin de minimizar sus debilidades, generando un efecto sinérgico que cambie la postura actual de la empresa, posicionándola como una de las mejores en el sector autopartes de Bogotá.

Por tal motivo este proyecto desarrolla una temática entorno a la planeación, programación y control de producción, enfocados a la organización de los recursos empresariales que posee esta empresa, con la intención de aportar otra perspectiva a la organización acerca de la dirección que debe tomar y el enfoque que debe incluir en su estructura organizacional.

## JUSTIFICACIÓN

La aplicación de metodologías de ingeniería como lo son la planeación, programación y control de producción, son herramientas valiosas que le permiten a la organización encaminar lo que pretende, con lo que quiere alcanzar y lo que realmente está en capacidad de conseguir bajo la disponibilidad de recursos que posee; Industrias Orfi necesita complementar sus objetivos y su visión con actividades dirigidas a la organización y mejoramiento, en aspectos como producción, calidad distribución entre otras, que harán que la compañía vea resultados positivos tanto a nivel organizacional como a nivel productivo.

Se espera que el resultado de este proyecto permita a la organización, tener un enfoque claro, de cómo puede la empresa, incorporar metodologías administrativas que le permitan un mejor rendimiento tanto productivo como financiero sin necesidad de entrar en grandes costes, dando una orientación más precisa, en cuanto a la dirección que debe tomar para ser una empresa competitiva en su mercado local, y porque no, en un mercado nacional.

Por otro lado, la organización requiere con urgencia dar un enfoque técnico a sus procesos, desarrollando conceptos clásicos como planeación y programación, con el fin de afrontar las nuevas necesidades del mercado capitalino; además con el hecho evidente de que el país abrió sus puertas al mercado internacional con la firma de tratados de libre comercio (Norte América, Centro América, Región andina, Sur América entre otros por venir como la Alianza del Pacifico), en los cuales está incluido el sector de autopartes y otros sectores sensibles para el gremio como lo es el caso de los químicos básicos para la elaboración del caucho que se requiere en la mayoría de referencias que fabrica la empresa; estas economías extranjeras fácilmente podrían detener y acabar con el desarrollo de la organización, si no se plantean estrategias concretas que permitan hacer frente a la proliferación de empresas foráneas dentro del país, motivo por el cual se hace inminente el desarrollo de sistemas que fortalezcan su estructura interna para que pueda afrontar la complicada situación del mercado nacional en donde los productos importados son más económicos y algunas veces de mayor calidad, lo que implica necesariamente mejorar el eje competitivo de la organización con el fin de construir un puente seguro entre la actual situación de la empresa y la visión que esta se trace hacia el futuro.

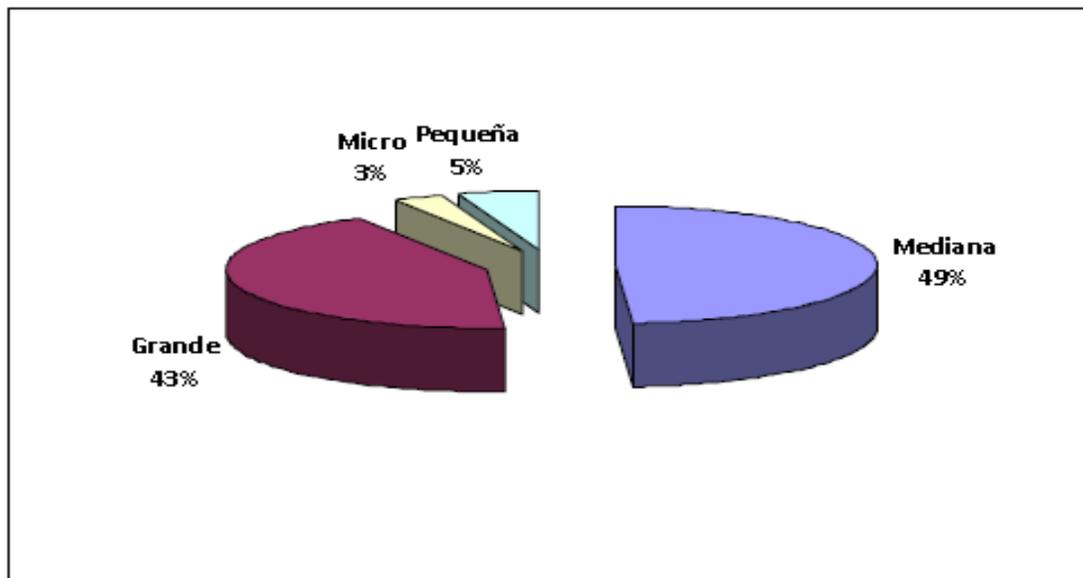
## 1. GENERALIDADES

### 1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En la actualidad, uno de los mayores inconvenientes con que cuenta la administración de producción en esta empresa, es la falta de información veraz y oportuna, que permita una adecuada toma de decisiones sobre los recursos con los que cuenta. Industrias Orfi es una empresa que ha crecido conforme a la situación se lo permita, razón por la cual ha dejado a un lado, principios básicos como lo son la organización y la planeación, Lo cual repercute dentro de todo su sistema, frenando su crecimiento y estancando sus procesos internos, hechos evidentes que se reflejan en el estado actual de la empresa, que aunque no es crítico, si debe tener prioridad especial a fin de cambiar el rumbo que tiene actualmente.

La competencia es otra de las variables a las cuales se enfrenta, Industrias Orfi catalogada dentro de las Microempresas de este país, es tan solo un pez en el río del comercio nacional; la gráfica 1 ilustra el pequeño porcentaje de participación que tienen las microempresas en el sector de fabricación de partes para automotores.

Gráfica 1. Participación en el mercado automotriz según el tipo de empresa



Fuente: CÁMARA DE COMERCIO DE BOGOTÁ. Guía empresarial Autopartes: Como exportar productos del sector autopartes. 2012. 6 p. Extraído de: [http://mapas.eafit.edu.co/rid=1LD0ZMYG3-12HRZG2-1M5/8686\\_guia\\_empresarial\\_autopartes\\_02082011.pdf](http://mapas.eafit.edu.co/rid=1LD0ZMYG3-12HRZG2-1M5/8686_guia_empresarial_autopartes_02082011.pdf)

Bogotá no es la única ciudad que se dedica a la fabricación de autopartes, posee la mayor representación empresarial en este medio, pero el libre comercio y la interminable necesidad del cliente por buscar diversidad de opciones en cuanto a calidad y precio, han convertido a este sector, en un océano rojo donde el objetivo primordial es sobrevivir.

El hecho de que las empresas colombianas no estén implementando estos conocimientos en sus procesos<sup>1</sup>, hace que la industria tenga un desarrollo más lento frente al mercado internacional, lo que las hace menos competitivas a la hora de enfrentar nuevos retos como el TLC con Estados Unidos, entre otros que están por venir como la Alianza del Pacífico (México, Colombia, Perú, Chile), cuyo objetivo es fomentar la libre circulación de bienes, servicios, capitales y personas. Estar encaminadas en metodologías y modelos de producción le permitiría a las industrias dar pasos gigantes en sus objetivos de crecimiento a largo plazo, además facilitaría el cumplimiento de sus planes de acción en el corto plazo. El reto que tienen las empresas colombianas es grande, no se pueden desarrollar procesos de planificación y control de la noche a la mañana, se requiere de tiempo, de recursos pero sobre todo, una excelente gestión ingenieril que permita tener resultados certeros, pues en situaciones de mercado como las actuales no hay tiempo para enmendar errores.

Actualmente la empresa cuenta con 11 empleados vinculados de forma directa, 7 puestos de trabajo operativos y 4 administrativos; no se están enfocando de forma correcta las metodologías de trabajo en los procesos de producción y planeación, los cuales están siendo manejados de forma empírica por los encargados.

Observando el problema desde el ángulo productivo, se ha determinado<sup>2</sup> que se genera una considerable cifra de desperdicios, pues del 100% de los materiales que ingresan a las instalaciones, por lo menos el 10% y el 20% se desperdicia debido a las técnicas de manufactura o a la impericia de los trabajadores, además, la planeación de materiales no es la más adecuada, pues se presentan casos en los cuales los materiales duran de 15 a 20 días en espera porque se piden de manera no planeada o incorrectamente programados, restándole espacio a las instalaciones, impidiendo la

---

<sup>1</sup> DELGADO, Cecilia. Caracterización de la microempresa de punta Centro de investigaciones sobre dinámica social. Universidad Externado de Colombia. 17 p. 2012.

<sup>2</sup> OROZCO OSPINA, Carlos Mario. Ingeniero de Operaciones. Industrias Orfi S.A.S. Cl. Entrevista. Anexo 8. Encuestas y entrevistas proyecto. 2013.

circulación y desarrollo de otros procesos que se realizan allí. En ciertas ocasiones ocurre todo lo contrario, se requiere con urgencia algún tipo de suministro y el proceso se detiene porque este no está a disposición en el momento que se le necesita. Según el ingeniero de producción Carlos Mario Orozco, de 10 desarrollos a pedido que se trabajen en el mes, al menos en cuatro se presenta déficit recursos disponibles, refiriéndose al tiempo, los materiales y mano de obra. La tabla 1 muestra indicadores generales de la organización, del periodo 2012-2013, que brindan una información cuantificada de algunos de los problemas mencionados anteriormente:

Tabla 1. Indicadores de producción 2012-2013

INDICADOR	FORMA DE MEDICIÓN	PERIODO	
		2012	2013
UTILIZACIÓN DE MATERIAL	(Material que entra/Material producto terminado) X 100	72.1%	70.3%
PRODUCTIVIDAD HORAS EXTRAS	( Q producida en horas extras/ Q producida en horas normales) X 100	92.0%	67.0%
UTILIZACIÓN MAQUINARIA	(Maquinas utilizadas / Total de maquinaria) X 100	54.5%	31.8%
INDICADOR DE CALIDAD	(Unidades defectuosas/Unidades producidas) X 100	5.3%	3.2%

Fuente: Industrias Orfi SAS CI. Área administrativa. 2014

La tabla 1 muestra algunos indicadores como por ejemplo el de “productividad horas extras” donde se observa, que este tiempo está disminuyendo su porcentaje de eficiencia, o el de “utilización de material” el cual muestra que los desperdicios de materiales rondan por la cifra del 30% y se ha mantenido durante los dos años. Por otro lado, la utilización de maquinaria ha bajado considerablemente, pues paso del 54.5% al 31.8% de lo cual se puede pensar, que el nivel de producción de la empresa ha disminuido al igual que el indicador de calidad, el cual paso de 5.3% a 3.2% de lo que se puede analizar que la calidad está mejorando y puede seguir haciéndolo aún más.

Además, el proceso de producción también presenta falencias en cuanto a programación se refiere, debido a que la empresa tiene un área de desarrollos especiales, que se realizan bajo pedido según requerimientos del cliente, lo cual conlleva a que procesos y actividades que se están realizando pasen a un segundo plano con el fin de atender la prioridad del momento.

Por otro lado, la mano de obra no es la suficiente para el cumplimiento de los indicadores de producción que desea alcanzar la empresa, además de que

no hay capacitaciones para enfocar al trabajador dentro de los objetivos de la empresa y dentro de la cultura organizacional que la gerencia desea sembrar dentro de su personal. La limitación de personal repercute en la subutilización del equipo de planta, pues la empresa cuenta con maquinaria de diferentes características para diversidad de trabajos, que se encuentran paradas por completo debido a la programación de trabajo ineficiente; no existe mantenimiento preventivo de los equipos de trabajo, razón por la cual la producción se ve afectada por los mantenimientos correctivos que deben realizarse.

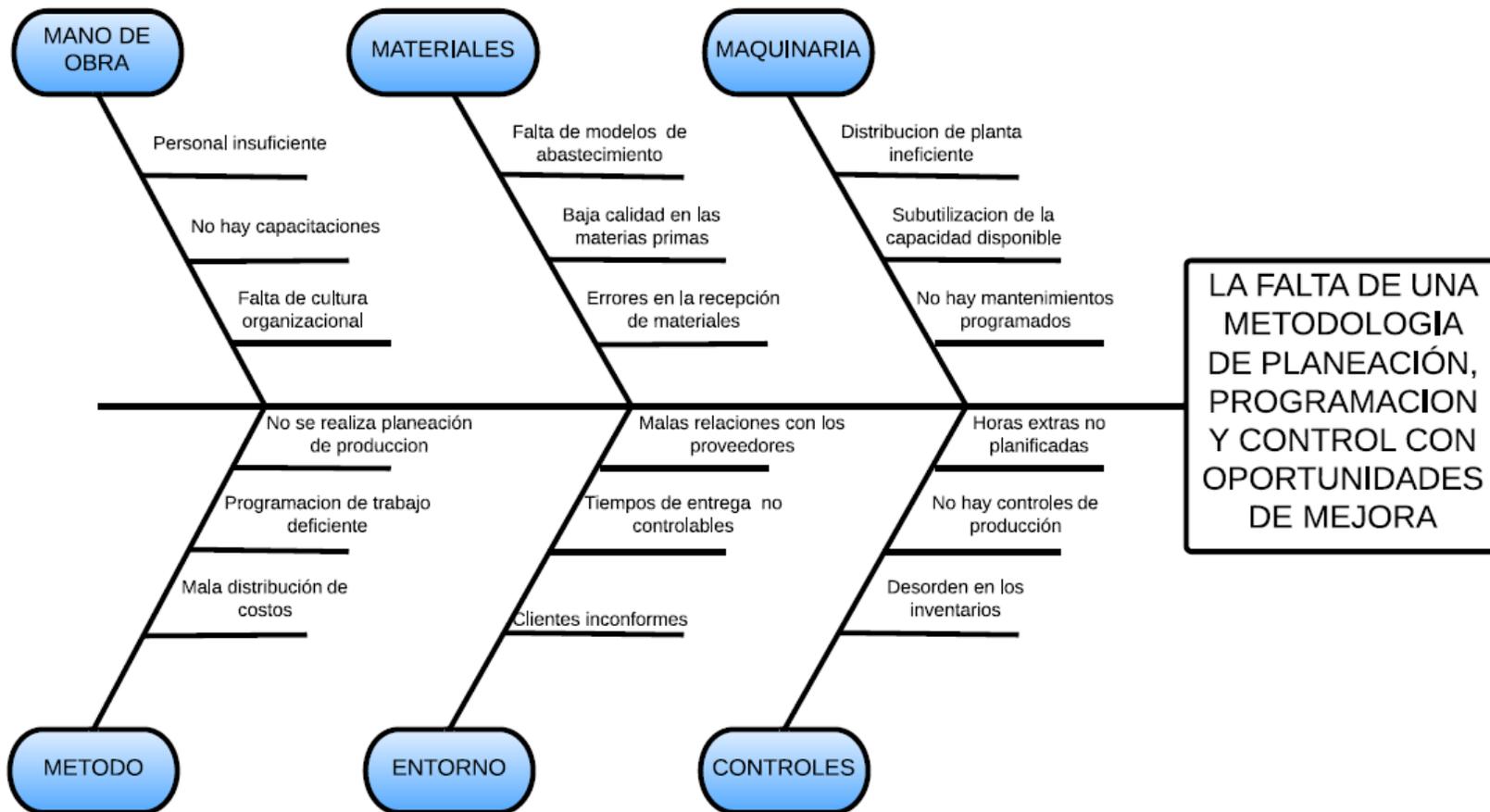
No hay controles debidamente establecidos, lo que genera desorden en el control de inventarios, en la programación de horas extras y en los procesos de calidad, hasta los suministros de materia prima se ven influenciados por este problema, ya que no se sabe con exactitud en qué momento se deben pedir los materiales que se requieren para producción y por ende, no se pueden plantear modelos de abastecimiento, que permitan verificar la calidad de las materias primas, con el fin de disminuir los errores en la recepción de éstas.

Según la información plasmada en la tabla 1, se puede analizar que no se realiza planeación de producción y que no hay una adecuada programación de trabajo, lo que conlleva a desorden en los tiempos de entrega, generando clientes inconformes que en algunos casos prefieren el servicio de otras organizaciones que si pueden suplir sus necesidades a tiempo.

La anterior información brinda una visión global de la posición actual de la compañía, además sirve como referente y punto de partida para sumergirse en el desarrollo de este proyecto.

Los puntos clave que están afectando el desarrollo de la compañía se ven reflejados en la gráfica 2.

Gráfica 2. Falencias en la metodología de planeación, programación y control de producción.



Fuente: El autor 2014

## 1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Qué estrategia debe desarrollar ORFI SAS CI para enfrentarse a la falta de una metodología de planeación, programación y control con el fin de enfrentarse a los nuevos retos que trae consigo el marco actual del mercado, la industria y la competencia en Colombia?

## 1.3. OBJETIVO GENERAL

Desarrollar el sistema de planeación, programación y control de producción para la organización de los recursos empresariales que posee ORFI SAS CI. empleando planeación jerárquica.

## 1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Elaborar el diagnóstico situacional de la organización en busca del punto de partida a través de encuestas, observación directa, información y datos arrojados por la compañía.
- Identificar los instrumentos de planeación, programación y control que se determinen como pertinentes para el desarrollo del sistema, por medio de la investigación teórica.
- Estructurar el plan maestro de producción que se acople al enfoque de crecimiento y proyección que desea la compañía mediante el uso de planeación jerárquica.
- Validar el sistema demostrando que este es el adecuado para la empresa por medio de indicadores de gestión.
- Realizar la evaluación financiera mostrando la relación costo-beneficio, comparando los costos de producción del modelo actual Vs el modelo propuesto.

## 1.5. DELIMITACIÓN DEL PROYECTO

En el resultado final de este proyecto se vio reflejado en un informe con la estructura del sistema de PPC (Planeación Programación y Control) que se desarrolló basándose en el estudio previo de variables productivas y operacionales, teniendo en cuenta la forma en que se realizan los procesos



## 1.6. MARCO METODOLÓGICO

### 1.6.1. Tipo de investigación.

La investigación es de tipo mixto, se debe realizar la cuantificación de las variables económicas y tecnológicas para tener una medida numérica del costo-beneficio, además, es de tipo cualitativa, pues la investigación y el apoyo documental que se requiere para el desarrollo de este proyecto será una constante dentro del suscrito proceso. Además la investigación mixta no pretende excluir la cuantitativa o la cualitativa, sino utilizar las fortalezas de ambos tipos combinándolas y tratando de minimizar sus debilidades potenciales<sup>3</sup>. Entre otras interesantes cualidades de la investigación mixta, esta, podrá dar una perspectiva más amplia y profunda del fenómeno, planteando el problema con mayor claridad así como las maneras más apropiadas de estudiar y teorizar los problemas que se puedan presentar en esta investigación.

En lo referente a la metodología que se utilizó para el desarrollo y estructuración de este proyecto, se elaboró la tabla 2, la cual muestra con mayor detalle, las actividades que se ejecutaron para dar cumplimiento a cada uno de los objetivos.

---

<sup>3</sup> PLATA CABIEDES, Juan Camilo. Investigación cualitativa y cuantitativa: Una revisión del que y el como para acumular conocimiento sobre lo social. 2007

## 1.6.2. Cuadro metodológico.

Cuadro 1. Cuadro metodológico.

<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	<b>ACTIVIDADES</b>	<b>METODOLOGÍA</b>	<b>TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS</b>
Elaborar el diagnóstico situacional de la organización	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizar los esquemas actuales de producción</li> <li>• Determinar las variables más influyentes dentro del esquema productivo</li> <li>• Recopilar información y datos necesarios para el diagnóstico</li> </ul>	A través de investigación de campo, recopilar la información necesaria que permita hacer un bosquejo de la situación actual de la empresa en su parte financiera, organizacional y sin duda alguna, su estado actual a nivel productivo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Observación directa</li> <li>• Fotografías</li> <li>• Diagramas de flujo</li> <li>• Diagramas de procesos</li> <li>• Encuestas</li> <li>• Análisis DOFA</li> <li>• Revisión documental</li> </ul>
Identificar los instrumentos de planeación, programación y control de producción que se determinen como pertinentes para el desarrollo del sistema	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigación teórica sobre planeación de producción</li> <li>• Investigación teórica sobre programación aplicada a producción</li> <li>• Investigación teórica sobre control de producción</li> <li>• Preselección de posibles teorías aplicadas a Orfi SAS.</li> <li>• Seleccionar técnicas que se acoplen a las necesidades de la organización</li> </ul>	Recopilando la mayor cantidad de conocimientos teóricos, brindar una amplia variedad de selección con el fin de estructurar el sistema más adecuado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bibliografía específica</li> <li>• Consulta de datos</li> <li>• Análisis de contenido</li> <li>• Datos secundarios</li> </ul>
Estructurar el plan maestro de producción que se acople al enfoque de crecimiento y proyección que desea la compañía	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis del plan a mediano plazo</li> <li>• Análisis de pronósticos y capacidad de planta</li> <li>• Desarrollar el plan maestro de producción</li> </ul>	Por medio de la información recopilada, teórica y de campo, se desarrollara el sistema de planeación, programación y control de producción que le permita a Orfi mejorar sus procesos de producción	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Observación directa</li> <li>• Bibliografía específica</li> <li>• Revisión documental</li> </ul>
Validar el sistema demostrando que este es el adecuado para la empresa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar la validación del sistema planteado</li> </ul>	Con ayuda de indicadores de gestión, analizar el desempeño del sistema	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Indicadores de gestión</li> <li>• Revisión bibliográfica</li> </ul>
Realizar la evaluación financiera mostrando la relación costo-beneficio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apoyándose en los resultados de validación, Comparar el modelo actual de la organización Vs el sistema propuesto.</li> </ul>	Por medio de los resultados de validación del sistema, mostrar la viabilidad e impacto económico del proyecto dentro de la organización	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estado financiero de pérdidas y ganancias</li> </ul>

Fuente: El autor 2014

## 1.7. MARCO LEGAL

ORFI S.A.S, se dedica en principio a la producción de autopartes dirigidas al mercado bogotano, por lo tanto se debe tener en cuenta que el distrito capital, con la finalidad de proteger el sector y disminuir el comercio de autopartes para carro de procedencia desconocida, presentó el proyecto de acuerdo 224 de 2009 que entro en vigencia a partir de su sanción y publicación. A través de este se crea el sistema de información distrital de autopartes, cuyo objetivo fundamental es recopilar toda la información pertinente sobre las partes que se comercialicen, registrando el número de identificación tributaria, el nombre la dirección de procedencia y matrícula mercantil, para que pueda ser consultada a través de internet, por cualquier interesado en saber la procedencia de las autopartes que se encuentran en circulación en el mercado capitalino.

Por otro lado, el código nacional de tránsito terrestre, por medio de la ley 769 de 2002, el cual se encarga de regular la situación jurídica de los vehículos automotores, prohíbe el uso de partes y autopartes de automóviles de procedencia ilegal o con números de seriado que no pertenezcan al modelo original del vehículo.

De igual forma, la Ley 738 de 2002 por la cual se adicionan artículos al código penal, agregó el código 447A el cual indica que quien comercie con autopartes de vehículos y no demuestre su procedencia será castigado por la ley. El Instituto de Normas Técnicas Colombianas ICONTEC es el máximo organismo normalizador que agrupa empresas, asociaciones, agremiaciones, consumidores entre otros, para elaborar normas de productos. ACOLFA es una asociación activa que aporta ideas y conceptos en los comités técnicos de normalización de productos en el sector automotor, en donde partiendo de los aportes realizados por las distintas agremiaciones y asociaciones interesadas, se desarrollan los documentos normativos para enriquecer y reforzar la competitividad del sector, permitiendo que las empresas nacionales puedan desenvolverse con mayor fluidez en el mercado local y en el internacional. ORFI S.A.S es una empresa que pertenece al gremio ACOLFA (Asociación Colombiana Fabricantes de Autopartes), por tanto la empresa debe, en lo posible ceñirse a los lineamientos técnicos que esta estipule.

Si también se analizan las normas y leyes que le pueden permitir a la empresa obtener algún beneficio institucional por así llamarlo, puede citarse

la ley 1014 de 2006 de fomento a la cultura del emprendimiento, la cual en su artículo 2, menciona una serie de medidas que se han de tomar para el fortalecimiento de las pequeñas y medianas empresas en pro del desarrollo empresarial del país. De este artículo se pueden destacar los numerales D y E, que tratan directamente el tema de la productividad. Para una mayor claridad se citan textualmente los párrafos implicados<sup>4</sup>:

*d) Establecer mecanismos para el desarrollo de la cultura empresarial y el emprendimiento a través del fortalecimiento de un sistema público y la creación de una red de instrumentos de fomento productivo;*

*e) Crear un vínculo del sistema educativo y sistema productivo nacional mediante la formación en competencias básicas, competencias laborales, competencias ciudadanas y competencias empresariales a través de una cátedra transversal de emprendimiento; entendiéndose como tal, la acción formativa desarrollada en la totalidad de los programas de una institución educativa en los niveles de educación preescolar, educación básica, educación básica primaria, educación básica secundaria, y la educación media, a fin de desarrollar la cultura de emprendimiento.*

## 1.8. ANTECEDENTES

Vale la pena resaltar, que las universidades de la capital desarrollan proyectos enfocados a la planeación, programación y control de producción. En efecto, la universidad Libre de Colombia sede el Bosque, es pionera<sup>5</sup> en este tipo de proyectos enfocados al mejoramiento de las industrias de Bogotá y muchas de estas se han visto beneficiadas con estos. El cuadro 2, muestra varios de estos documentos, junto con su objetivo principal y un breve resumen acerca de la manera en que se desarrolló y de los resultados que se obtuvieron.

---

<sup>4</sup> LEY 1014 DE 2006, art 2. Numerales D, E

<sup>5</sup> UNIVERSIDAD LIBRE DE COLOMBIA SEDE EL BOSQUE POPULAR, Biblioteca. Proyectos de grado. 2010

Cuadro 2. Proyectos de Planeación, programación y control antecesores

<p><b>TITULO</b></p> <p>Planeación, programación y control de los procesos productivos del sector alimentos de Tropical Crop S.A<sup>6</sup></p>	<p><b>OBJETIVO GENERAL</b></p> <p>Aplicar uno o varios de los modelos matemáticos que permita a la empresa planear, programar y controlar los procesos de producción de leche condensada y secados con el fin de conocer los costos operacionales en que se incurren.</p>
	<p><b>CONCLUSIONES O RESULTADOS</b></p> <p>Una vez realizado el diagnostico se determinó que el sistema adecuado para la empresa era el modelo Job Chop, posteriormente se graficaron los datos históricos de demanda y se determinó que el modelo más adecuado para realizar los pronósticos era la suavización exponencial; adicionalmente se hizo el listado de materiales para alimentar el MRP de la empresa, diagramas de flujo de los procesos y se plantearon indicadores de control.</p>
<p><b>AUTOR</b></p> <p>Jhonatán González.</p>	
<p><b>TITULO</b></p> <p>Desarrollo de los procesos de planeación, programación y control de la producción en el sector manufacturero de la pyme Industrias Fuerte LTDA. en Bogotá.<sup>7</sup></p>	<p><b>OBJETIVO GENERAL</b></p> <p>Desarrollar el proceso de planeación y programación de producción con base en la caracterización y análisis de los procesos actuales de la misma en la pyme Industrias Fuerte LTDA. en Bogotá.</p>
	<p><b>CONCLUSIONES O RESULTADOS.</b></p> <p>Como resultados de este proyecto, se evidencio, que dada la tendencia que mostraban los datos históricos, el método más viable para los pronósticos era la suavización exponencial, debido a que hay diversos centros de trabajo el sistema que se planteo fue un Job</p>

<sup>6</sup> GONZÁLEZ, Jhonatan. Planeación, programación y control de los procesos productivos del sector alimentos de Tropical Crop S.A. Bogotá. 2009. Proyecto de grado. Universidad Libre. Facultad de Ingeniería. Ingeniería Industrial.

<sup>7</sup> GUERRERO, URDANETA, GONZALO. Desarrollo de los procesos de planeación, programación y control de la producción en el sector manufacturero de pyme Industrias Fuerte LTDA en Bogotá. Bogotá. 2007. Proyecto de grado. Universidad Libre. Facultad de Ingeniería. Ingeniería Industrial.

	Shop, por otra parte, dada las limitaciones de espacio en las instalaciones y los resultados de costos que se obtuvieron, se determinó que el modelo de inventario óptimo para la organización es el de inventarios mínimos, además, con el fin de minimizar los defectos de producción, se optó por realizar inspecciones con cartas de control.
<b>AUTORES</b>	
Ana Guerrero, Luis Urdaneta, Gonzalo Casas	
Desarrollo de los procesos de planeación y programación de la producción en la empresa de jabones El tigre y Roca S. A localizada en la zona industrial de Casuca. <sup>8</sup>	<b>OBJETIVO GENERAL</b>
	Mejorar la producción de la empresa Jabones tigre y roca S.A, mediante el desarrollo de los procesos de planeación y programación de la producción aplicados a la línea de empaste y vacío, sistematizando los anteriores procesos mediante software Microsoft Excel
	<b>CONCLUSIONES O RESULTADOS</b>
	Se determinó que el sistema adecuado para la empresa era el modelo Flow Shop, dado que se trabajan dos líneas de manera secuencial; los pronósticos se realizaron con suavización exponencial con ajuste de tendencia, debido a que la empresa, presenta un crecimiento exponencial en sus datos de ventas, además se planteó la estrategia de mano de obra constante como la de mejor adaptación a las circunstancias de la empresa. Se realizaron análisis de tasas de producción, tiempos estándar y distribución de planta.
<b>AUTORES</b>	
Maribel Barrera, Mauricio Maldonado	
<b>TITULO</b>	<b>OBJETIVO GENERAL</b>
Desarrollo de un modelo de la planeación y programación de	Desarrollar un modelo de Job Shop a través de programas diseñados en Excel para la planeación y programación de la producción en la empresa tejidos Glasgow y de esta manera mejorar su productividad

<sup>8</sup> BARRERA, MALDONADO. Desarrollo de los procesos de planeación y programación de la producción en la empresa de Jabones el tigre y Roca S.A. localizada en la zona industrial de Casuca. Bogotá. 2007. Proyecto de grado. Universidad Libre. Facultad de Ingeniería. Ingeniería Industrial.

<p>la producción en la compañía Tejidos Glasgow EU de la ciudad de Bogotá.<sup>9</sup></p>	<p><b>CONCLUSIONES O RECOMENDACIONES</b></p> <p>Al ser una empresa fabricante de ropa, sus datos históricos arrojaron datos de tendencia y estacionalidad, por lo que se consideró pertinente utilizar el método Winter para los pronósticos; se realizó el análisis de la capacidad de planta, se implementó un sistema MRP alimentado por el listado de materiales y se simuló el sistema en Microsoft Excel.</p>
<p><b>AUTORES</b></p> <p>Yaneth Rodríguez, Freddy Quintana</p>	
<p><b>TITULO</b></p> <p>Planeación, programación y control de la producción del sistema productivo Plastifergo LTDA.<sup>10</sup></p>	<p><b>OBJETIVO GENERAL</b></p> <p>Realizar la planeación programación y control de producción de los productos más significativos en términos de utilidad y utilización de capacidad de planta con el fin de proveer recursos financieros y dar buen uso a la capacidad de planta de producción</p> <hr/> <p><b>CONCLUSIONES O RECOMENDACIONES</b></p> <p>Se observó que la empresa debía trabajar con órdenes bajo pedido y un sistema intermitente; se realizó un análisis de Pareto, se hicieron pronósticos de demanda con el modelo de suavización exponencial simple, se desarrolló el sistema de planeación agregada, se implementó la secuenciación, con la regla de fecha de entrega más corta, finalmente se simuló el sistema con el software Risck.</p>
<p><b>AUTOR</b></p> <p>Alexis Soto</p>	

Fuente: El autor 2014

<sup>9</sup> RODRÍGUEZ, QUINTANA. Desarrollo de un modelo de la planeación y programación de la producción en la compañía Tejidos Glasgow E.U. de la ciudad de Bogotá. Bogotá. 2007. Proyecto de grado. Universidad Libre. Facultad de Ingeniería. Ingeniería Industrial.

<sup>10</sup> SOTO, Alexis. Planeación, programación y control de la producción del sistema productivo Plastifergo LTDA. . Bogotá. 2011. Proyecto de grado. Universidad Libre. Facultad de Ingeniería. Ingeniería Industrial.

## 1.9. MARCO TEÓRICO

### 1.9.1. Pronósticos.

Pronosticar se puede resumir como la ciencia que busca predecir los eventos futuros lo que hace casi imposible que exista un pronóstico perfecto. Para lograr esto, se necesita de datos históricos, los cuales se proyectan por medio de algún modelo matemático que tenga en cuenta las variables que afecten, con la intención de obtener el resultado más aproximado a la realidad que sea posible. La precisión de un pronóstico depende de que tan lejos se le quiera proyectar, no es lo mismo planear que se quiere hacer mañana a planear que se quiere en cinco años; a mayor cantidad de tiempo más complejo es el proceso para lograr que los resultados sean acertados, los horizontes de tiempo cambian y por tanto su modelación también, las variables que influyen en el proceso se pueden ver afectadas por distintos factores externos razón por la cual, la elección del tipo de modelación a utilizar depende del enfoque de tiempo que se le quiera dar al pronóstico.

Es importante realizar pronósticos, pues de ellos dependen otras áreas como la de contabilidad y finanzas, en donde se utilizan como base para la planeación del presupuesto y el control de los costos, o el área de producción, donde los utilizan para tomar decisiones respecto a los procesos, la capacidad de producción y la disposición física de las instalaciones entre otros factores<sup>11</sup>.

Basándose en las necesidades de la empresa, en el tipo de producto y en el horizonte de tiempo que se le quiera dar aun pronóstico, existen varios tipos, los más comunes se muestran en el cuadro 3 que se presenta a continuación:

---

<sup>11</sup> CHASE, JACOBS, AQUILANO. Administración de la producción. 10 Edición. Bogotá. Mc Graw Hill. 2004. 522 p.

Cuadro 3. Tipos de pronóstico

TIPO DE PRONOSTICO	MODELOS COMUNES
<b>CUALITATIVO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Raíz de pasto</li> <li>• Investigación de mercado</li> <li>• Consenso de jurado</li> <li>• Analogía histórica</li> <li>• Método Delphi</li> </ul>
<b>ANÁLISIS DE SERIES E TIEMPO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Promedio móvil simple</li> <li>• Promedio móvil ponderado</li> <li>• Suavización exponencial</li> <li>• Análisis de regresión</li> </ul>
<b>CAUSALES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelos econométricos</li> <li>• Modelos de Insumos/producción</li> <li>• Indicadores Líderes</li> </ul>

Fuente: CHASE, JACOBS, AQUILANO. Administración de la producción. Sección 4, pronósticos. 524 p.

La elección de una metodología de pronóstico dependerá de diversos factores:

1. El periodo que cubrirá el pronóstico.
2. La disponibilidad de datos.
3. La exactitud requerida.

Los principales métodos de pronóstico y su metodología se enumeran a continuación:

1). *Análisis de regresión lineal*: Es un método de pronóstico que parte del análisis de variables correlacionadas, es decir, proyectar una variable, dada la otra variable según los datos tomados de la realidad. Este método es bueno, debido a que relaciona diversas variables con la cantidad que se desea producir<sup>12</sup>; generalmente se utiliza cuando los datos muestran una tendencia lineal.

El principal inconveniente de este modelo es que este supone que las proyecciones a futuro siguen una línea recta dados los datos históricos obtenidos, lo cual limita el uso de este modelo a periodos cortos de tiempo.

<sup>12</sup> WALPOLE, Mayers. Probabilidad y estadística. 5 Edición. México. Mc Graw Hill. 1998. 389 p.

La forma general que rige este sistema es la ecuación de la recta<sup>13</sup>:

$$Y = a + bX$$

Dónde:

Y= Valor de la variable que se está resolviendo.

a= Es la intersección Y.

b= Es la pendiente.

X= representa las unidades de tiempo.

La regresión lineal puede implementarse tanto en el caso de series de tiempo como para pronósticos de relaciones causales<sup>14</sup>, cuando la variable dependiente cambia con el transcurso del tiempo, se habla de un análisis de series de tiempo, mientras que si una variable cambia debido a las modificaciones en otra variable se trata de una relación causal. Para poder trabajar el método de regresión lineal, es necesario determinar la forma en que se obtiene la pendiente y la intersección, después de obtenidos estos datos, el paso a seguir es remplazar en la ecuación para obtener los resultados<sup>15</sup>:

$$B = \frac{\sum XY - n\bar{x}\bar{y}}{\sum x^2 - n\bar{x}^2}$$

Dónde:

X= Unidades de tiempo.

Y= Valor de la variable que se está resolviendo.

n= Numero de datos tomados.

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

---

<sup>13</sup> Ibídem

<sup>14</sup> CHASE, JACOBS, AQUILANO. Administración de la producción. 10 Edición. Bogotá. Mc Graw Hill. 2004. 541 p.

<sup>15</sup> HEIZER, RENDER. Administración de operaciones. 2 Edición. México. Pearson. 2009. 119 p.

2). *Promedio móvil simple*: Este método es apropiado cuando la demanda de un producto no tiene mucha variación, es decir, no crece ni disminuye velozmente y no se puede observar ningún tipo de estacionalidad al graficar los datos; el objetivo de este método es eliminar las fluctuaciones aleatorias de los pronósticos<sup>16</sup>. Como su nombre lo indica, el pronóstico conseguido suele ubicarse en el medio. Por otra parte, si los datos siguen una tendencia, el promedio móvil pierde la característica de ir con esta tendencia, lo que ocasiona que en el corto plazo halla mayor oscilación en los resultados.

La fórmula para el promedio móvil simple está dada por:

$$F_t = (A_{t-1} + A_{t-2} + A_{t-3} + \dots + A_{t-n})/n$$

Dónde:

$F_t$ = Pronostico para el periodo futuro.

$n$ = Numero de periodos que se promediaran.

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

$A_{t-n}$ = Hechos ocurridos en los periodos anteriores hasta “n” periodos anteriores.

3). *Promedio móvil ponderado*: Este tipo de pronóstico, le da una importancia particular a cada periodo, siempre y cuando esta sea igual a 1 en la sumatoria de todos los valores de importancia o pesos ponderados. A la hora de elegir dicho peso ponderado, la experiencia y las pruebas, por lo general, el pasado más reciente es el que debería recibir mayor importancia<sup>17</sup>. El promedio móvil ponderado ofrece una ventaja clara sobre el promedio móvil simple, dicha ventaja es la de modificar los efectos de los datos del pasado, esto hace que el modelo sea más sensible a los cambios.

La fórmula está dada por:

$$F_t = W_1A_{t-1} + W_2A_{t-2} + W_3A_{t-3} + \dots + W_nA_{t-n}$$

Dónde:

$W_1$  = Peso que se dará a la venta real del periodo t-1.

---

<sup>16</sup> CHASE, JACOBS, AQUILANO. Administración de la producción. 10 Edición. Bogotá. Mc Graw Hill. 2004. 530 p.

<sup>17</sup> HEIZER, RENDER. Administración de operaciones. 2 Edición. México. Pearson. 2009. 109 p.

$W_2$  = Peso que se dará a la venta real del periodo t-2.

$W_3$  = Peso que se dará a la venta real del periodo t-3.

$W_n$  = Peso que se dará a la venta real del periodo t-n.

n = Número total de periodos del pronóstico.

4). *Promedio móvil con estacionalidad en los datos*: La estacionalidad puede definirse como los movimientos regulares descendentes o ascendentes que siempre se presentan en algún periodo de tiempo en particular, Usualmente un pronóstico puede verse afectado por estacionalidad en la demanda de algún producto en específico, cuando esto sucede, se aplica este método, que consiste en obtener un indicador o índice estacional a partir de datos históricos, que tenga en cuenta la tendencia del periodo estacional pasado, con el fin de incluirla en los datos de pronóstico para obtener mayor asertividad en los datos proyectados.

Dicho índice estacional se calcula de la siguiente manera<sup>18</sup>:

$$\text{Índice estacional} = D_t / \text{PMC}_t$$

Dónde:

$D_t$ : es la demanda promedio mensual del periodo t.

$\text{PMC}_t$ = promedio móvil centrado del periodo t.

Se aplica cuando en la serie de tiempo se presentan los patrones de tendencia y estacionalidad.

5). *Suavización exponencial*: Normalmente se necesita de una cantidad importante de datos históricos, pero en este método particular, los datos recientes son más representativos y tienen mayor peso comparados con los que se alejan en el pasado<sup>19</sup>, razón por la cual, el modelo asume, que por cada incremento hacia el pasado se debe disminuir  $1 - \text{Alfa}$ , donde Alfa es la

---

<sup>18</sup> HEIZER, RENDER. Administración de operaciones. 2 Edición. México. Pearson. 2009. 109 p.

<sup>19</sup> CHASE, JACOBS, AQUILANO. Administración de la producción. 10 Edición. Bogotá. Mc Graw Hill. 2004. 533 p.

tasa deseada de respuesta o la constante de atenuación. Este método es de los más usados, dado su nivel de asertividad en los resultados del pronóstico, para lograr un resultado fiable se necesita de tres conjuntos de datos, el pronóstico más reciente, la demanda real que ocurrió en ese periodo y un Alfa o constante de atenuación. Dicha constante, determina el grado de proximidad entre los pronósticos y la venta real, es decir, el dato viejo más una parte del error.

La ecuación para un solo pronóstico es la siguiente<sup>20</sup>:

$$A_t = \alpha x_t + (1 - \alpha)A_{t-1}$$

Dónde:

$A_t$ = Pronostico esperado para el promedio.

$X_t$ = Estimación del Nivel Base en el periodo t.

$\alpha$  = La tasa deseada de respuesta o la constante de atenuación.

6): *Método Holt-Suavización exponencial con ajuste de tendencia*: Es posible que en muchas ocasiones, se observe que se presenta una tendencia en los datos, tal vez pueda ser una tendencia no muy marcada pero existe y no posee estacionalidad; para estos casos, el modelo preciso a utilizar el método Holt, ya que la suavización simple asume un patrón lineal en los datos y no tiene en cuenta la tendencia, lo que puede generar diferencias significativas en el resultado del pronóstico. Esta técnica, incluye dos variables como lo son el nivel base ( $L_t$ ) y la tendencia por periodo ( $T_t$ ).

Por otra parte, se hace necesario incluir una constante adicional denominada “delta”, la cual se utiliza para actualizar las estimaciones de la base y la tendencia mencionadas anteriormente; “alfa” y “delta” son números que obligatoriamente tiene que tomar un valor entre 0 y 1. Las ecuaciones para actualizar  $L_t$  y  $T_t$  son las siguientes<sup>21</sup>:

$$L_t = \alpha x_t + (1 - \alpha)(L_{t-1} + T_{t-1})$$

$$T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1}$$

---

<sup>20</sup> WINSTON, Wayne. Investigación de operaciones. 1 Edición. México. Engage Learning. 2005. 1354 p.

<sup>21</sup> WINSTON, Wayne. Investigación de operaciones. 1 Edición. México. Engage Learning. 2005. 1354 p.

7). *Método Winter-Suavización exponencial con estacionalidad en los datos:* A diferencia del método Holt, el Winter si contempla la estacionalidad dentro de sus parámetros y su objetivo sigue siendo el mismo, corregir el error del modelo, el cual asume un patrón lineal en los datos. El efecto multiplicativo se presenta cuando el patrón estacional en los datos depende del tamaño del mismo, es decir, cuando la magnitud del patrón estacional se incrementa conforme los valores aumentan y decrece cuando los valores de los datos decrecen. El efecto aditivo es mejor cuando el patrón estacional en los datos no depende del valor de los datos, es decir, que el patrón estacional no cambia conforme la serie se incrementa o disminuye de valor.

Para poder manejar este modelo, entran a trabajar nuevas variables que son necesarias de definir<sup>22</sup> :

$C$ = Numero de periodos en la duración del patrón estacional.

$S_t$ = Estimación de un factor multiplicativo estacional para el mes  $t$ , obtenido de la observación del nivel base del periodo.

Para actualizar los valores del nivel base, la tendencia del periodo y el factor multiplicativo de la estacionalidad se utilizan las siguientes ecuaciones<sup>23</sup>:

$$L_t = \alpha \frac{X_t}{S_{t-c}} + (1 - \alpha)(L_{t-1} + T_{t-1})$$

$$T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1}$$

$$S_t = \gamma \frac{X_t}{L_t} + (1 - \gamma)S_{t-c}$$

Donde  $\gamma$ , representa una nueva constante de suavizamiento para el factor estacional. Finalmente, para determinar el pronóstico del próximo periodo, se utiliza la siguiente ecuación<sup>24</sup>:

$$F_{t,k} = (L_t + KT_t)S_t + K - C$$

Dónde:

---

<sup>22</sup> *Ibíd*em, 1356.

<sup>23</sup> WINSTON, Wayne. Investigación de operaciones. 1 Edición. México. Engage Learning. 2005. 1358 p.

<sup>24</sup> *Ibíd*em

Lt representa el nivel base actualizado,  $KT_t$  la componente de tendencia del periodo a pronosticar,  $S_t$  el factor estacional del periodo,  $K-C$  representan el error y  $K$  es la estimación base para el periodo futuro.

### 1.9.2. Planeación jerárquica de la producción.

Cuando se habla de planeación, normalmente se relaciona el tema con elementos importantes como lo son los pronósticos o el análisis de capacidad de planta, pero se pasa por alto el hecho de que ésta, se relaciona con otros componentes de un sistema de producción como lo es el caso de la dirección, la programación y el control operativo. Generalmente planificar operaciones debe hacerse en distintos niveles de la organización buscando la efectividad y eficacia de todo el sistema en conjunto, razón por la cual, se convierte en el eje principal de los sistemas industriales; el problema surge cuando una organización desea engranar todos los elementos que la componen y la infinidad de relaciones que hay entre ellos, lo que conlleva al uso de teorías derivadas de la planeación como el caso del MRP, la capacidad de planta entre otras. Por ello, surge una solución intermedia entre estos dos paralelos, que se apoya en una visión ordenada del sistema denominada Planificación jerárquica de la producción<sup>25</sup>, la cual reconoce el sistema como un conjunto de niveles o áreas, con problemas particulares y distintos objetivos, que deben acoplarse entre sí para formular una estrategia de negocio general, que acople las diferentes estrategias funcionales de todas sus áreas, para lograr un funcionamiento sinérgico que encamine los esfuerzos y objetivos de la organización en un mismo sentido, a fin de lograr el mejoramiento de todo el sistema en pro del cumplimiento de las metas organizacionales.

La planeación jerárquica, necesita de ciertos insumos elementales para alimentar su banco de datos, con la finalidad de plantear un sistema preciso que entregue resultados objetivos y coherentes con el enfoque organizacional; uno de estos insumos son los pronósticos, los cuales arrojan información futura de los posibles ingresos que obtendrá la empresa, bajo los cuales los directivos desarrollan su estrategia de producción, la cual debe estar engranada con el plan agregado que posteriormente alimentará el plan maestro y este a su vez, a otros subsistemas que se ven involucrados dentro del proceso, como lo es el caso del plan de requerimientos de materiales, los

---

<sup>25</sup> FERNÁNDEZ, Esteban. Estrategia de producción. 1 Edición. Madrid. Mc Graw Hill. 2003. 68 p.

análisis de capacidad de planta junto con los de secuenciación y balanceo de línea.

### 1.9.3. Planeación agregada.

Es una metodología que busca determinar las cantidades necesarias de cada producto que se desarrolle dentro de la empresa y el tiempo que requiere en la fabricación de cada una de ellas, para esto se vale de los pronósticos. La planeación agregada no solo contempla temas como la producción, sino que engloba actividades importantes en el desarrollo de una empresa como lo es el plan maestro de producción, la planeación de requerimientos de materiales, la planeación de personal, los niveles de inventario; además vincula los objetivos estratégicos de la compañía a fin de encaminarlos con el sistema productivo de la organización. Generalmente se maneja un horizonte de tiempo que se puede encontrar entre los 6 y los 36 meses. Este sistema contempla varios componentes básicos<sup>26</sup>:

- a. Una unidad lógica para medir ventas y producción (unidad de agregación).
- b. Un pronóstico de demanda para planear.
- c. Un método para determinar los costos.
- d. Un modelo que convine pronósticos y costos para tomar decisiones.
- e. Comparar la capacidad real con los requerimientos de producto durante el periodo de planeación.
- f. Seleccionar una estrategia de planeación agregada.

En lo referente al numeral “f” la empresa puede plantearse algunas estrategias básicas, en las cuales se puede basar según su necesidad o su enfoque administrativo; estas estrategias son<sup>27</sup> la estrategia de caza( de adaptación o persecución), en la cual la empresa ajusta sus niveles de producción en cada periodo de forma tal que pueda satisfacer la demanda que se proyecta para este mismo, o la estrategia de nivelación, donde sencillamente se plantea una tasa de producción constante para cada periodo asumiendo costos de unidades faltantes o sobrantes según sea el caso.

---

<sup>26</sup> HEIZER, RENDER. Administración de operaciones. 2 Edición. México. Pearson. 2009. 576 p.

<sup>27</sup> NOORI, Hamid. Administración de operaciones y producción. 1 Edición. Santa Fe de Bogotá. Editorial interamericana. 2007. 440 p.

Teniendo en cuenta la estrategia que se plantee y las condiciones que presente el mercado, la organización puede combinar estas estrategias con distintas alternativas de trabajo, con la finalidad de obtener los mejores beneficios económicos; dichas alternativas dentro de las cuales se puede elegir son las siguientes<sup>28</sup>:

- Ajuste de la fuerza de trabajo: más conocida como la estrategia de contratar o despedir personal según se establezca; esta técnica es fácil de plantear cuando el producto o proceso a desarrollar no requiere de personal especializado, es decir para labores sencillas y de fácil manejo, por otro lado, los costos en que se incurre por contratar-despedir pueden variar significativamente por normatividad general de un país, o por la existencia de sindicatos entre otros factores.
- Inventario de previsión: este enfoque es conveniente cuando existe una demanda estacional, que garantice la venta del inventario en periodos futuros, o cuando la demanda tiene fluctuaciones muy drásticas y se hace difícil tener exactitud dentro de los pronósticos. Es una estrategia de cuidado, pues el valor del inventario puede cambiar a través del tiempo. Esta metodología no es apta para empresas que manufacturen productos perecederos.
- Utilización de la fuerza de trabajo (horas extras): este sistema funciona cuando el costo que representan las horas extras, es menor que el de contratar nuevo personal; normalmente este sistema se utiliza para atender los requerimientos de producción que se pueden atender en horario regular. Sus principales inconvenientes son la negatividad de los empleados para trabajar en horarios adicionales, la mala planeación de estos tiempos suplementarios y el sobre costo que estos acarrearán.
- Subcontratar (outsourcing): Consiste en recurrir a subcontratistas para equiparar la escasez de capacidad que posee la empresa.
- Acumulación de inventarios o faltantes: la empresa puede jugar con sus inventarios dependiendo del caso en el que se encuentre, por un lado puede acumular inventarios durante las épocas de demanda baja donde normalmente hay exceso de capacidad, para luego venderlos

---

<sup>28</sup> Krajewski. Administración de operaciones. 1 Edición. México. Pearson Educación. 2008. 602 p.

en épocas de demanda alta, donde generalmente la capacidad de planta se ve saturada; también puede prever, que se le genera un menor si no acumula inventarios, en cuyo caso debe asumir una penalización por las unidades que falten para responder a la demanda, dicha penalización es la denominada costo de faltante.

Como se mencionaba anteriormente, la planeación agregada contempla una gran variedad de elementos que influyen en el desempeño de la organización, se evalúan desde las alternativas de capacidad (niveles de inventario, tamaño de la fuerza de trabajo, tasas de producción, subcontratación) hasta las alternativas de demanda (influir, ordenes durante periodos de demanda alta, mezclar productos y servicios). Por otro lado existen distintos métodos para realizar el proceso de planeación agregada, que va desde los métodos gráficos, pasando por los clásicos enfoque matemáticos (programación lineal, reglas lineales de decisión, técnicas heurísticas), hasta los métodos estadísticos como el modelo de coeficientes administrativos.

Generalmente, la información que se requiere para alimentar un sistema de planeación agregada es la siguiente<sup>29</sup> dependiendo del tipo de organización y los medios que maneje:

- ✓ Pronostico de demanda.
- ✓ Costos de producción.
- ✓ Costos de mano de obra.
- ✓ Costo de subcontratar.
- ✓ Costo de cambiar la capacidad.
- ✓ Horas mano de obra/maquina requeridas por unidad.
- ✓ Costo de mantener inventario.
- ✓ Costo de faltantes.
- ✓ Limitaciones sobre horas extras.
- ✓ Limitaciones sobre contratar y despedir.
- ✓ Restricciones de proveedores.

Formular de manera adecuada el plan agregado de producción, permite tener ideas claras en cuanto a la producción que la empresa puede llegar a

---

<sup>29</sup> CHOPRA, Sunil. Administración de la cadena de suministro. 5 Edición. México. Pearson educación. 2008. 220, 221 p.

manejar, durante sus ciclos de proceso como lo son el tiempo normal, el extra y hasta el tiempo subcontratado; por otro lado permite establecer las cantidades de inventario que debo mantener para incurrir en el menor costo posible, ya sea de faltantes o de sobrantes.

Según sea el caso de la empresa, el plan agregado puede tener varios enfoques que le permitan obtener mejores resultados, como es el caso de la estrategia de persecución, la estrategia de nivelación o la estrategia de flexibilidad; Estas realizan un análisis en conjunto de la demanda del mercado y los recursos de la empresa, con la finalidad de optimizar los costos y maximizar las utilidades.

Por otro lado, existen algunas metodologías que pueden servir como guía o parámetro, para el desarrollo de un plan agregado. Los métodos existentes se pueden agrupar en tres ramas principales<sup>30</sup>: Los métodos de comparación de alternativas, los métodos de reglas de decisión y los métodos de programación matemática.

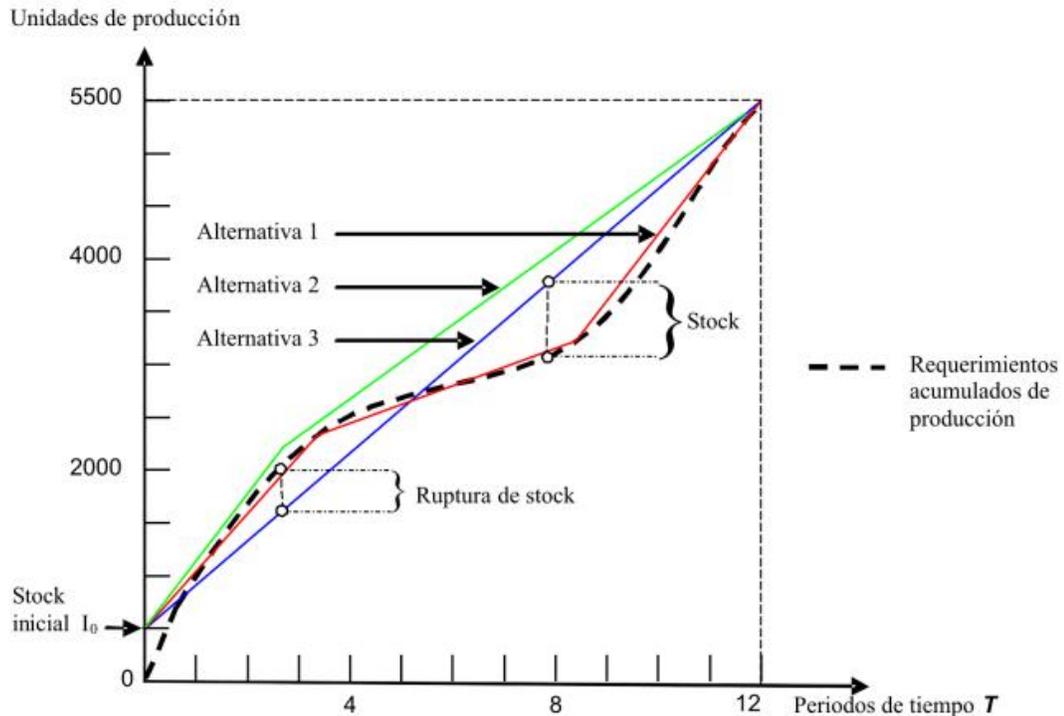
La comparación de alternativas tiene como enfoque, generar varias opciones alternativas, para elegir una posteriormente en función de criterios como los costos o la capacidad de planta; este método es el más fácil de utilizar, debido a que la única labor que realiza es la comparación, razón por la cual, son ampliamente utilizados por los directivos, a fin de evaluar la estrategia, no para crearla.

En segunda instancia se encuentra el método gráfico que es muy sencillo de utilizar; por un lado toma los datos de pronósticos de ventas y los incluye en una gráfica en función del tiempo, de la misma manera, se grafica la producción o los niveles de stock con los que se planea contar, finalmente se añade a la gráfica las diferentes alternativas que se deseen tomar según las políticas de la empresa. La grafica 4 sirve como ejemplo para entender con mayor facilidad el método grafico de planeación agregada:

---

<sup>30</sup> DANTE, COROMINAS, LUSA. Estado del arte sobre planificación agregada de producción. Universidad politécnica de Catalunya. Instituto de organización y control de sistemas industriales. Febrero 2007. 11 p.

Gráfica 4. Alternativa gráfica para la planeación agregada.



Fuente: DANTE, COROMINAS, LUSA. Estado del arte sobre planificación agregada de producción. Universidad politécnica de Catalunya. Febrero 2007. 12 p. Extraído de: <https://upcommons.upc.edu/e-prints/bitstream/2117/747/2/IOC-DT-P-2007-04.pdf>.

Adicionalmente, se encuentran los métodos de programación basada en matemática, dentro de los cuales se puede mencionar los más básicos como lo es el uso de las hojas de cálculo, en donde por medio de programación, se estipulan las variables de entrada como los datos de demanda y las alternativas de planeación, las cuales son procesadas por el ordenador para traducirlas en Costos, a fin de facilitar la toma de decisiones. Particularmente hay otra serie de metodologías que incluyen reglas de decisión<sup>31</sup>:

- Regla de decisión lineal (LDR): El método se basa en el uso de una función cuadrática de costos asociados a la nómina regular, cambios en producción, horas extras, contratar y despedir entre otros factores, del cual se obtienen las reglas de decisión y pronósticos que

<sup>31</sup> DANTE, COROMINAS, LUSA. Estado del arte sobre planificación agregada de producción. Universidad politécnica de Catalunya. Instituto de organización y control de sistemas industriales. Febrero 2007. 11 p.

permitirán realizar el cálculo de las cantidades a producir, la cantidad de mano de obra con la que se debe operar.

- Modelo de los coeficientes de la dirección: Este método evalúa y determina cuales son las variables principales que afectan el proceso (independientes) y cuáles son las variables que se ven afectadas por el desempeño de las independientes (dependientes), después, con el uso de regresiones lineales o con la ayuda de un panel de expertos se le asigna un peso ponderado a cada variable y se elabora el modelo general de plan agregado.
- Método de la regla de decisión por búsqueda: Esta metodología se basa en la creación de modelos de costos según el tipo de operación que se desarrolle, muy similar a los modelos de costos por actividades, con la única diferencia de que se analizan los costos operacionales; con la ayuda de esta información se procede a realizar la toma de decisiones y se establecen mecanismos rutinarios de revisión del sistema, con la intención de trabajar siempre lo más cercano posible al menor costo.
- Modelo de transporte de Barman: este modelo propone como punto de partida los diferentes estrategias de producción que puede asumir la empresa para la planeación agregada basándose en los costos operativos y lo compara con la proyección de producción que se ha obtenido previamente con los métodos de pronósticos; posteriormente se elige la alternativa que menor costo le genere a la organización.

En resumen, un plan agregado esta alimentado, por aspectos generales de la empresa como lo son<sup>32</sup> las materias primas disponibles, la fuerza de trabajo, el inventario disponible, la capacidad de planta y los pronósticos de ventas, que unidos a uno de los métodos de planificación agregada mencionados anteriormente, generan resultados positivos para la organización.

---

<sup>32</sup> CABA VILLALOBOS, Naim Jesus. Gestion de la producción y operaciones. 1 Edición. Bogotá. Mc Graw Hill. 2011. 130 p.

#### 1.9.4. Plan maestro de producción.

Es una derivación de la planeación agregada que busca determinar qué es lo que se debe hacer, es decir cuántas unidades debo producir de cada referencia en particular y cuando se debe hacer, optando por el mejor momento para iniciar la ejecución de alguna actividad a fin de optimizar el periodo de tiempo para el cual se estipula la planeación<sup>33</sup>. Este sistema se alimenta de información brindada por el plan de requerimiento de materiales, el plan de los requerimientos de capacidad y determina la viabilidad de estos, en resumen “desagrega” el plan agregado de producción, y lo pone en términos medibles, es decir en unidades de referencias o de productos específicos.

El plan maestro de producción facilita realizar funciones esenciales de un sistema de planeación, programación y control como<sup>34</sup> valorar las alternativas de programación, generar el plan de requerimiento de materiales, los requerimientos de capacidad entre otros.

La metodología que usualmente se utiliza para estructurar un plan maestro de producción está dada por dos pasos fundamentales<sup>35</sup> como lo son calcular el inventario proyectado a la mano y determinar fechas de entrega junto con la magnitud de las cantidades de producción de productos específicos. El primer paso consiste en tomar el inventario final del periodo anterior y unirlo con el inventario que se proyecta producir con el plan maestro de producción, para posteriormente compararlo con el dato de demanda y determinar si hacen falta unidades o si sobran para el siguiente periodo. El segundo paso tiene como objetivo que no se presenten faltantes dentro del sistema de inventarios, cuando se detecta que el nivel de inventarios está bajando, se hará necesario programar producción para mantener el nivel.

Por otra parte, el plan maestro de producción suministra información importante al departamento de ventas, para que este pueda establecer fechas de entrega con los clientes. El inventario con el cual el departamento

---

<sup>33</sup> ROMERO HERNÁNDEZ, Omar. Introducción a la ingeniería. 1 Edición. México. Cenage Learning. 2006. 151 p.

<sup>34</sup> CABA VILLALOBOS, Naim Jesus. Gestion de la producción y operaciones. 1 Edición. Bogotá. Mc Graw Hill. 2011. 159 p.

<sup>35</sup> Krajewski. Administración de operaciones. 1 Edición. México. Pearson Educación. 2008. 720 p.

de ventas cuenta, para disponibilidad inmediata, se conoce como inventario promesa<sup>36</sup>.

Por lo general, el plan maestro se termina descomponiendo en dos áreas fundamentales en las cuales se apoya: el plan de requerimientos de capacidad detallado y el plan de requerimiento de materiales.

Para el desarrollo de un plan maestro de producción, se pueden utilizar varias formas dentro de las cuales se encuentran las siguientes:

1. Método gráfico.
2. Método reiterativo.
3. Análisis de sensibilidad.
4. Los histogramas.
5. Método Tabular.
6. Modelo de Barman.

#### 1.9.5. Sistema MRP.

El concepto de MRP, es bien sencillo, se trata de saber qué se debe fabricar o suministrar, en qué cantidad y en qué momento para cumplir con los compromisos adquiridos con el cliente, ya sea interno o externo.

De lo anterior se puede deducir que las demandas de artículos de producción pueden tener dos orígenes diferentes<sup>37</sup>: por una parte la demanda independiente, generada por las órdenes establecidas por los clientes; por otro lado, en la elaboración de ciertos productos se generan nuevos requerimientos de suministros, derivados del programa maestro de producción. Los componentes básicos de un plan de requerimiento de materiales son los siguientes<sup>38</sup>: un programa maestro de producción, una lista de materiales, los registros de las compras e inventario y los tiempos de entrega para cada artículo.

Generalmente, los sistemas PPM entregan un dato de cuantas unidades hay que producir de producto final, pero no toman en cuenta los requerimientos iniciales de materia prima que se requieren para este por lo cual, el plan de

---

<sup>36</sup> Krajewski. Administración de operaciones. 1 Edición. México. Pearson Educación. 2008. 720 p.

<sup>37</sup> CHASE, JACOBS, AQUILANO. Administración de la producción. 10 Edición. Bogotá. Mc Graw Hill. 2004. 657 p.

<sup>38</sup> HEIZER, RENDER. Administración de operaciones. 2 Edición. México. Pearson. 2009. 522 p.

requerimiento de materiales, desmenuza los datos de producto terminado que entrega el PPM, en requerimientos de sub-ensambles, componentes y materiales<sup>39</sup>; adicionalmente el MRP, tiene en cuenta dentro de sus cálculos, los inventarios existentes, ya sean de producto terminado o de materias primas.

En general el sistema MRP será el encargado de suministrar los requerimientos de la demanda dependiente, en consecuencia, cada vez que se registre un cambio en el plan agregado o en el plan maestro, el MRP será el encargado de actualizar esta información.

Los datos de entrada para este sistema, son el BUM ( Bill of materials o lista de materiales que se encarga de decir la cantidad exacta que se requiere de cualquier insumo o componente (requerimientos brutos) específico que este dentro del producto final, los datos suministrados por el plan maestro y el registro de inventario inicial que posee la compañía.

Adicionalmente el MRP debe tener en cuenta información importante para su correcto desempeño<sup>40</sup> como lo es el caso de los movimientos de inventarios, los archivos de registros de inventarios, los cambios en el diseño de los productos, la lista de materiales (generalmente se utiliza el árbol de estructura de producto y los arboles de jerarquía) y el parámetro general brindado por el plan maestro que indica las cantidades a producir y el tiempo en el cual hay que entregarlas; dicha información es procesada para que este sistema arroje un programa de los pedidos planeados para control de inventarios y de producción.

Se puede decir, que las componentes básicas de un MRP, a Través de los cuales se alimenta y se desarrolla son las siguientes:

- A. Plan maestro de producción.
- B. La lista de materiales.
- C. Registros de inventarios.
- D. Puntos de re orden.

---

<sup>39</sup> CABA VILLALOBOS, Naim Jesus. Gestion de la producción y operaciones. 1 Edición. Bogotá. Mc Graw Hill. 2011. 168 p.

<sup>40</sup> CHASE, JACOBS, AQUILANO. Administración de la producción. 10 Edición. Bogotá. Mc Graw Hill. 2004. 657 p.

Como el MRP es un sistema asociado a los inventarios, es inevitable asociarlo con los sistemas de punto de re orden; Una filosofía de reposición indica que el material se debe reponer cuando llega a un nivel bajo, Un sistema MRP no hace esto. Se ordena más material únicamente cuando existe una necesidad acorde al plan maestro. Si no tiene requerimientos de manufactura por una parte en particular, no se da respuesta, aun cuando el nivel de inventario sea bajo.

#### 1.9.6. Capacidad de planta.

Después de planear y determinar cómo se proyecta la demanda en el futuro, es necesario establecer la capacidad de la planta, que no es más que el número de unidades que puede tener, recibir, almacenar o producir la empresa durante cierto lapso. Planear la capacidad también se proyecta en tres horizontes de tiempo que se muestran en el cuadro 4, dependiendo del tipo de capacidad que se quiera trabajar<sup>41</sup>:

Cuadro 4. Tipos de planeación de capacidad según horizonte de tiempo.

	MODIFICAR CAPACIDAD	UTILIZAR CAPACIDAD
PLANEACIÓN DE CAPACIDAD A LARGO PLAZO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agregar instalaciones</li> <li>• Agregar equipo con tiempo de entrega a largo plazo</li> </ul>	
PLANEACIÓN DE CAPACIDAD A MEDIANO PLAZO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Subcontratar</li> <li>• Agregar equipo</li> <li>• Agregar turnos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agregar personal</li> <li>• Almacenar o utilizar el inventario</li> </ul>
PLANEACIÓN DE LA CAPACIDAD A CORTO PLAZO		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Programar trabajos</li> <li>• Programar personal</li> <li>• Asignar maquinaria</li> </ul>

Fuente: RENDER, HEIZER. Principios de administración de operaciones. Cap. 7 Planeación de la capacidad. 2009. 276 p.

Para hablar de capacidad es necesario entender ciertos términos básicos de este tema<sup>42</sup>:

- *Capacidad de diseño, teórica o eficiente*: Producción teórica máxima de un sistema en un periodo dado bajo condiciones ideales.

<sup>41</sup> HEIZER, RENDER. Administración de operaciones. 2 Edición. México. Pearson. 2009. 276 p.

<sup>42</sup> FERNÁNDEZ, Esteban. Estrategia de producción. 1 Edición. Madrid. Mc Graw Hill. 2003. 210, 211,212 p.

- *Capacidad efectiva*: Capacidad que espera lograr una compañía o la producción más razonable que puede alcanzar dados su mezcla de productos, sus métodos de programación, su mantenimiento y sus estándares de calidad.
- *Capacidad real*: Es la cantidad real de producto obtenida por periodo de tiempo.
- *Capacidad pico*: Representa la capacidad máxima considerando la aplicación de recursos adicionales.
- *Utilización*: Producción real como porcentaje de la capacidad de diseño.
- *Eficiencia*: Producción real como porcentaje de la capacidad efectiva.

De lo anterior se desprenden algunas fórmulas que se usan para su cálculo. Particularmente se plantea la forma de calcular la utilización de la planta y la eficiencia de ese sistema:

Utilización= Producción real/ Capacidad de diseño.

Eficiencia= producción real/ Capacidad efectiva.

Por otro lado, existen estrategias flexibles para el manejo de la capacidad de planta, dependiendo del comportamiento de la demanda en el mercado o de las limitaciones inmediatas de la empresa<sup>43</sup>:

- A. Estrategia proactiva: consiste en mantener la capacidad de producción por encima de la demanda, esta estrategia se emplea cuando es más alto el costo de faltantes en la producción, que el costo de mantener la capacidad; usualmente aplica para productos cuyo margen de utilidad es muy alto.
- B. Estrategia reactiva: Consiste en mantener una reserva de capacidad mínima o a veces hasta por debajo de la demanda, este tipo de estrategia arroja beneficios a la empresa cuando para esta, es más costoso mantener capacidad de planta adicional, al costo que podrían representar los faltantes. El defecto de esta metodología, es incurrir en el riesgo de perder participación en el mercado al no cumplir con la demanda del cliente.

---

<sup>43</sup> FERNÁNDEZ, Esteban. Estrategia de producción. 1 Edición. Madrid. Mc Graw Hill. 2003. 224, 225 p.

- C. Estrategia de valor esperado: Consiste en tener la capacidad lo más cerca posible a la demanda esperada y no se posee reserva de capacidad.

Estas estrategias dependen de que costo es más elevado para la empresa, si manteniendo inventarios y exceso de capacidad, o trabajando por debajo del nivel de inventarios y de capacidad de la planta.

Por otro lado, existe una metodología muy interesante que permite determinar el número de máquinas que se llegarán a requerir dentro del algún proceso en particular<sup>44</sup> :

$$M = \frac{D_p}{N \left[ 1 - \frac{C}{100} \right]}$$

Dónde:

D= pronóstico del número de unidades por año.

P=tiempo de procesamiento.

N= número total de horas por año.

C= Colchón de capacidad deseado.

Por otro lado, Krajewski sugiere dos herramientas clave para la planificación de la capacidad de planta con el fin de obtener resultados que se adapten a las necesidades de producción de la empresa; una de estas herramientas, son los modelos de filas de espera, los cuales se pueden trabajar para un centro de trabajo en particular o para todo el sistema en general, lo que ofrece una visión detallada del flujo del proceso a través del sistema, permitiendo una toma de decisiones enfocada a el mejoramiento de las líneas de producción. Otra herramienta que se puede usar y que tiene el mismo enfoque de las filas de espera, son los arboles de decisión; este último ofrece la posibilidad de evaluar diversas alternativas a la misma vez, incluyendo factores como los costos y la demanda.

---

<sup>44</sup> Krajewski. Administración de operaciones. 1 Edición. México. Pearson Educación. 2008. 311 p.

Adicionalmente, se encuentran los métodos de la lista de capacidad, el método de todos los factores y los métodos heurísticos que son igualmente válidos.<sup>45</sup>

Método de todos los factores:

$$H_t = \sum_{p=1}^n q_{p,t} h_p$$

$$I_{w,t} = h_t r_w$$

Método de lista de capacidad:

$$I_{w,t} = \sum_{p=1}^n q_{p,t} h_{p,w}$$

Dónde:

H: Número total de horas de producción requeridas para la semana t.

q: Número de unidades del producto p que deben producirse durante la semana t.

h: horas totales de producción requeridas para el producto p.

n: Numero de productos que deben elaborarse.

I: Carga de trabajo esperada en el centro w durante la semana t.

r: Porcentaje de horas totales de producción asignadas al centro de trabajo w durante el periodo previo.

#### 1.9.7. Secuenciación y balanceo de líneas.

Cuando una serie de piezas, debe fabricarse con una serie de máquinas, la secuenciación podría tomarse como la herramienta más adecuada para mejorar el índice de eficiencia, por medio de una secuencia de operaciones en cada máquina, conociendo previamente el tiempo que tarda en ejecutarse cada operación.

Dentro de las ventajas de la secuenciación, se encuentra la nivelación de carga laboral para los trabajadores, pues se reparte de forma equitativa las

---

<sup>45</sup> COLLIER, David. Administración de operaciones. 1 Edición. México. Cengage Learning. 2009. 460 p.

operaciones en cada centro de trabajo, además identifica el cuello de botella de la operación, con el fin de determinar que puntos requieren mayor atención en la planeación de la producción; por otra parte permite obtener datos importantes como el número de estaciones de trabajo que se necesitan durante el proceso y hasta la cantidad de personal que se requiere para su ejecución, lo que inevitablemente involucra la reducción de costos dentro de la empresa.

La secuenciación de tareas en centros de trabajo sirven para controlar la capacidad y destacar el exceso o falta de trabajo en algún proceso en particular; la secuenciación específica el orden en que deben realizarse dichas actividades en los centros de y trabajo, normalmente se utilizan reglas de prioridad que proporcionan un parámetro a seguir<sup>46</sup>:

- Primeras en entrar, primeras en salir.
- Tiempo de procesamiento más corto.
- Fecha de entrega más próxima.
- Tiempo de procesamiento largo.
- Razón crítica o ruta crítica.
- Regla de Johnson.

Por otro lado, vale la pena mencionar los tipos de secuenciación que existen como es el caso de la secuenciación simple (“n” trabajos en una maquina), múltiple (“n” trabajos en dos o más maquinas), el Flow Shop (un solo producto con “n” procesos en “m” maquinas) y Job Shop (fabricación por lotes de una gran variedad de productos)<sup>47</sup>.

Otros conceptos a resaltar dentro de las actividades de secuenciación y balanceo de líneas, son los de centros de trabajo, capacidad infinita y capacidad finita<sup>48</sup>:

- Centro de trabajo: es un área donde se agrupan los recursos productivos de la empresa a fin de realizar un montaje, ensamblar o

---

<sup>46</sup> CHASE, JACOBS, AQUILANO. Administración de la producción. 10 Edición. Bogotá. Mc Graw Hill. 2004. 694 p.

<sup>47</sup> OSORIO, Juan Carlos. Planificación jerárquica de la producción en un Job Shop flexible. Artículo. Universidad de Antioquia. Facultad de Ingeniería. Junio 2008. 158-171 p.

<sup>48</sup> CABA VILLALOBOS, Naim Jesus. Gestion de la producción y operaciones. 1 Edición. Bogotá. Mc Graw Hill. 2011. 197-205 p.

fabricar un producto; puede estar compuesto por una sola máquina, varias máquinas, o agrupado por actividades del mismo tipo.

- Carga infinita: se habla de este término, cuando la asignación de producción ha sido realizada basándose en lo que se necesita según los requerimientos del día a día lo indiquen, sin contemplar ningún tipo de planeación, la capacidad o los recursos requeridos para desarrollar el trabajo.
- Carga finita: programa de forma detallada cada recurso que se necesite en la elaboración de un producto en específico; el sistema determina con exactitud, que hará cada recurso durante cada momento, durante el día de trabajo.

Es necesario hablar también, de la teoría de restricciones, la cual indica que<sup>49</sup> toda la atención debe centrarse en aquello que pueda impedir el progreso hacia la meta de maximizar la áreas de la empresa que generen limitaciones o cuellos de botella, en general, para la aplicación del TOC (teoría de restricciones) se utilizan los siguientes pasos:

1. Identificar los cuellos de botella.
2. Explotar los cuellos de botella.
3. Subordinar todo el proceso al paso 2.
4. Elevar al máximo el nivel productivo del cuello de botella.

En cuanto al tema de secuenciación, se sabe que hay problemas de tipo estático, de tipo dinámico y problemas semidinámicos. Para la solución de problemas estáticos se cuenta con las siguientes hipótesis generales:

1. Cada máquina está continuamente disponible.
2. No hay montajes ni particiones en lotes.
3. Cada operación puede hacerse en un solo tipo de máquina.
4. Solo hay una máquina de cada tipo en el taller.
5. Cuando una operación ha comenzado, debe terminarse antes de empezar la otra.
6. Cada máquina puede desarrollar una sola operación a la vez.
7. No hay problemas de disponibilidad de mano de obra o materiales.
8. No existen tiempos de preparación de máquinas.

---

<sup>49</sup> Krajewski. Administración de operaciones. 1 Edición. México. Pearson Educación. 2008. 774-775 p.

Estas hipótesis, se combinan con los criterios de secuenciación (tiempo más largo de duración, tiempo más corto de duración, fecha de entrega, etc.) con la finalidad de minimizar al máximo los tiempos de producción; Además Existe otra serie de metodologías de secuenciación, cuya finalidad es exactamente la misma; dentro de estas se encuentran:

- A. Algoritmo de Branch and Bound.
- B. Programación lineal entera.
- C. Programación dinámica.
- D. Programación dinámica acotada.
- E. Optimización local.
- F. Algoritmos genéticos.
- G. Colonia de hormigas.
- H. Punto de cruce.

En lo referente a balanceo de líneas, se conoce el método de Kilbrige y el método de posiciones ponderadas.

#### 1.10. MARCO CONCEPTUAL

La empresa tiene ciertos productos con nombres particulares que es necesario entrar a definir:

- 1). *Corbatín*: Para industrias Orfi, el corbatín es un buje metálico estabilizador, que se utiliza en camiones y maquinaria pesada con el fin de facilitar la rotación del eje, es decir, le brindan la protección para que gire libremente.
- 2). *Chopo*: Este artículo, es un soporte de goma que la empresa fabrica para que se cierre la conexión entre el motor y el bastidor del automóvil con el fin de disminuir vibraciones evitando el desgaste y la fricción.
- 3). *Neopreno*: Caucho sintético que se utiliza para generar aleaciones más resistentes, duraderas y adaptables a los requerimientos del cliente.
- 4). *Especiales*: Para Industrias Orfi, Especiales es el nombre técnico con el que referencia, una de sus líneas de producción, la cual se dedica a la manufacturación de repuestos con base en caucho metal, para vehículos

pesados utilizados en la extracción de minerales, como lo es el caso de volquetas Caterpillar, Volvo, Terex, Dumper, entre otras marcas.

5). *Coquilla*: La coquilla es una de las partes que forman las diferentes referencias de Rotulas, el nombre debe a que al pasar por el proceso de troquelado, toma esta forma.

6). *Rotula*: La rotula es un producto que fabrica la empresa, el cual es conocido también como terminal de dirección, debido a que son las que conectan el sistema de dirección de un vehículo, a las llantas delanteras y empujan a estas, de un lado hacia el otro según lo necesite el conductor del automóvil.

7). *Refilado*: Proceso que se realiza con la finalidad de retirar la rebaba que queda, después de vulcanizar los productos.

8). *Vulcanizado*: Proceso de transferencia o inyección térmica, a través del cual se transforma el caucho de su estado natural, a el contorno deseado con la ayuda de moldes fabricados en Acero o hierros especiales para procesos de termo fusión.

9). *Erosionado*: Proceso que se realiza en una maquina llamada Erosionadora, que consiste en realizar cortes o desbastes en piezas metálicas, por medio de un arco eléctrico que es transmitido por un electrodo generalmente hecho de cobre, o un hilo de tungsteno.

10). *Muñeco*: Nombre coloquial que se le asigna a las rotulas o terminales de dirección.

## 2. DIAGNÓSTICO

### 2.1. DIAGNÓSTICO DE PRODUCCIÓN

En el momento, la empresa maneja a grandes rasgos dos áreas de producción que a su vez se diversifican en una amplia gama de productos, estas líneas son las de autopartes y especiales.

La clasificación del área autopartes se muestra en el cuadro 5:

Cuadro 5. Clasificación actual área de autopartes.

<b>AUTOPARTES</b>	<b>LÍNEA</b>	<b>CANTIDAD DE REFERENCIAS</b>
	Rótulas o terminales de dirección	51 referencias
	Soportes y suspensión	28 referencias

Fuente: El autor 2014

Teniendo en cuenta que la línea de especiales está en pleno desarrollo se constituye por lo siguiente información agrupada en el cuadro 6:

Cuadro 6. Clasificación actual área especiales.

<b>ESPECIALES</b>	<b>LÍNEA</b>	<b>CANTIDAD DE REFERENCIAS</b>
	Volvo	6 referencias
	Caterpillar	18 referencias
	Otros	33 referencias

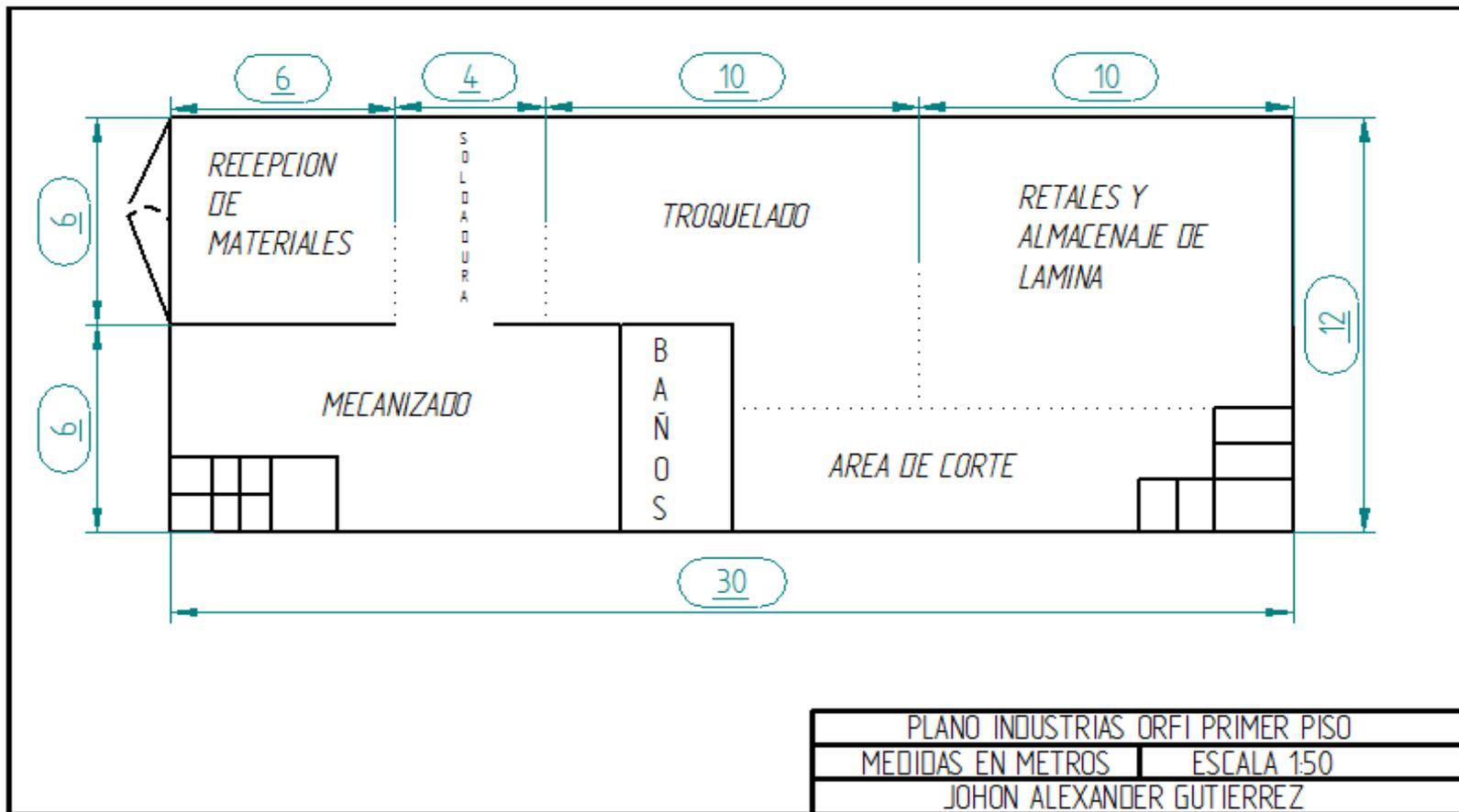
Fuente: El autor 2014

De la anterior información, se puede observar, la variedad de productos o referencias que se fabrican dentro de la empresa, lo que amerita un estudio en sus líneas de producción, con la finalidad de desarrollar, un sistema que las involucre a todas y que permita obtener mejor eficiencia en la producción y mayores beneficios económicos.

### 2.1.1. Distribución de planta Industrias Orfi SAS.

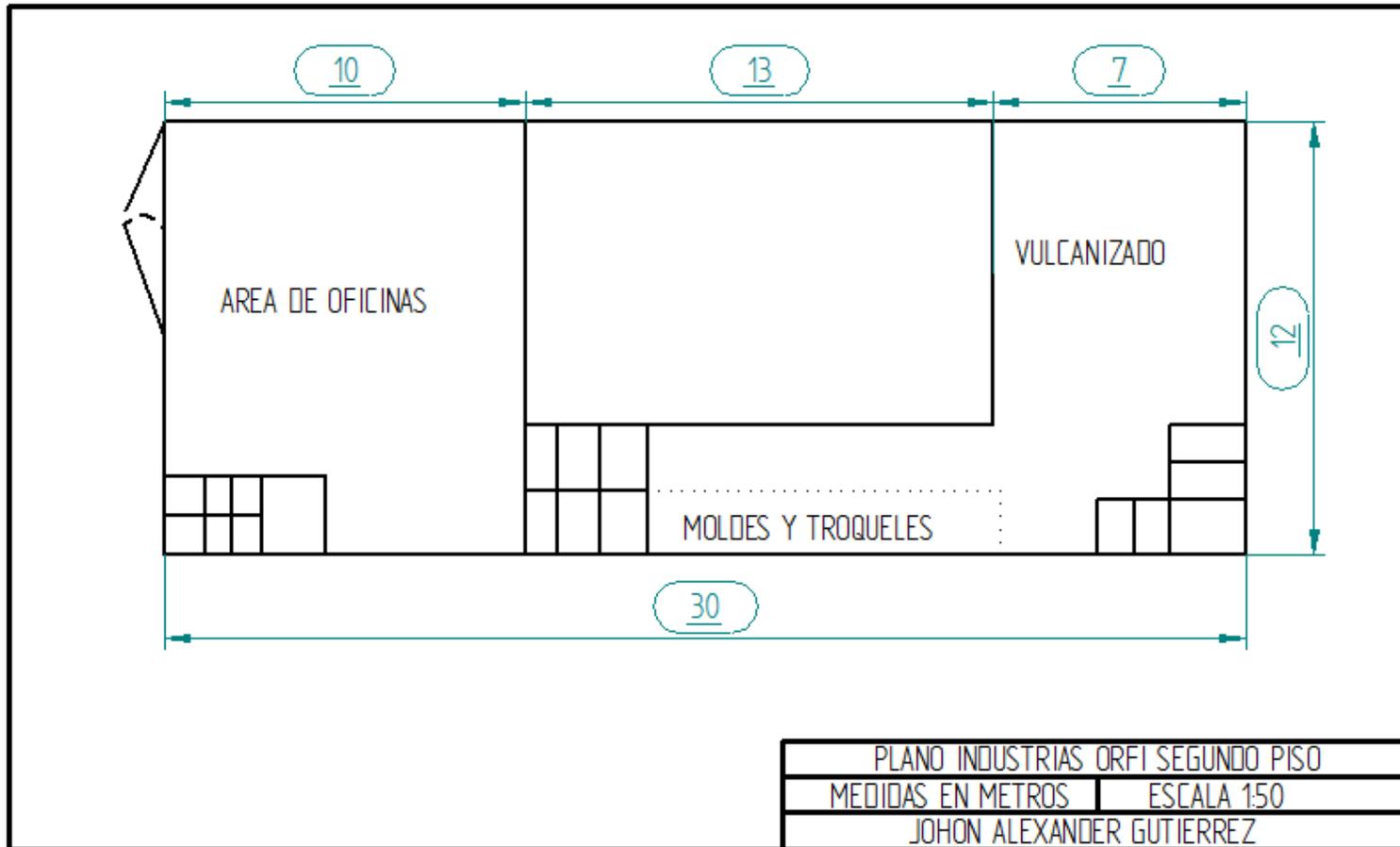
La empresa cuenta con tres pisos, entre los cuales se encuentra repartida la maquinaria y los equipos con los que cuentan; en los siguientes planos, ilustrados en las gráficas 5, 6 y 7, se aprecia la manera en que están ubicadas las secciones de procesos que funcionan dentro de la empresa ( las medidas de los planos están dadas en metros); se puede ver que se han determinado ciertas áreas específicas como las de troquelado, la de vulcanizado (prensas hidráulicas) o la de almacenaje, pero áreas como las de mecanizado o la de corte, se encuentran distribuidas de forma arbitraria debido a que nunca se ha realizado un análisis de distribución de planta porque sencillamente, los directivos de la empresa consideran que el esquema actual es el más adecuado, aunque no se haya hecho ningún estudio para ratificarlo.

Gráfica 5. Distribución de planta actual Industrias Orfi, Primer piso.



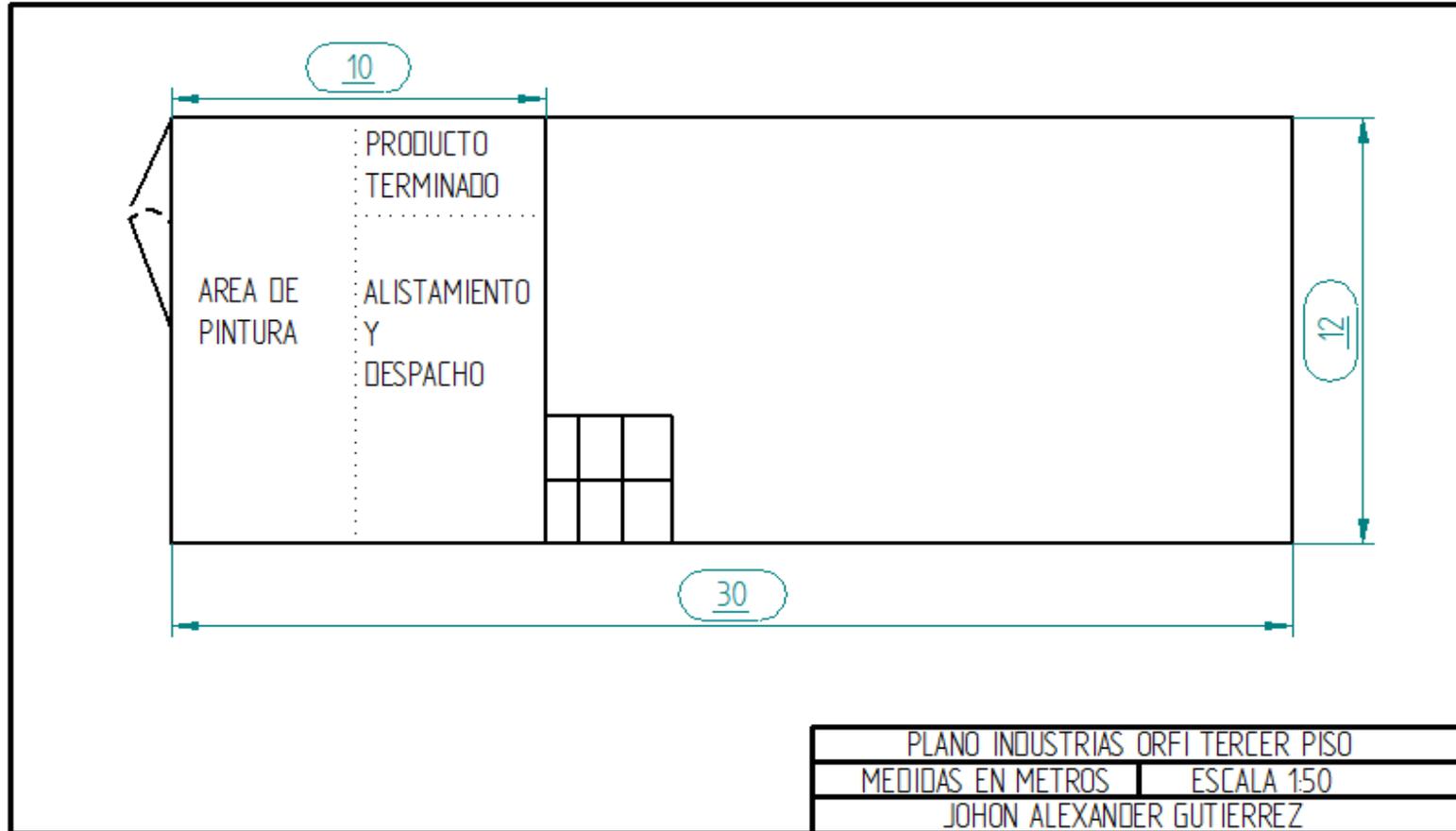
Fuente: El autor 2014

Gráfica 6. Distribución de planta actual Industrias Orfi, segundo piso.



Fuente: El autor 2014

Gráfica 7. Distribución de planta actual Industrias Orfi, tercer piso.



Fuente: El autor 2014

Se puede observar, que áreas como la de vulcanizado, se encuentran a una distancia considerable, de las áreas que se complementan con esta, que son casi todas ya que la base de los productos de la empresa llevan caucho, el cual se trabaja desde ésta área, adicionalmente, este proceso, se realiza en el segundo nivel (mezanine), lo que implica realizar un esfuerzo adicional para llevar las piezas del primer piso al segundo piso.

Por otra parte, el almacén de producto terminado se encuentra en el tercer piso, lo que implica desplazar todos los productos que se manufacturan hasta este nivel, implicando recorridos hasta de 70 metros; de igual manera, cuando se realiza algún despacho, este debe bajar por el segundo nivel y atravesar todo el primer piso hasta encontrar la puerta de salida, proceso que se dificulta cuando el despacho tiene dimensiones desproporcionadas para la capacidad de carga de un operario, en cuanto a volumen y peso.

#### 2.1.2. Maquinaria y equipos.

Como se aprecia en las gráficas 5, 6 y 7, la empresa cuenta con distintas áreas de trabajo, dentro de las cuales hay una amplia variedad de maquinaria que le permite desarrollar diversidad de productos según las necesidades del cliente o según el desarrollo de alguna referencia en particular lo requiera. Cada máquina cuenta con características particulares que se plasman en el cuadro 7.

Cuadro 7. Fichas técnicas de maquinaria y equipos.

MAQUINA-EQUIPO	CARACTERÍSTICAS GENERALES		CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	FUNCIONALIDAD
TORNO	PESO	835 KG	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Límite de velocidad: 52 y 3250 rpm</li> <li>• Variación de velocidad: continua, con graduaciones</li> <li>• Límite de avance longitudinal: 0.01 a 0.62mm/Rev.</li> <li>• Límite de avance transversal: 0.005 a 0.38mm/Rev.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Máximo pieza maquinable: 400mm X 975mm</li> <li>• Voltaje: 220</li> <li>• Frecuencia: 50hrz</li> <li>• Max consumo: 7A</li> <li>• Potencia de la maquina: 18 KW</li> </ul>
	ALTURA	1.30MT		
	ANCHO	1MT		
	LARGO	2.20MT		
	MODELO	SPRINGFIELD		

MAQUINA-EQUIPO	CARACTERÍSTICAS GENERALES		CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	FUNCIONALIDAD
FRESA	PESO	1500 KG	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Límite de velocidad: 33 y 4250 rpm</li> <li>• Variación velocidad: Con graduaciones</li> <li>• Límite de avance longitudinal: 0.01 a 0.43mm/Rev.</li> <li>• Límite de avance transversal: 0.008 a 0.99mm/Rev.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Máximo pieza maquinable: 370mm X 725mm</li> <li>• Voltaje: 220</li> <li>• Frecuencia: 60hrz</li> <li>• Max consumo: 7A</li> <li>• Potencia de la maquina: 15 KW</li> </ul>
	ALTURA	2.20MT		
	ANCHO	1.8MT		
	LARGO	2MT		
	MODELO	FOLLOW		
MAQUINA-EQUIPO	CARACTERÍSTICAS GENERALES		CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	FUNCIONALIDAD
CORTE DE HILO	PESO	1600 KG	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Límite de velocidad: 2500 rpm</li> <li>• Variación velocidad: Continua, sin graduaciones</li> <li>• Límite de avance longitudinal: 0.01 a 0.23mm/Rev.</li> <li>• Límite de avance transversal: 0.008 a 0.52mm/Rev.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Máximo pieza maquinable: 315mm X 315mm</li> <li>• Voltaje: 220</li> <li>• Frecuencia: 75hrz</li> <li>• Max consumo: 10A</li> <li>• Potencia de la maquina: 22 KW</li> </ul>
	ALTURA	1.5MT		
	ANCHO	1.5MT		
	LARGO	2.1MT		
	MODELO	ATLAS		
MAQUINA-EQUIPO	CARACTERÍSTICAS GENERALES		CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	FUNCIONALIDAD
CNC	PESO	2200 KG	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Límite de velocidad: 4250 rpm</li> <li>• Variación velocidad: continua, Con graduaciones</li> <li>• Límite de avance longitudinal: 0.01 a 0.66mm/Rev.</li> <li>• Límite de avance transversal: 0.1 a 0.99mm/Rev.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Máximo pieza maquinable: 700mm X 600mm</li> <li>• Voltaje: 220</li> <li>• Frecuencia: 65hrz</li> <li>• Max consumo: 7A</li> <li>• Potencia de la maquina: 18 KW</li> </ul>
	ALTURA	2.5MT		
	ANCHO	1.8MT		
	LARGO	1.9MT		
	MODELO	BRIGADIER		
MAQUINA-EQUIPO	CARACTERÍSTICAS GENERALES		CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	FUNCIONALIDAD
EROSIÓN DE PROFUND.	PESO	2000 KG	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Límite de velocidad: N/A</li> <li>• Variación velocidad: Con graduaciones</li> <li>• Límite de avance longitudinal: 0.01 a 0.1mm/Rev.</li> <li>• Límite de avance transversal: 0.008 a 0.12mm/Rev.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Máximo pieza maquinable: 430mm X 1200mm</li> <li>• Voltaje: 220</li> <li>• Frecuencia: 75hrz</li> <li>• Max consumo: 9A</li> <li>• Potencia de la maquina: 23 KW</li> </ul>
	ALTURA	2.10MT		
	ANCHO	1.8MT		
	LARGO	2MT		
	MODELO	ATLAS		

MAQUINA-EQUIPO	CARACTERÍSTICAS GENERALES		CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	FUNCIONALIDAD
TROQUEL	PESO	3000 KG	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Toneladas de presión: 60 TN</li> <li>• Variación velocidad: Sin graduaciones, Carrera variable</li> <li>• Espesor máximo de troquelado: Lamina calibre 8</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Máximo pieza maquinable: 200mm X 200mm</li> <li>• Voltaje: 220</li> <li>• Frecuencia: 65hrz</li> <li>• Max consumo: 7A</li> <li>• Potencia de la maquina: 17 KW</li> </ul>
	ALTURA	2.70MT		
	ANCHO	1.4MT		
	LARGO	1.8MT		
	MODELO	INDECO		
MAQUINA-EQUIPO	CARACTERÍSTICAS GENERALES		CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	FUNCIONALIDAD
SOLDADURA DE PUNTO	PESO	400 KG	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calibres aceptados: C8-C20</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Máximo pieza maquinable: 100mm</li> <li>• Voltaje: 220</li> <li>• Frecuencia: 75hrz</li> <li>• Max consumo: 10A</li> <li>• Potencia de la maquina: 3.5 KW</li> </ul>
	ALTURA	0.7MT		
	ANCHO	0.6MT		
	LARGO	0.8MT		
	MODELO	RAY		
MAQUINA-EQUIPO	CARACTERÍSTICAS GENERALES		CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	FUNCIONALIDAD
SOLDADURA DE ARCO ELÉCTRICO	PESO	250 KG	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soldaduras Aceptadas: Todas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Voltaje: 220</li> <li>• Frecuencia: 75hrz</li> <li>• Max consumo: 10A</li> <li>• Potencia de la maquina: 3.5 KW</li> </ul>
	ALTURA	0.6MT		
	ANCHO	0.6MT		
	LARGO	0.8MT		
	MODELO	WEST ARC		
MAQUINA-EQUIPO	CARACTERÍSTICAS GENERALES		CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	FUNCIONALIDAD
PRENSAS	PESO	450KG	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Máxima presión ejercida: 2500 Lbs</li> <li>• Variación de velocidad: sin graduaciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Voltaje: 220</li> <li>• Máximo pieza maquinable: 320mm X 320mm</li> <li>• Frecuencia: 75hrz</li> <li>• Max consumo: 10A</li> <li>• Potencia de la maquina: 23 KW</li> </ul>
	ALTURA	1.8MT		
	ANCHO	1MT		
	LARGO	1MT		
	MODELO	INDECO		

Fuente: INDUSTRIAS ORFI SAS CI, Área operativa, José Peña. 2013

Con la anterior información, se puede llegar a determinar, el área que ocupa cada máquina, con la intención de poder realizar una distribución de planta adecuada posteriormente; por otro lado, se puede apreciar, la variedad de maquinaria con que cuenta la empresa, las posibles áreas que se pueden llegar a estructurar dentro de la organización y por ende, la capacidad de planta que esta posee.

### 2.1.3. Diagramas de procesos, diagrama de recorridos y diagrama de flujo línea autopartes.

Por otro lado, dentro de los procesos que se desarrollan en las instalaciones, específicamente la línea de autopartes, se manejan dos familias de productos, las cuales son Rotulas y Soportaría-Suspensión; Cada una de estas tiene una manera diferente de desarrollar sus operaciones. Para tener una idea de cómo se desarrollan las operaciones y los recorridos que realizan estas dos familias de productos por las instalaciones, se presentan las tablas 2 y 3, y las gráficas 8 y 9, cada diagrama de proceso está compuesto por las actividades que se requieren para el desarrollo de dicha labor y se especifica el tipo de actividad que se ejecuta (operación, espera, transporte, inspección, almacenamiento) junto con la descripción de la actividad, el tiempo que esta tarda y la distancia que esta recorre si es que lo hace.

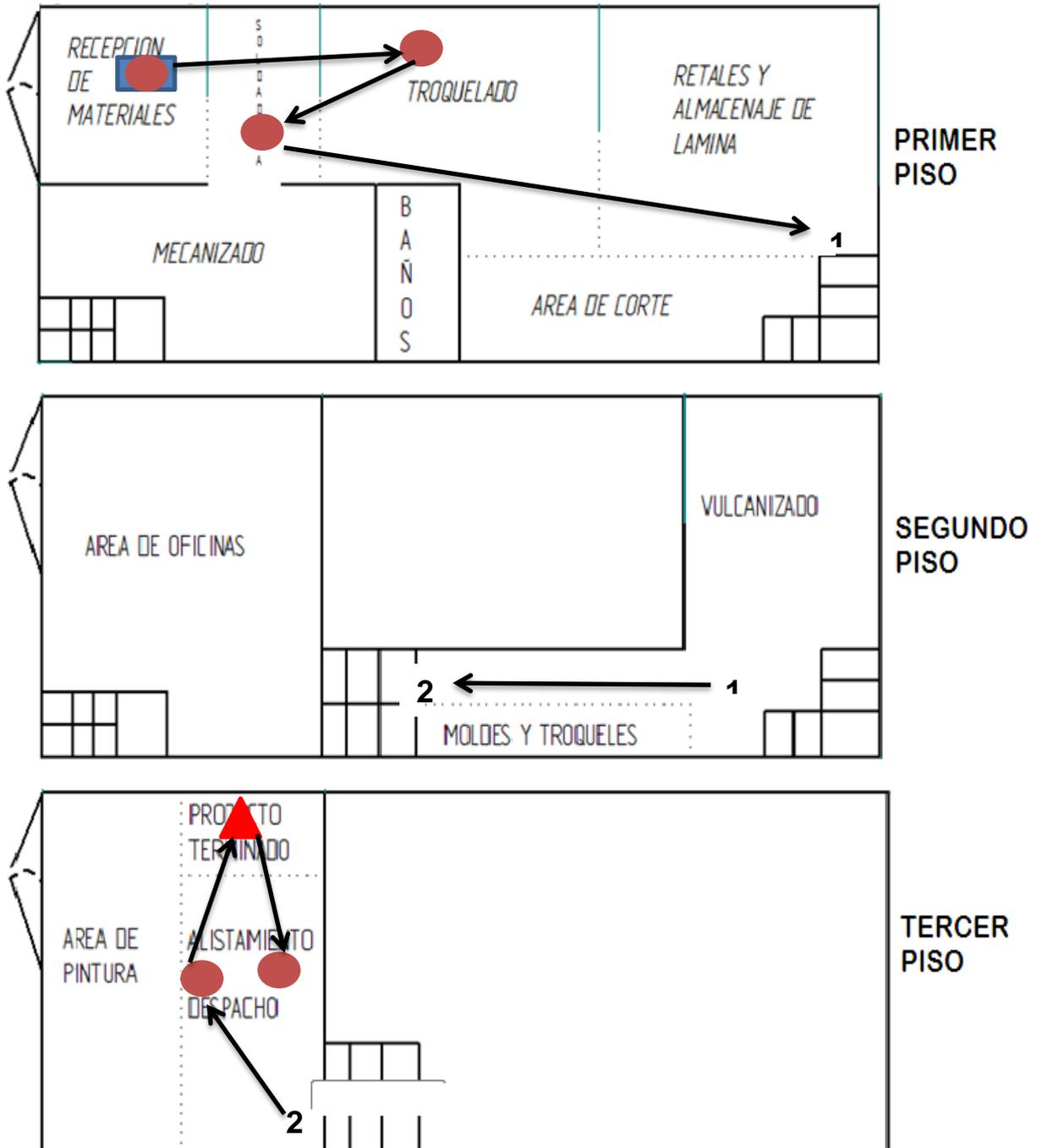
De igual manera funciona con los diagramas de recorrido, con la diferencia de que estos muestran el desplazamiento que se realiza por las instalaciones, para la ejecución de los procesos de producción.

Tabla 2. Diagrama de procesos línea autopartes-Rotulas.

DIAGRAMA DE PROCESOS LINEA AUTOPARTES- ROTULAS								
INDUSTRIAS ORFI SAS CI		ACTIVIDADES	PROCESO ACTUAL			TIEMPO (HR)	DISTANCIA(MTS)	
			OPERACIÓN	TRANSPORTE	INSPECCIÓN			
LINEA DE AUTOPARTES:		OPERACIÓN				42.2	92	
ROTULAS O TERMINALES DE DIRECCIÓN		TRANSPORTE				8.2	5025	
		INSPECCIÓN				0.5	2	
FECHA: 01 DE MARZO DE 2014		DEMORA				0	0	
		ALMACENAJE				720	5	
PROCESO ACTUAL								
ITEM	ACTIVIDAD					TIEMPO (HR)	DISTANCIA (mts)	OBSERVACIONES
	O	□	↻	D	Δ			
1	■	■				0.2	0	Recepción de materia prima
2	■					0.8	20	Distribución de material en planta
3	■					0.6	0	Montar troquel de varilla
4	■					0.6	0	Montar troquel de coquilla
5	■					8	1	Troquelar varilla
6	■					8	1	Troquelar coquillar
7		■				0.1	0	Verificar medidas de cortes Realizados
8			■			0.2	5000	Enviar material a Zincado
9	■					8	20	Soldar varilla y coquilla
10	■					8	25	Ensamblar con tuerca, tornillo y guardapolvo
11					■	720	5	Almacenamiento
12		■				0.2	2	Pruebas de Calidad
13	■		■			8	25	Despacho

Fuente: El autor 2014

Gráfica 8. Diagrama de recorrido actual línea Autopartes-Rotulas.



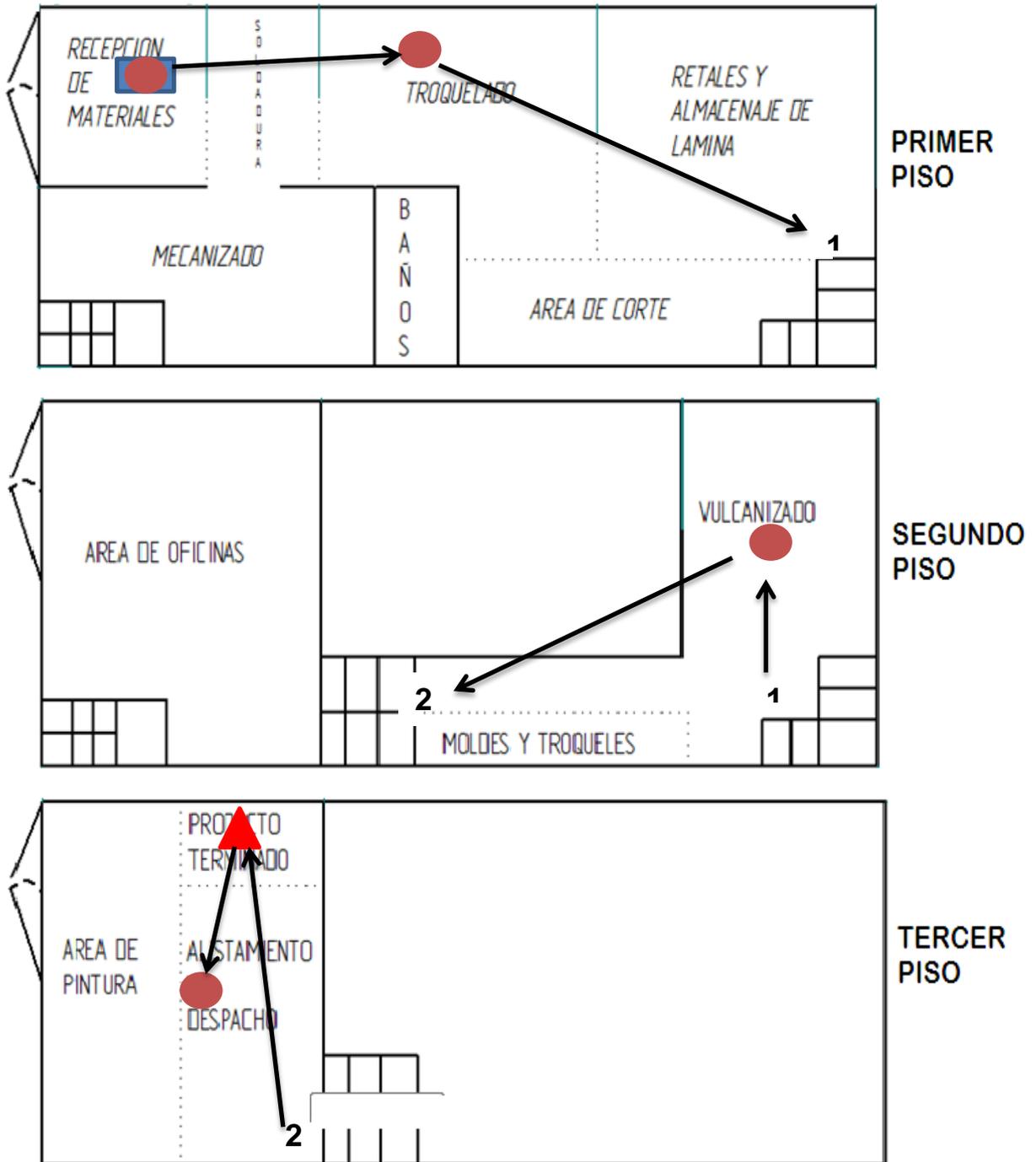
Fuente: El autor 2015

Tabla 3. Diagrama de procesos actual línea autopartes, Soportaría y suspensión.

DIAGRAMA DE PROCESOS LINEA AUTOPARTES-SOPORTERÍA Y SUSPENSION									
		ACTIVIDADES	PROCESO ACTUAL						
			TIEMPO (HR)	DISTANCIA(MTS)					
INDUSTRIAS ORFI SAS CI									
LINEA DE AUTOPARTES:		OPERACIÓN	30.6	72					
SOPORTERIA Y SUSPENSION		TRANSPORTE	8.2	5025					
		INSPECCIÓN	0.5	2					
FECHA: 01 DE MARZO DE 2014		DEMORA	0	0					
		ALMACENAJE	720	25					
PROCESO ACTUAL									
		ACTIVIDAD					TIEMPO (HR)	DISTANCIA (mts)	OBSERVACIONES
ITEM	○	□	→	D	△				
1	■	■				0.2	0	Recepción de materia prima	
2	■					0.8	20	Distribución de material en planta	
3	■					0.6	0	Montar troquel (Según la necesidad)	
4	■					8	0	Troquelar	
5		■				0.1	0	Verificar medidas de cortes Realizados	
6			■			0.2	5000	Enviar material a Zincado	
7	■					8	20	Proceso de ensamble o Vulcanizado	
8					■	720	25	Almacenamiento	
9	■					5	3	Refilado, siliconado y alistamiento de producto final	
10		■				0.2	2	Pruebas de Calidad	
11	■		■			8	25	Despacho	

Fuente: El autor 2014

Gráfica 9. Diagrama de recorrido actual línea autopartes, soportaría - suspensión.



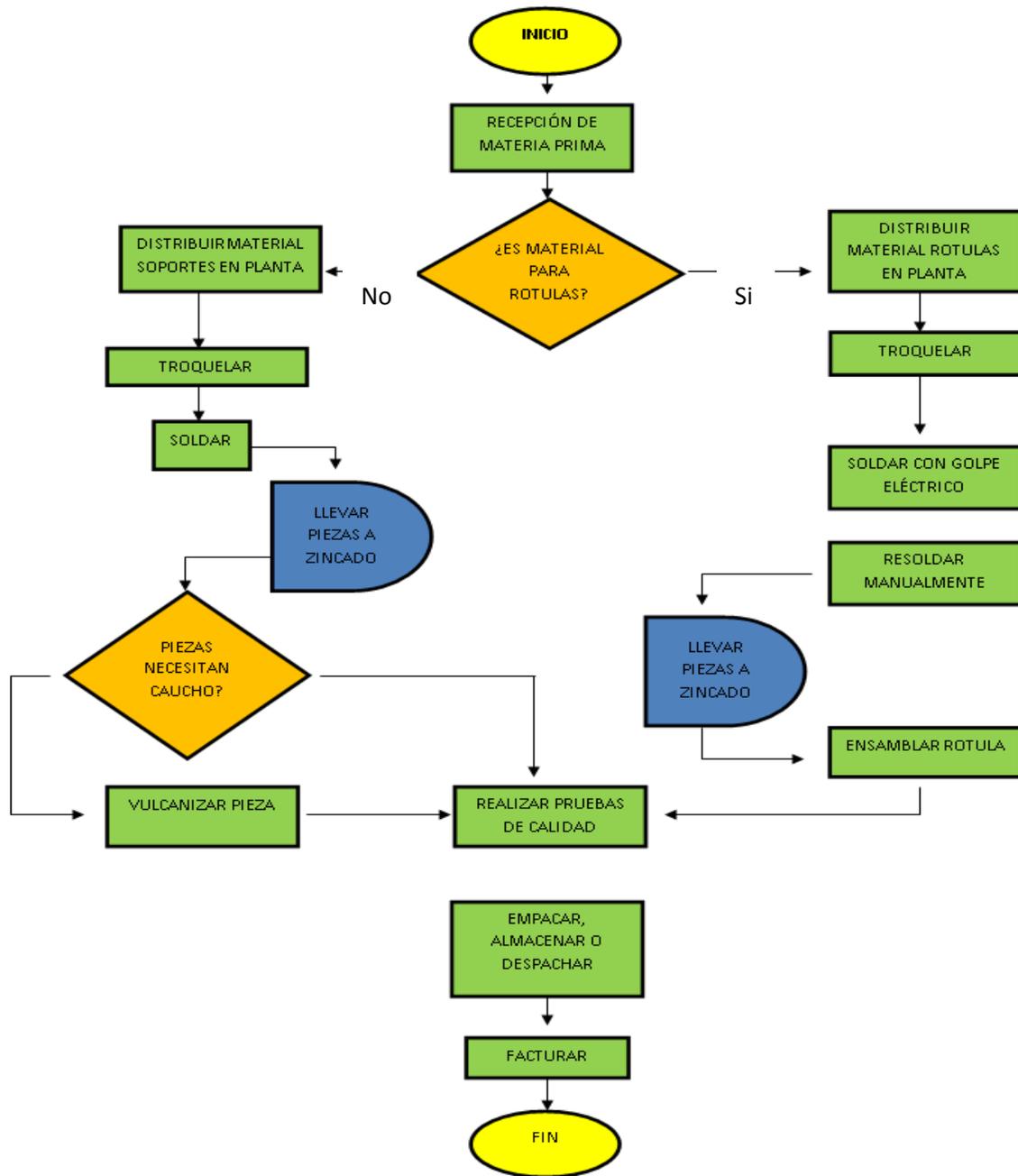
Fuente: El autor 2015

Se puede observar, que durante el desarrollo de los procesos de estas dos familias de productos, se realizan pocos controles y no durante la operación, sino después de que ésta termina, momento en el cual se implementan procesos correctivos y no preventivos. Adicionalmente, se debe esperar demasiado tiempo en lo referente al pedido y recepción de materiales, debido a que no hay un programa establecido para la solicitud de estos, proceso que se realiza hasta el momento que se da la necesidad.

Además, los recorridos son extensos en relación con las pocas operaciones que se pueden apreciar, debido a que sea cual sea el producto que se esté fabricando (rotulas o soportaría-suspensión), hay que pasar por los tres pisos para completar todo el circuito de producción; adicionalmente el recorrido se hace en sentido ascendente, lo que implica esfuerzo y tiempo adicional para el flujo de la operación.

Como la línea de autopartes maneja en general dos familias de productos, se incluye la gráfica 10 que muestra los dos caminos que puede llegar a tomar el proceso de producción dentro de la organización, dependiendo de si se va a fabricar soportaría y suspensión, cuyo proceso de desarrollo conlleva las mismas actividades generales con variaciones particulares de diseño y producción como soldadura y vulcanizado, o las rotulas, las cuales presentan el mismo caso de la familia anterior (línea autopartes, soportaría - suspensión).

Gráfica 10. Diagrama de flujo actual línea autopartes.



Fuente: El autor 2014

2.1.4. Diagramas de procesos, diagramas de recorrido y diagramas de flujo líneas especiales.

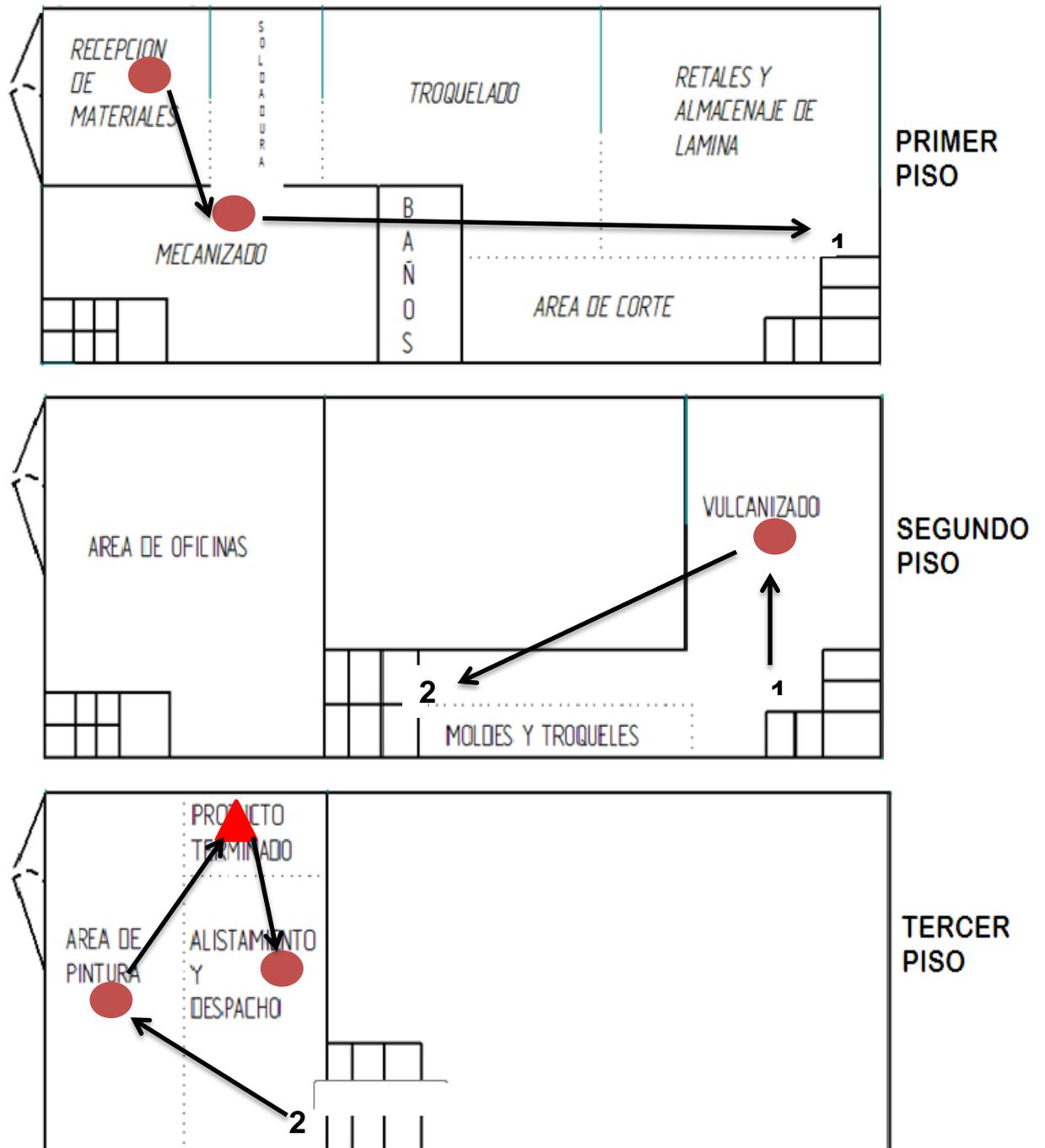
De igual forma, la línea de especiales maneja una serie de actividades muy parecidas a la línea de autopartes desde una óptica general, pero desde un enfoque minucioso, hay actividades diferentes que marcan el desarrollo de los procesos en esta línea, por lo cual también se muestran los diagramas de proceso ( tablas 4,5 y 6), de las tres familias de productos que se desarrollan en esta área (familia lamina, familia cilíndrica y familia solo caucho); al igual que en la línea de autopartes, también se presentan las gráficas 11 y 12, con los flujogramas de operaciones y recorridos:

Tabla 4. Diagrama de procesos actual línea especiales, productos lamina

DIAGRAMA DE PROCESOS LINEA ESPECIALES-PRODUCTOS LAMINA								
INDUSTRIAS ORFI SAS CI LINEA DE ESPECIALES: PRODUCTOS CON LAMINA		ACTIVIDADES	PROCESO ACTUAL					
			TIEMPO (HR)	DISTANCIA				
		OPERACIÓN	77	1055				
		TRANSPORTE	2	25				
		INSPECCIÓN	38.2	0				
FECHA: 01 DE MARZO DE 2014		DEMORA	0.1	0				
		ALMACENAJE	720	3				
PROCESO ACTUAL								
ITEM	ACTIVIDAD					TIEMPO (HR)	DISTANCIA(mts)	OBSERVACIONES
	○	□	⇨	D	Δ			
1	■					48	1000	Recepcion material
2		■				2	0	Inspeccion de calidad
3				■		0.1	0	Orden de produccion
4	■					8	15	Mecanizado
5	■					2	0	Montar molde de vulcanizado
6	■					8	5	Vulcanizar
7		■				0.2	0	Inspeccion de calidad
8	■					3	10	Pintura y acabado
9					■	720	3	Almacenamiento
10	■		■			2	25	Despacho y entrega

Fuente: El autor 2014

Gráfica 11. Diagrama de recorridos actual línea especiales, productos lamina y productos cilíndricos.



Fuente: El autor 2015

Tabla 5. Diagrama de procesos actual línea especiales, productos cilíndricos

DIAGRAMA DE PROCESOS LINEA ESPECIALES-PRODUCTOS CILINDRICOS								
INDUSTRIAS ORFI SAS CI		ACTIVIDADES	PROCESO ACTUAL			TIEMPO (HR)	DISTANCIA	
			TIEMPO (HR)	DISTANCIA				
LINEA DE ESPECIALES:		OPERACIÓN	79	1055				
PRODUCTOS CILINDRICOS		TRANSPORTE	10	9025				
		INSPECCIÓN	2.2	0				
FECHA: 01 DE MARZO DE 2014		DEMORA	72.1	0				
		ALMACENAJE	720	3				
PROCESO ACTUAL								
ITEM	ACTIVIDAD					TIEMPO (HR)	DISTANCIA(mts)	OBSERVACIONES
	○	□	⇨	D	△			
1	■		■			8	9000	Comprar tubería
2	■					48	1000	Recepcion material(ejes)
3		■				2	0	Inspeccion de calidad
4				■		0.1	0	Orden de produccion
5	■					8	15	Mecanizado
6	■					2	0	Montar molde de vulcanizado
7	■					8	5	Vulcanizar
8		■				0.2	0	Inspeccion de calidad
9	■					3	10	Pintura y acabado
10					■	720	3	Almacenamiento
11	■		■			2	25	Despacho y entrega

Fuente: El autor 2014

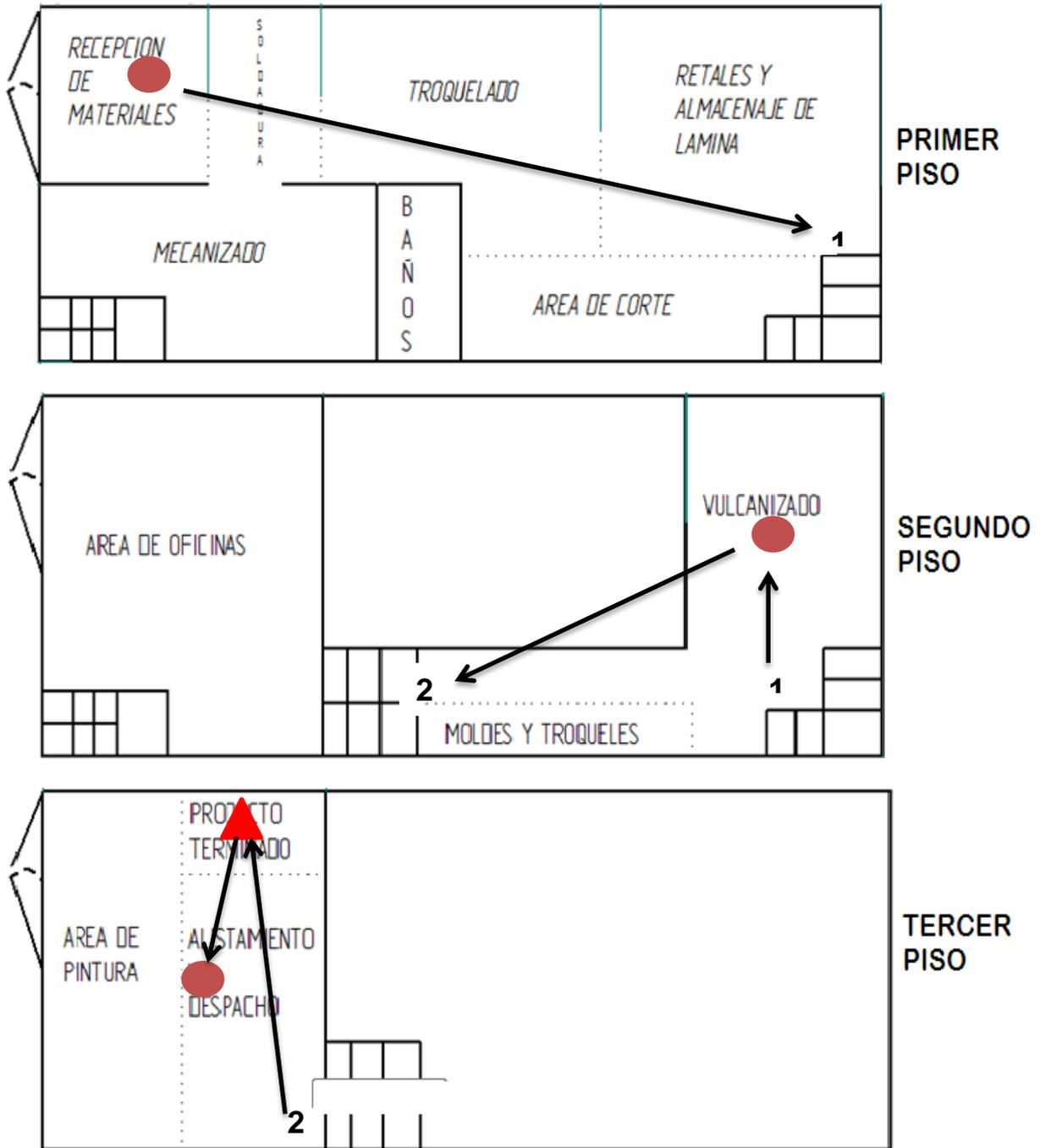
El diagrama de recorrido de la línea especiales- productos cilíndricos, es exactamente igual al de los productos lamina, pero se presenta un diagrama de procesos diferente debido a que para estos, hay una variación de importancia en el requerimiento de materiales, en donde no solamente se debe colocar una orden por lamina, sino que también se realiza por tubería según se necesite de acuerdo con la referencia a producir.

Tabla 6. Diagrama de procesos actual línea especiales, productos caucho

DIAGRAMA DE PROCESOS LINEA ESPECIALES-PRODUCTOS CAUCHO									
INDUSTRIAS ORFI SAS CI		ACTIVIDADES	PROCESO ACTUAL			TIEMPO (HR)	DISTANCIA		
			TIEMPO (HR)	DISTANCIA					
LINEA DE ESPECIALES:		OPERACIÓN	63	1040					
PRODUCTOS CAUCHO		TRANSPORTE	2	25					
		INSPECCIÓN	0.2	0					
FECHA: 01 DE MARZO DE 2014		DEMORA	0.1	0					
		ALMACENAJE	720	3					
PROCESO ACTUAL									
		ACTIVIDAD					TIEMPO (HR)	DISTANCIA(mts)	OBSERVACIONES
ITEM	○	□	↻	D	△				
1	■					48	1000	Recepcion material(caucho)	
2				■		0.1	0	Orden de produccion	
3	■					2	0	Montar molde de vulcanizado	
4	■					8	5	Vulcanizar	
5		■				0.2	0	Inspeccion de calidad	
6	■					3	10	Pintura y acabado	
7					■	720	3	Refilado	
8	■		■			2	25	Despacho y entrega	

Fuente: El autor 2014

Gráfica 12. Diagrama de recorridos actual línea especiales, solo caucho.

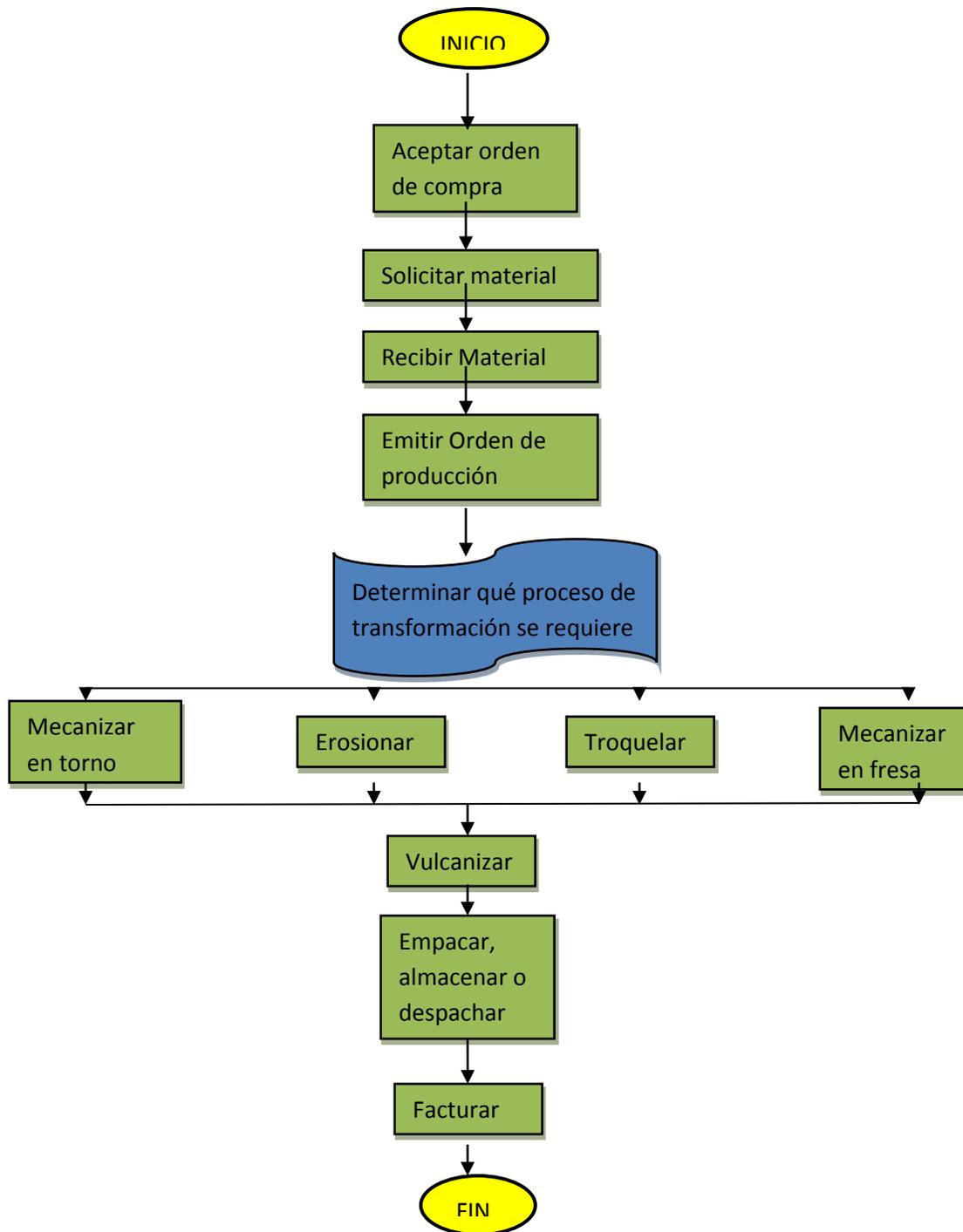


Fuente: El Autor 2015

Al igual que en las autopartes, los controles e inspecciones realizados en la parte de especiales, son escasos y se realizan después de finalizado el proceso de producción, lo que garantiza medidas correctivas más no preventivas, la diferencia fundamental con los procesos de la línea autopartes, es que los productos de la línea especiales, deben pasar por un proceso en el área de mecanizado y por un proceso de pintura.

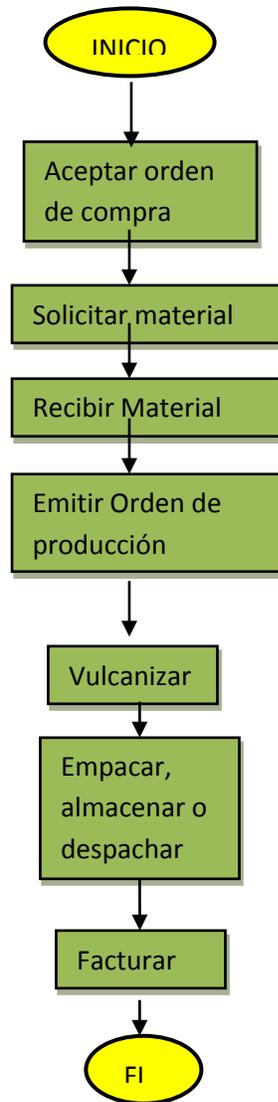
Las gráficas 13 y 14, que ilustran los diagramas de flujo permiten apreciar la manera en que fluyen los materiales de la línea especiales, que aunque posee tres familias de productos, los procesos generales son los mismos (recepción, mecanizado, vulcanizado, almacenaje), a excepción de la familia “solo caucho” la cual no pasa por el proceso de mecanizado y pasa directamente al de vulcanizado.

Gráfica 13. Diagrama de flujo actual línea especiales, lamina y cilíndricos.



Fuente: El autor 2014

Gráfica 14. Diagrama de flujo actual línea especiales, Caucho



Fuente: El autor 2014

Los anteriores graficas ( 13 y 14) muestran los diferentes procesos que se pueden desarrollar en la línea denominada “especiales”, la cual no es tan simple como la de autopartes que se dedica a procesos básicos como troquelar y vulcanizar, sino que además utiliza otros como el mecanizado en tornos o fresadoras y el proceso llamado erosionado entre otros.

#### 2.1.5. Análisis de productividad sobre el tiempo laboral.

Analizando la información de los diagramas y de las tablas presentadas en los numerales 2.1.3 y 2.1.4 de este mismo capítulo, se observa que cada una de estas líneas tiene una serie de actividades, que engranadas al proceso general de la empresa, permiten hacerse una idea de la complejidad de producción que se presenta en esta organización y de los tiempos que estas operaciones demandan. Con la finalidad de analizar, si las horas de trabajo y la capacidad laboral están siendo bien utilizadas, o por el contrario, subutilizadas, se elaboró una tabla con los tiempos estándar de producción de cada referencia por cada departamento ( anexo 8), que se requieren para manufacturar los productos de la empresa, dato que se comparó con las unidades vendidas del año 2013, que se pueden consultar en el anexo 3, a través de las cuales se obtuvo como resultado la información consignada en la tabla 7, en donde el objetivo fue, determinar cuál fue la capacidad necesaria en tiempo laboral (horas) , que demandó el modelo de producción actual de la empresa durante el año dos mil trece.

Tabla 7. Tiempo total demandado por producción año 2013

TIEMPO TOTAL DEMANDADO POR PRODUCCION			
PRODUCTO	VENTAS ANUALES 2013	TIEMPO DE PRODUCCION POR PRODUCTO (HR)	TIEMPO TOTAL DEMANDADO EN HORAS
ACOPLE DIRECCION RENAULT	213	0.17	35.5
AMORTIGUADOR BLOQUE MARTILLO GENERICO	2	0.30	0.6
ANILLO SERVO TEREX	12	3.00	36.0
APOYO MONTAJE APROPIADO PARA JUMBO ATLAS	12	3.00	36.0
ARANDELA SIN ZINCAR	100	0.07	7.0
BUJE ATLAS COPCO	30	1.00	30.0
BUJE CENTRALIZADOR JUMBO BOOMER ATLAS COPCO	30	0.60	18.0
BUJE EJE MUERTO DC740 CATERPILLAR	68	1.30	88.4
BUJE EJE MUERTO MATERA VOLVO A25C	30	1.30	39.0
BUJE MOTOT FABRICACION NITRIL	20	0.17	3.3
BUJE PALIER R-9	160	0.32	50.7
BUJE PLASTICO HYUNDAI ESTRIADO	7,634	0.02	127.2
BUJE PLASTICO HYUNDAI LISO	400	0.02	6.7
BUJE TENSOR R-4 R-6 (ZANAHORIA)	8,418	0.15	1262.7
BUJE TIJERA INFERIOR 323 NX	98	0.16	15.5
BUJE TIJERA INFERIOR 323 PUÑO	159	0.16	25.2
BUJE TIJERA INFERIOR LUV 2300	20	0.16	3.2
BUJE TIJERA LUV 1600	14	0.16	2.2
BUJE TIJERA SUPERIOR CHEVROLET LUV DIMAX	6	0.16	1.0
BUJE TIJERA SUPERIOR LUV 2300	935	0.16	148.0
BUJE VIGA ESTABILIZADORA DC730 CATERPILLAR	220	1.42	311.7
BUJE VIGA PEQUEÑA INTERNACIONAL	6	1.33	8.0
CAUCHO ESTAB. CENTRAL ATOS HUECO GRANDE	130	0.08	10.8
CENTRALIZADOR ATLAS COPCO	60	0.18	11.0
COJIN GOMA	2	0.18	0.4
COJIN GOMA VOLVO 861-VOLVO A25C	20	0.18	3.7
COJIN GOMA VOLVO A25C	20	0.18	3.7
CUBIERTA VASTAGO VOLVO	24	0.13	3.2
EMBUJADO VIGAGRANDE X2 VIGAS - 4 CORBATINES	6	0.55	3.3
EMBUJADO VIGAS PEQUEÑAS X6	1	0.55	0.6
ESPIGA ATLAS COPCO O ESTABILIZADORA	20	0.18	3.7
GUARDAPOLVO HORQUILLA R-9	10	0.10	1.0
JABONERA MAZDA	86	0.25	21.5
KIT CAUCHO CONTROL CAMBIOS R-18	1,705	0.05	85.3
KIT SELECTOR CAMBIOS R9-TWINGO CLIO	4	0.05	0.2
KIT SELECTOR CAMBIOS R9-TWINGO CLIO	30	0.05	1.5
KIT SELECTOR CAMBIOS R9-TWINGO CLIO	10	0.05	0.5
KIT SELECTOR CAMBIOS R9-TWINGO CLIO	3	0.05	0.2
MUÑECO CHEVETTE	80	0.05	4.0
MUÑECO HIUNDAY ACCENT	30	0.16	4.8
MUÑECO MAZDA 323	352	0.16	55.7
MUÑECO TEMPLETE HYUNDAI ATOS ALUMINIO	752	0.08	56.4
MUÑECO TEMPLETE HYUNDAI ATOS PLASTICO	1,622	0.08	121.7
	3,693	0.13	492.4
MUÑECO TENSOR R-12 VULCANIZADO	13,719	0.40	5487.6
MUÑECO TENSOR R-18 GTX 2.0	317	0.20	63.4
MUÑECOTEMPLETELUV 2300	10	0.20	2.0
NEOPRENO D-60	2	0.15	0.3
NISAN URBAN TRASER	22	0.20	4.4
PADCATERPILLAR EN POLIURETANO, ZAPATA	75	0.33	25.0
PEUGEUT 206 DELANTERA	1	0.20	0.2

RE-VULCANIZADO MOUNTING ENCAUCHO NITRILO	1	0.08	0.1
RODAMIENTO CAUCHO VOLVO A25C(COJINETE)	56	0.28	15.9
RODAMIENTO CONICO MATERA VOLVO A 25C	30	1.65	49.5
RODAMIENTO DE CAUCHO APROPIADO PARA CAT 740	24	0.35	8.4
ROTULA V/ESTAB.SUSP	1,957	0.18	358.8
SELECTOR CAMBIOR R-18 "L"	136	0.05	6.8
SELECTOR CAMBIOS R9 SIMBOL/CLIO/MEGAN	2	0.05	0.1
SOPORTE CABINA BUJE CONICO VOLVO A25C	176	0.77	134.9
SOPORTE AMORTIGUADOR DELANTERO VOLVO A25C	16	0.70	11.2
SOPORTE AMORTIGUADOR MAZDA 323 DELANTERO	170	0.17	29.2
SOPORTE ARRATENSORA VOLVO A20	5	0.28	1.4
SOPORTE CABINA BUJE CONICO VOLVO A25C	4	1.02	4.1
SOPORTE CAJA R-12	803	0.20	160.6
SOPORTE CAJA R-18 CORRIENTE	91	0.28	25.8
SOPORTE CAJA R-18 GTX (BARCO)	147	0.35	51.5
SOPORTE CAJA R-4 R-6	489	0.35	171.2
SOPORTE CAJA R-9 (CENTRAL)	996	0.35	348.6
SOPORTE CHOPO DC740 CATERPILLAR	230	3.03	697.7
SOPORTE CHOPO TORNILLO EXAGONAL	2	2.87	5.7
SOPORTE CHOPO VOLVO A25D-A30D	7	2.87	20.1
SOPORTE CHOPO VOLVO A30D	4	2.87	11.5
SOPORTE EXOSTO VOLVO A25C	24	0.18	4.4
SOPORTE MOTOR CATERPILLAR	2	0.10	0.2
SOPORTE MOTOR DELANTERO R-18 GTX (SOP.MUÑEC	104	0.90	93.6
SOPORTE MOTOR DELANTERO VOLVO A25C	4	1.60	6.4
SOPORTE MOTOR DERECHO R-18 GTX (REDONDO)	114	0.10	11.4
SOPORTE MOTOR DERECHO R-4- R-6	510	0.22	110.5
SOPORTE MOTOR DERECHO R-9	560	0.22	121.3
SOPORTE MOTOR IZQUIERDO R-18 GTX(CUADRADO)	165	0.22	35.8
SOPORTE MOTOR IZQUIERDO R-4-R-6	628	0.22	136.1
SOPORTE MOTOR IZQUIERDO R-9	1,038	0.22	224.9
SOPORTE MOTOR R-12	787	0.22	170.5
SOPORTE MOTOR R-18 CORRIENTE	548	0.22	118.7
SOPORTE MOTOR SPRINT - SWIFT (BIELA CORTA)	6	0.10	0.6
SOPORTE MOTOR SPRINT - SWIFT (BIELA LARGA)	6	0.10	0.6
SOPORTE MOTOR SPRINT SWIFT (BIELA MEDIANA)	6	0.10	0.6
SOPORTE SUSPENSION VOLVO A25C	275	1.72	472.1
SOPORTE VIBRO COMPACTADOR CATERPILLAR	4	0.10	0.4
SOPORTE VIGA PESADA VOLVO A25C	44	0.30	13.2
SOPORTE VOLCO TEREX	24	0.10	2.4
SOPORTE VOLVO A25C	16	0.20	3.2
SOPORTECAJA R-18 CORRIENTE CON PLATINA	649	0.27	173.1
SPT. CAJA R.12	0	0.17	0.0
TAPA DE ACEITE CHEVETTE	344	0.05	17.2
TOPE DE GOMA MS-3128-3037-03 JUMBO A.COP	6	0.18	1.1
TOPE DIRECCION	20	0.10	2.0
TOPE FRONTAL ATLAS COPCO	20	0.10	2.0
TOPE PUERTA VOLVO A25C	1	0.10	0.1
VALVULA DESFOGUE DE MAZDA	10	0.03	0.3
ZAPATA CATERPILLAR	10	0.20	2.0
ZAPATA MAQUINARIA DE TUBERIA	68	0.20	13.6
TOTAL HORAS DEMANDADAS EN EL AÑO:			17979.0

Fuente: El autor 2014

La empresa cuenta con 6 trabajadores que disponen, cada uno de 48 horas de trabajo semanales, o 192 mensuales, lo que equivale a tener un tiempo

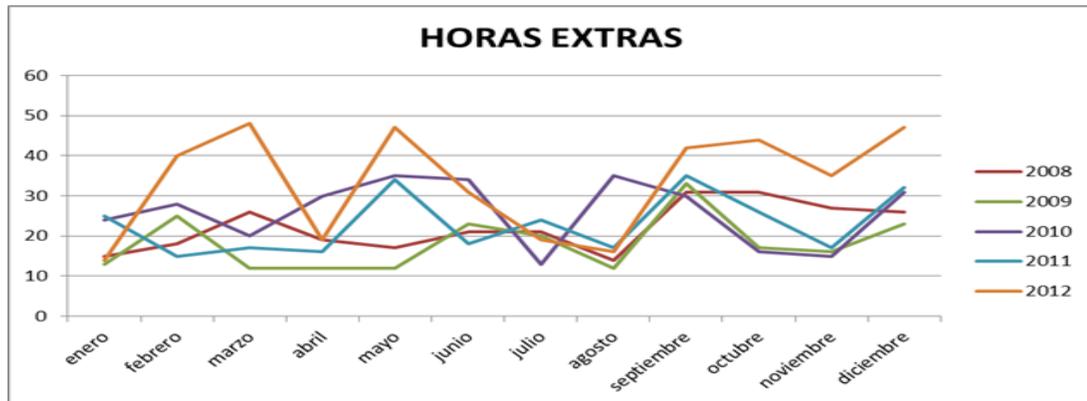
anual de producción de 16.128 horas, dato que al ser comparado con el tiempo estándar que se necesitó para satisfacer la demanda del año 2013 (17.979 horas), implica que se requirió de 1.851 horas adicionales de trabajo, lo que equivaldría a 264 horas extras promedio anuales por trabajador, dato que está por debajo del promedio de horas extras mensuales con el que se está operando actualmente, donde el promedio más bajo de los últimos 5 años fue de 274, información que se puede observar en el cuadro 8.

Cuadro 8. Promedio de horas extras por empleado últimos 5 años.

	2009	2010	2011	2012	2013
enero	22	35	27	34	37
febrero	30	30	34	31	25
marzo	13	27	19	33	12
abril	22	13	20	12	45
mayo	28	26	20	27	41
junio	33	22	30	12	21
Julio	16	35	20	32	27
agosto	19	17	13	30	31
septiembre	26	33	23	20	15
octubre	30	16	22	22	28
noviembre	24	31	13	32	46
diciembre	33	28	33	21	11
TOTAL	296	313	274	306	339

Fuente: OSPINA, Myriam. Área de contabilidad. Industrias Orfi SAS. Febrero 2014.

Gráfica 15. Horas extras promedio por empleado últimos 5 años



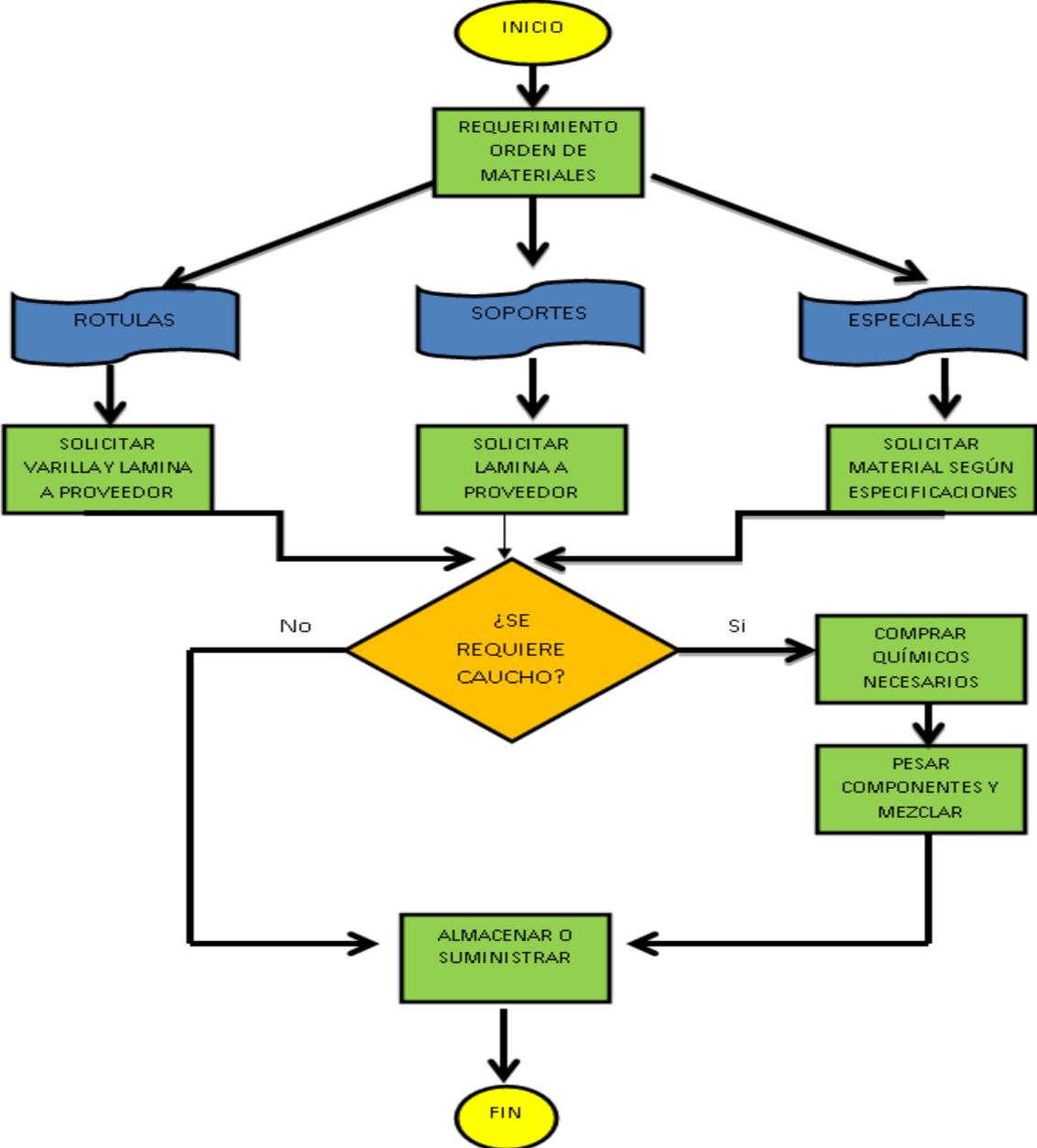
Fuente: El autor 2014

Además, en la gráfica 15 elaborada con los datos históricos de horas extras, se puede observar que no hay una tendencia definida, por lo que se infiere que las horas extras son realizadas al azar dependiendo de la necesidad inmediata del día a día; razón por la cual la planeación no se está viendo reflejada en las operaciones de la organización.

#### 2.1.6. Diagrama de flujo de suministro de materiales.

En cuanto a materias primas se refiere, Industrias Orfi elige sus proveedores de acuerdo con menor costo, lo que no siempre garantiza la calidad en los suministros de materiales; esto representa un punto vital para el desarrollo de los procesos productivos. A continuación se presenta la gráfica 16 con un diagrama que muestra la forma en que se abastecen las principales familias de productos de la organización, Rotulas o terminales de dirección, soportaría (soportaría y suspensión) y especiales (lamina-caucho y cilíndricos) dependiendo del tipo de materia prima que se requiera para su fabricación y de si es un producto que requiere de caucho para su producción, en donde hay que realizar un proceso adicional para la compra de los químicos necesarios para la fabricación de este componente:

Gráfica 16. Flujograma actual de suministros por familias de productos.



Fuente: El autor 2014

## 2.2. RECLAMOS POR DEFECTOS DE SERVICIO O DE PRODUCTO.

En un intento por mejorar la eficacia en los procesos que se desarrollan dentro de la compañía, la empresa lleva el conteo de los reclamos que se realizan, ya sea por mala calidad en los productos, por devoluciones o por el servicio que se les está prestando; A continuación se presenta el cuadro 9, con los datos de las reclamaciones que se han recibido durante los últimos 3 años, en donde se discrimina el área al cual pertenece el reclamo y la línea en particular a la cual se encuentra ligado el reclamo:

Cuadro 9. Reclamos por defectos en los productos manufacturados.

<b>RECLAMOS POR DEFECTOS</b>				
<b>ÁREA</b>	<b>LÍNEA</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>
<b>ESPECIALES</b>	<b>VOLVO</b>	16	18	14
	<b>TEREX</b>	12	8	10
	<b>CATERPILLAR</b>	40	38	34
<b>AUTOPARTES</b>	<b>ROTULAS</b>	30	16	22
	<b>SOPORTARÍA</b>	26	18	16

Fuente: Industrias Orfi SAS

Vale la pena resaltar, que en ocasiones particulares, las devoluciones y los reclamos no se han hecho por defectos en los productos, sino porque sencillamente se despachó el producto incorrecto, debido a la desorganización, a la falta de planeación y a la falta de controles adecuados y en algunos casos, hasta de una capacitación correcta.

Cuadro 10. Reclamos por incumplimiento y mal servicio Industrias Orfi.

<b>INCUMPLIMIENTO Y MAL SERVICIO</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>
Incumplimiento en los tiempos de entrega	6	6	10
Mal servicio o mala atención	10	8	9

Fuente: Industrias Orfi SAS CI

El cuadro 10, muestra los reclamos que se han recibido por el incumplimiento en los tiempos de entrega o por el mal servicio prestado durante los últimos 3 años.

Por otra parte, muchos de los reclamos que se contabilizaron, hacen referencia a todo un pedido o todo un lote de producción, razón por la cual, ésta información no se puede tener como referencia para el total de unidades con defectos o fallas de calidad, que se pueden haber generado. Por otro lado, es importante mencionar, que en algunas ocasiones los clientes no realizan ningún tipo de reclamación, por defectos en los productos o en el servicio, sino que sencillamente no regresan a la empresa, además se puede observar, que aunque están llevando controles sobre los reclamos que se presentan, no se está haciendo nada para mejorar, pues la cantidad de observaciones recibidas por fallas de calidad o mal servicio, se mantienen estables.

### 2.3. DESPERDICIO DE MATERIALES

Para el cálculo de la cantidad de material que se obtiene como desperdicio de los procesos de producción, se comparó el dato, entre la cantidad de material que se compra (en Kilogramos) dato que se obtuvo del análisis de las facturas y la cantidad de material que sale como producto final (en Kilogramos) información que se obtuvo de los históricos de ventas de la empresa, haciendo una conversión, de cada unidad vendida, por el peso de cada una de ellas, como resultado se obtuvo el cuadro 11 el cual se observa a continuación:

Cuadro 11. Desperdicios Industrias Orfi SAS

<b>CALCULO DE DESPERDICIOS</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>
Material que sale como producto final (KL)	20340	23520	20577
Material comprado como materia prima (KL)	25870	32580	29380
Porcentaje que representa el producto final Vs la materia prima comprada.	78.62%	72.19%	70.03%

Fuente: El autor 2014

Se observa que hay un desperdicio promedio de 27%, lo cual es una cifra altamente significativa, pues de esto se puede inferir:

- No hay control sobre los procesos de producción.
- No se están desarrollando de forma adecuada los procesos de manufactura.
- No se está regulando el proceso de compras.

#### 2.4. PRODUCTOS CON MAYOR VOLUMEN DE VENTAS

A través del programa de facturación que maneja la organización, se extrajeron los datos históricos de ventas de los últimos años, en donde se pudo apreciar, que solo estuvieron activas 105 referencias de las cuales, las que más volumen de ventas presentaron, pertenecen a la línea de autopartes, información que se puede observar en el cuadro 12, el cual muestra de mayor a menor, las referencias con el número de unidades que se vendieron de cada una durante el 2013:

Cuadro 12. Unidades vendidas por producto 2013

<b>INDUSTRIAS ORFI S.A.S C.I</b>	
<i>unidades vendidas por producto 2013</i>	
<b>PRODUCTO</b>	<b>VENTAS ANUALES</b>
MUÑECO TENSOR R-12 VULCANIZADO	13,719
BUJE TENSOR R-4 R-6 (ZANAHORIA)	8,418
BUJE PLÁSTICO HYUNDAI ESTRIADO	7,634
MUÑECO TENSOR R-12 LLANTA	3,693
ROTULA V/ESTAB.SUSP	1,957
KIT CAUCHO CONTROL CAMBIOS R-18	1,705
MUÑECO TEMplete HYUNDAI ATOS PLÁSTICO	1,622
SOPORTE MOTOR IZQUIERDO R-9	1,038
SOPORTE CAJA R-9 (CENTRAL)	996
BUJE TIJERA SUPERIOR LUV 2300	935
SOPORTE CAJA R-12	803
SOPORTE MOTOR R-12	787
MUÑECO TEMplete HYUNDAI ATOS ALUMINIO	752
SOPORTE CAJA R-18 CORRIENTE CON PLATINA	649
SOPORTE MOTOR IZQUIERDO R-4-R-6	628
SOPORTE MOTOR DERECHO R-9	560
SOPORTE MOTOR R-18 CORRIENTE	548
SOPORTE MOTOR DERECHO R-4- R-6	510
SOPORTE CAJA R-4 R-6	489
BUJE PLÁSTICO HYUNDAI LISO	400
MUÑECO MAZDA 323	352
TAPA DE ACEITE CHEVETTE	344
MUÑECO TENSOR R-18 GTX 2.0	317
SOPORTE CHOPO DC740 CATERPILLAR	230
BUJE VIGA ESTABILIZADORA DC730 CATERPILLAR	220
ACOPLE DIRECCIÓN RENAULT	213
SOPORTE CABINA BUJE CÓNICO VOLVO A25C	176
SOPORTE AMORTIGUADOR MAZDA 323 DELANTERO	170
SOPORTE SUSPENSIÓN CHOPO VOLVO A25C	166
SOPORTE MOTOR IZQUIERDO R-18 GTX(CUADRADO)	165
BUJE PALIER R-9	160
BUJE TIJERA INFERIOR 323 PUÑO	159
SOPORTE CAJA R-18 GTX (BARCO)	147
SELECTOR CAMBIOS R-18 "L"	136
CAUCHO ESTAB. CENTRAL ATOS HUECO GRANDE	130
SOPORTE MOTOR DERECHO R-18 GTX (REDONDO)	114

SOPORTE MOTOR DELANTERO R-18 GTX (SOP.MUÑEC)	104
ARANDELA SIN ZINCAR	100
BUJE TIJERA INFERIOR 323 NX	98
SOPORTE CAJA R-18 CORRIENTE	91
JABONERA MAZDA	86
PAD CATERPILLAR EN POLIURETANO, ZAPATA	75
BUJE EJE MUERTO DC740 CATERPILLAR	68
ZAPATA MAQUINARIA DE TUBERÍA	68
CENTRALIZADOR ATLAS COPCO	60
SOPORTE SUSPENSIÓN VOLVO A25C	59
RODAMIENTO CAUCHO VOLVO A25C(COJINETE)	56
muñeco chevette	50
SOPORTE VIGA PESADA VOLVO A25C	44
RODAMIENTO CÓNICO MATERA VOLVO A 25C	30
BUJE EJE MUERTO MATERA VOLVO A25C	30
BUJE CENTRALIZADOR JUMBO BOOMER ATLAS COPCO	30
BUJE ATLAS COPCO	30
KIT SELECTOR CAMBIOS R9-TWINGO CLÍO	30
MUÑECO CHEVETTE	30
MUÑECO HYUNDAI ACCENT	30
RODAMIENTO DE CAUCHO APROPIADO PARA CAT 740	24
SOPORTE VOLCO TEREX	24
SOPORTE EXOSTO VOLVO A25C	24
CUBIERTA VÁSTAGO VOLVO	24
NISSAN URBAN TRASER	22
ESPIGA ATLAS COPCO O ESTABILIZADORA	20
TOPE DIRECCIÓN	20
TOPE FRONTAL ATLAS COPCO	20
COJÍN GOMA VOLVO A25C	20
COJÍN GOMA VOLVO 861-VOLVO A25C	20
BUJE MOTOR FABRICACIÓN NITRILO	20
BUJE TIJERA INFERIOR LUV 2300	20
SOPORTE AMORTIGUADOR DELANTERO VOLVO A25C	16
SOPORTE VOLVO A25C	16
BUJE TIJERA LUV 1600	14
APOYO MONTAJE APROPIADO PARA JUMBO ATLAS	12
ANILLO SERVO TEREX	12
ZAPATA CATERPILLAR	10
GUARDAPOLVO HORQUILLA R-9	10
KIT SELECTOR CAMBIOS R9-TWINGO CLÍO	10
MUÑECOTEMPLETELUV 2300	10
VÁLVULA DESFOGUE DE MAZDA	10
SOPORTE CHOPO VOLVO A25D-A30D	7
TOPE DE GOMA MS-3128-3037-03 JUMBO A.COP	6
EMBUJADO VIGA GRANDE X2 VIGAS - 4 CORBATINES	6

BUJE VIGA PEQUEÑA INTERNATIONAL	6
SOPORTE MOTOR SPRINT - SWIFT (BIELA CORTA)	6
SOPORTE MOTOR SPRINT - SWIFT (BIELA LARGA)	6
SOPORTE MOTOR SPRINT SWIFT (BIELA MEDIANA)	6
BUJE TIJERA SUPERIOR CHEVROLET LUV DIMAX	6
SOPORTE BARRA TENSORA VOLVO A20	5
SOPORTE CHOPO VOLVO A30D	4
SOPORTE CABINA BUJE CÓNICO VOLVO A25C	4
SOPORTE VIBRO COMPACTADOR CATERPILLAR	4
SOPORTE MOTOR DELANTERO VOLVO A25C	4
KIT SELECTOR CAMBIOS R9-TWINGO CLÍO	4
KIT SELECTOR CAMBIOS R9-TWINGO CLÍO	3
AMORTIGUADOR BLOQUE MARTILLO GENÉRICO	2
SOPORTE CHOPO TORNILLO HEXAGONAL	2
SOPORTE MOTOR CATERPILLAR	2
NEOPRENO D-60	2
COJÍN GOMA	2
SELECTOR CAMBIOS R9 SIMBOL/CLÍO/MEGAN	2
EMBUJADO VIGAS PEQUEÑAS X6	1
RE-VULCANIZADO MOUNTING ENCAUCHO NITRILO	1
TOPE PUERTA VOLVO A25C	1
PEUGEOT 206 DELANTERA	1
SPT. CAJA R. 12	0

Fuente: Industrias Orfi SAS CI

Al dividir todas las referencias en las dos líneas generales que se manejan y compararlas con el total de unidades vendidas en todo el año (174.975 unidades fabricadas), se puede observar, que la línea de autopartes representa el 99%(173.532 unidades) del total de unidades vendidas y la línea de especiales el 1% restante (1443 unidades), información que se puede observar en la gráfica 17:

Gráfica 17. Participación en ventas por línea de producción año 2013



Fuente: El autor 2014

## 2.5. PRODUCTOS DE MAYOR UTILIDAD

Teniendo en cuenta las unidades que se vendieron y la utilidad que cada una de estas deja para la empresa (información extraída del software de facturación que maneja la empresa), se realizó un inventario ABC con los datos de ventas del año 2013, el cual se puede apreciar en su totalidad, en el Anexo 1. ABC por utilidades. El cuadro 13, muestra los productos que quedaron dentro de la clasificación tipo “A”:

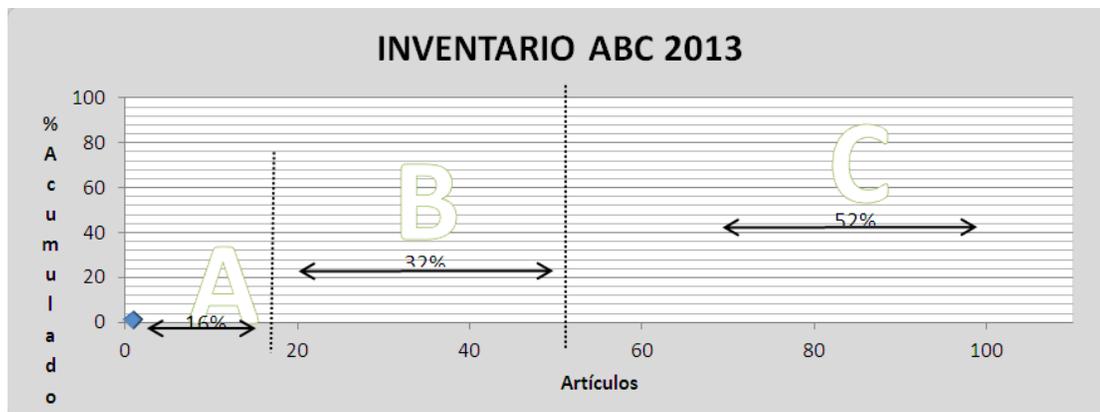
Cuadro 13. Inventario ABC, productos de clasificación "A" año 2013

<b>INDUSTRIAS ORFI S.A.S C.I</b>					
<i>INVENTARIO ABC (2013)</i>					
<b>PRODUCTO</b>	<b>VENTAS ANUALES</b>	<b>VENTAS TOTALES EN PESOS</b>	<b>PARTICIPACION %</b>	<b>% ACUMULADO</b>	<b>CLASIFICACION</b>
SOPORTE CHOPO DC740 CATERPILLAR	230	82,770,000	14.18	14.18	<b>A</b>
MUÑECO TENSOR R-12 VULCANIZADO	13,719	67,386,461	11.54	25.72	
SOPORTE SUSPENSION CHOPO VOLVO A25C	166	47,070,008	8.06	33.78	
BUJE VIGA ESTABILIZADORA DC730 CATERPILLAR	220	43,385,009	7.43	41.21	
ROTULA V/ESTAB.SUSP	1,957	27,398,000	4.69	45.90	
BUJE EJE MUERTO DC740 CATERPILLAR	68	23,780,000	4.07	49.97	
BUJE TENSOR R-4 R-6 (ZANAHORIA)	8,418	20,265,568	3.47	53.44	
SOPORTE CAJA R-9 (CENTRAL)	996	20,173,698	3.46	56.90	
MUÑECO TENSOR R-12 LLANTA	3,693	20,140,368	3.45	60.35	
SOPORTE SUSPENSION VOLVO A25C	59	14,890,260	2.55	62.90	
SOPORTE MOTOR R-18 CORRIENTE	548	11,108,508	1.90	64.80	
SOPORTE MOTOR IZQUIERDO R-9	1,038	10,614,759	1.82	66.62	
RODAMIENTO DE CAUCHO APROPIADO PARA CAT 740	24	10,100,000	1.73	68.35	
PADCATERPILLAR EN POLIURETANO, ZAPATA	75	9,750,000	1.67	70.02	
RODAMIENTO CONICO MATERA VOLVO A 25C	30	8,540,000	1.46	71.48	
BUJE EJE MUERTO MATERA VOLVO A25C	30	8,241,600	1.41	72.89	
ARANDELA ZINCADA	122,547	8,152,165	1.40	74.29	

Fuente: El autor 2014

Debido a que solo estuvieron activas 105 referencias, los 17 productos que quedaron dentro de la clasificación tipo "A" representan el 16.1% de la totalidad de Ítems que se manufacturan, información que se ilustra en la gráfica 18:

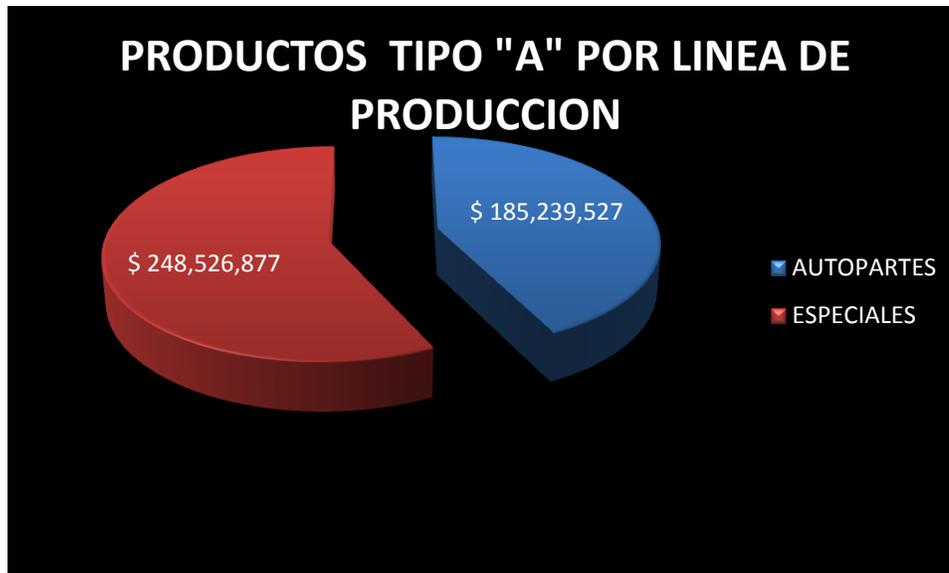
Gráfica 18. Grafico Inventarios ABC de la compañía



Fuente: El Autor 2014

De estas 17 referencias, 9 pertenecen a la línea de especiales (53% del inventario tipo A) y 8 a la línea de autopartes (47% del inventario tipo A). La gráfica 19, muestra la participación por línea (de los clasificados como tipo "A", de mayor utilidad), dentro de las utilidades de la empresa:

Gráfica 19. Productos tipo "A" por línea de producción año 2013



Fuente: El autor 2014

Teniendo en cuenta que la línea de especiales solo constituye el 1% del volumen de ventas, juega un papel importante dentro del desarrollo financiero de la empresa, pues sus utilidades, según la información presentada anteriormente, representan el 57.2%, sin olvidar que solo se están analizando los inventarios tipo "A" (de mayor representación en las utilidades de la organización)

## 2.6. ENCUESTAS Y ENTREVISTA

Para iniciar el proceso de diagnóstico, se empezó con el levantamiento de información cualitativa y cuantitativa, Con la finalidad de obtener la mayor información de los procesos generales de la empresa; se desarrolló una encuesta dirigida al área administrativa de la empresa (gerencia, ingenieros, supervisores), una encuesta con un contexto más sencillo al área operativa de la empresa y una entrevista a la gerente de la organización.

Como la empresa en total, está compuesta por tan solo 11 empleados, no se determinó el tamaño de la muestra debido a que existe una población muy baja, así que se determinó aplicar las encuestas a todos en general.

Las encuestas y entrevistas realizadas, se encuentran disponibles en el anexo número 8, junto con la descripción de los resultados obtenidos.

## 2.7. MATRIZ DOFA

Con la información que se obtuvo mediante la investigación desarrollada hasta el momento, se procedió a realizar la matriz y el análisis DOFA que se muestran a continuación, en el cuadro 14 y 15 respectivamente:

Cuadro 14. Matriz DOFA

MATRIZ DOFA	
DEBILIDADES	OPORTUNIDADES
<ul style="list-style-type: none"> <li>• No hay proyección estratégica, se trabaja para el día a día.</li> <li>• Estancamiento con los mismos clientes.</li> <li>• No existen manuales de funciones.</li> <li>• Falta de personal calificado, no hay capacitaciones.</li> <li>• No cuentan con indicadores de producción que permitan medir la eficiencia de los procesos.</li> <li>• No se han realizado análisis de capacidad de planta.</li> <li>• No trabajan ningún modelo de costos para determinar los precios de venta.</li> <li>• Cada área de la empresa funciona de manera independiente, no hay integración y coordinación entre ellas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• TLC- nuevos mercados.</li> <li>• Generar herramientas de planeación y programación.</li> <li>• Mejorar la cultura organizacional.</li> <li>• Disminuir los precios de materias primas si se elimina el intermediario.</li> <li>• Incluir nuevas tecnologías dentro de los procesos de fabricación.</li> <li>• Implementar programas de capacitación para mejorar el desempeño de los trabajadores.</li> <li>• Generar acuerdos comerciales con los clientes para garantizar niveles de ventas.</li> <li>• Obtener apoyo financiero de programas de mejoramiento productivo y tecnológico.</li> <li>• Certificar los procesos productivos de la empresa en ISO.</li> </ul>
FORTALEZAS	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personal motivado.</li> <li>• Facilidad de diversificación.</li> <li>• Manejo de inventarios de seguridad.</li> <li>• Servicio de garantía por fallas en los productos.</li> <li>• Instalaciones con espacios amplios.</li> <li>• Calidad de las materias primas.</li> <li>• Precios competitivos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Guerra de precios en el mercado de autopartes y especiales.</li> <li>• Nuevos competidores.</li> <li>• Nuevas disposiciones legales.</li> <li>• Oligopolios en el sector.</li> <li>• Aumento de la tasa de cambio para importación de materias primas.</li> <li>• Disminución en el número de proveedores.</li> <li>• No se tiene identificada la competencia.</li> <li>• Implementación de nuevas tecnologías por parte de la competencia.</li> </ul>

Fuente: El autor 2014

## 2.8. ANÁLISIS MATRIZ DOFA.

Cuadro 15. Análisis DOFA.

	FORTALEZAS	DEBILIDADES
OPORTUNIDADES	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se puede disponer del personal motivado e interesado para generar nuevas herramientas de planeación y programación.</li> <li>• Programar los planes de trabajo para garantizar el uso productivo del equipo y maquinaria e incluirlo dentro de la cultura organizacional.</li> <li>• Determinar los niveles adecuados de inventario en función de la eficiencia financiera.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Programar y controlar las operaciones para aumentar calidad y ser competitivos en nuevos mercado.</li> <li>• Planeación financiera para disminuir costos haciendo frente a él bajo costo del producto importado.</li> <li>• Generar proyectos que puedan ser subsidiados por entidades gubernamentales.</li> <li>• Mejorar sistemas de selección de personal.</li> </ul>
AMENAZAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollar controles en los procesos con el fin de disminuir los tiempos de los procesos, aumentando la velocidad de entrega para hacer frente a los nuevos competidores</li> <li>• Disminuir los costos operacionales a través del aumento de productividad de la maquinaria y equipo y reduciendo los precios de venta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Buscar nuevos clientes utilizando estrategias mercadológicas que amplíen el nicho de la empresa.</li> <li>• Programar capacitaciones para aumentar los conocimientos del personal mejorando el desempeño en los procesos de la organización.</li> <li>• Desarrollar sistemas de planeación, programación y control de producción.</li> </ul>

Fuente: El autor 2014

## 2.9. MATRIZ DE VESTER

Posterior al análisis DOFA, se extrajeron las variables más relevantes para poder organizar la matriz de Vester, la cual se calificó en conjunto con los ingenieros de Industrias Orfi; para la extracción de estas variables, se analizaron las respuestas con puntuaciones más críticas (puntajes demasiado altos, demasiado bajos o de aceptación absoluta en el caso de porcentajes) en las encuestas y entrevista; además se analizó la información obtenida del proceso de diagnóstico como la distribución de planta, el porcentaje de desperdicios, las reclamaciones entre otros obteniendo como resultado la información presentada en la tabla 8.

Tabla 8. Matriz de Vester.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	SUMA ACTIVOS	
A	Talento humano	X	2	0	1	0	1	3	1	1	3	12
B	Sistema de producción y controles	1	X	3	3	1	2	3	3	3	3	22
C	Capacidad de planta, maquinaria y equipos	1	3	X	2	0	3	1	3	0	0	13
D	Precio de venta	0	1	1	X	3	3	3	1	3	1	16
E	Comportamiento del sector	0	3	3	3	X	1	2	3	0	2	17
F	Tecnología	0	3	3	3	0	X	3	1	0	1	14
G	Calidad	0	2	1	3	3	1	X	0	1	2	13
H	Manejo de inventarios	0	3	3	0	0	1	0	X	0	1	8
I	Proveedores	0	2	0	3	0	0	3	2	X	0	10
J	decisiones administrativas	3	3	3	3	1	3	3	3	3	X	25
	SUMA PASIVOS	5	22	17	21	8	15	21	17	11	13	150
	MULTIPLICACION ACTIVOS Y PASIVOS	60	484	221	336	136	210	273	136	110	325	

Fuente: El autor 2014

## 2.10. ESTRUCTURA DE EFECTOS

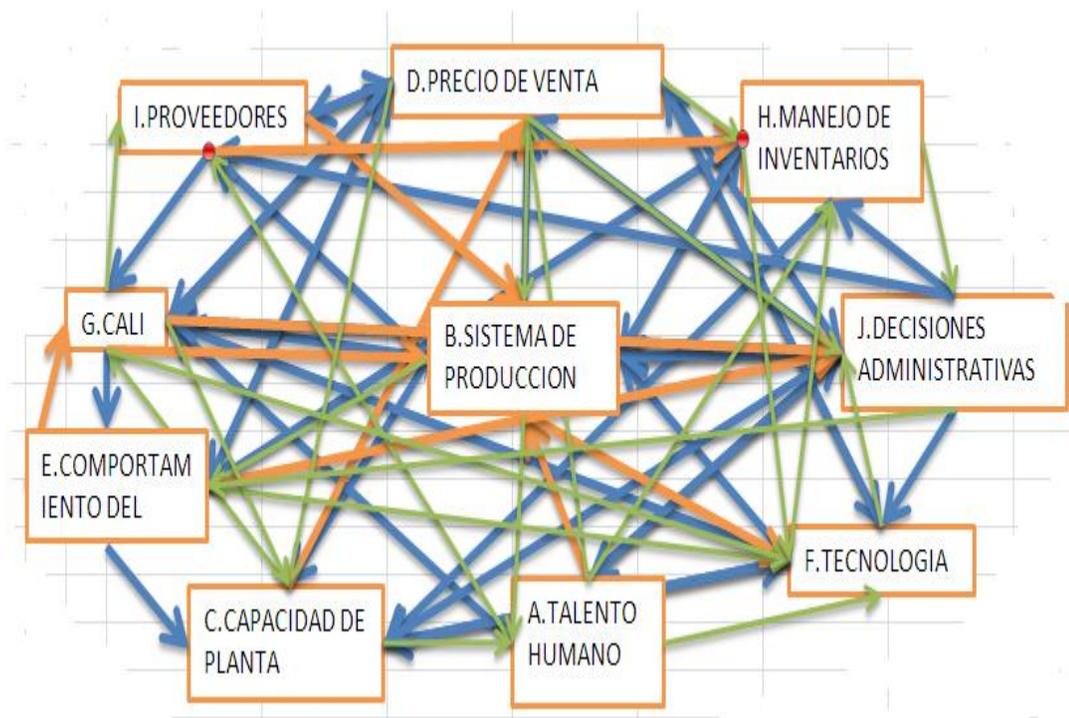
Como paso a seguir, se analizaron los resultados con la estructura de efectos (gráfica 20), la cual tiene como objetivo, determinar de forma gráfica, cuáles de estas variables que se extrajeron, presentan mayor importancia, o como su nombre lo indica, mayor influencia dentro de las problemáticas de la organización, en donde se puede observar que el sistema de producción, es el eje de estas. El cuadro 16, es la referencia de convenciones que se estableció para la interpretación de la estructura de efectos, en donde se asignó un color diferente, dependiendo del tipo de influencia que esta variable represente para la otra.

Cuadro 16. Convenciones de estructura de efectos.

CUADRO DE CONVENCIONES	
Influencia baja	
Influencia media	
Influencia de alta	

Fuente: El autor 2014.

Gráfica 20. Estructura de efectos.



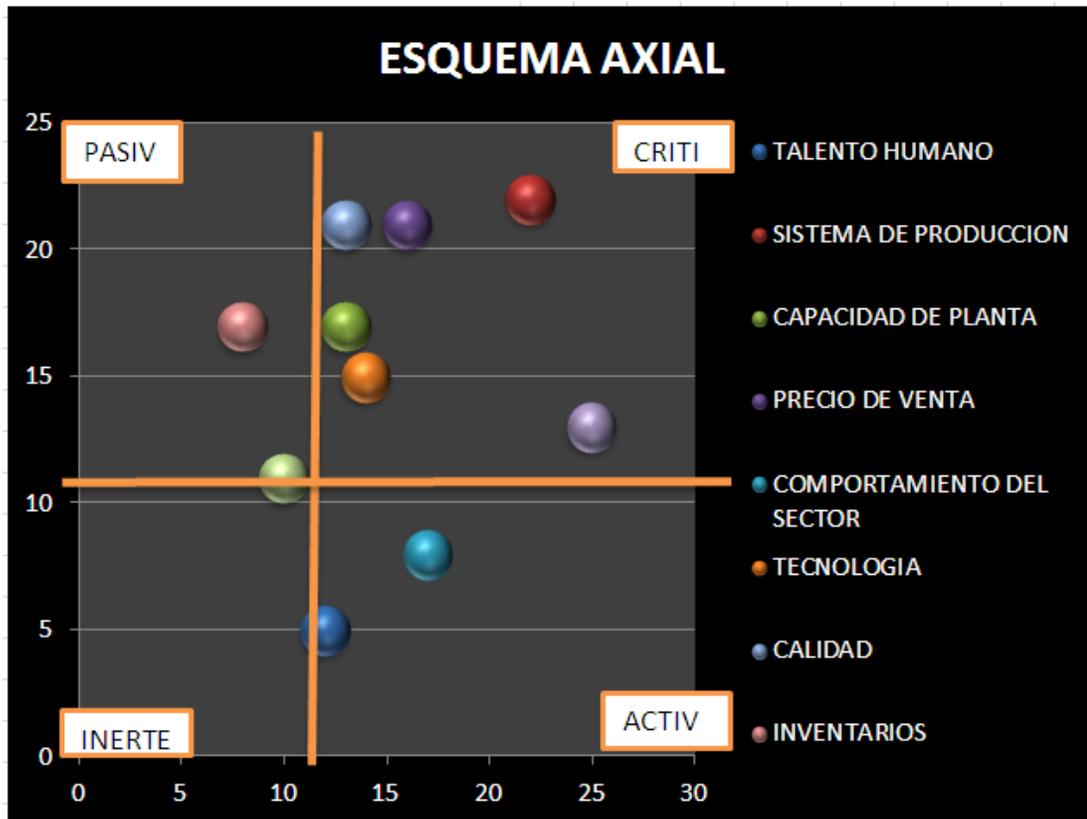
Fuente: El autor 2014

Con base en la estructura de efectos, se puede analizar, que el tema alrededor de la cual giran la mayoría de los procesos, es la del “sistema de producción”, debido a que casi todos, se ven afectados de forma directa o indirecta por el desempeño de esta, por ende, el mejoramiento de esta

variable, debe ser una de las prioridades de la organización, ya que el desarrollo de las demás, depende en gran parte del rendimiento que muestre la producción.

## 2.11. ESQUEMA AXIAL

Gráfica 21. Esquema Axial



Fuente: El Autor 2014

La grafica 21 que representa el esquema axial, permite analizar cuáles de estas variables que se eligieron, tienen mayor incidencia en el desarrollo del proyecto, dependiendo del cuadrante en el que se encuentren ubicadas dando como resultado la siguiente información:

- Cuadrante Activo e Inerte: dentro de estos cuadrantes se encuentran las variables de comportamiento del sector y la de talento humano, lo cual indica que son variables poco sensibles frente a las demás variables del esquema pero que pueden llegar a presentar cambios en el largo plazo. Las variables que quedaron dentro de este sector fueron el comportamiento del sector y el talento humano.

- Cuadrante pasivo: Dentro de este cuadrante se encuentran variables como los inventarios, de lo que se puede inferir, que intervenir de forma directa en este aspecto, arrojará resultados al largo plazo, en el corto plazo no se llegará a notar ningún cambio evidente. La variable proveedores se encuentra casi en el sector inerte, por lo cual no representa mayor influencia.
- Cuadrante crítico: la mayoría de las variables se encuentran ubicadas en este sector, lo que indica que una intervención directa sobre estas, puede lograr una alta repercusión dentro de los procesos de la organización. Dentro de este cuadrante quedaron ubicadas variables como el precio de venta, la tecnología, la calidad, el sistema de producción y la capacidad de planta.

### 3. IDENTIFICACIÓN DE INSTRUMENTOS PERTINENTES

#### 3.1. REFERENCIAS MÁS REPRESENTATIVAS PARA LA ORGANIZACIÓN.

Apoyándose en la información recopilada en el numeral 2.4 del segundo capítulo, en donde se muestran los productos de la empresa ordenados por la cantidad de ventas anuales, se construyó un inventario ABC, donde el criterio de clasificación fue el volumen de ventas anuales (Anexo 2. ABC por volumen de ventas.), con la finalidad de darle mayor relevancia dentro del sistema de producción que se va a plantear, exclusivamente a las referencias tipo “A” y tipo “B”, puesto que éstas son las que más peso representan para la organización, en cuanto a consumo de tiempo y capacidad de producción se refiere ya que representan el 95% del volumen de ventas anual.

El cuadro 17 y 18 muestran las referencias que quedaron incluidas dentro las más representativas de la organización según el inventario ABC realizado:

Cuadro 17. Inventario ABC, referencias clasificación A.

<i>INVENTARIO ABC CLASIFICACIÓN A(2013)</i>			
<b>PRODUCTO</b>	<b>VENTAS ANUALES</b>	<b>PARTICIPACION %</b>	<b>% ACUMULADO</b>
MUÑECO TENSOR R-12 VULCANIZADO	13,719	26.04	26.04
BUJE TENSOR R-4 R-6 (ZANAHORIA)	8,418	15.98	42.02
BUJE PLASTICO HYUNDAI ESTRIADO	7,634	14.49	56.51
MUÑECO TENSOR R-12 LLANTA	3,693	7.01	63.52
ROTULA V/ESTAB.SUSP	1,957	3.71	67.24
KIT CAUCHO CONTROL CAMBIOS R-18	1,705	3.24	70.47
MUÑECO TEMPLETE HYUNDAI ATOS PLASTICO	1,622	3.08	73.55

**A**

Fuente: El autor 2014.

Cuadro 18. Inventario ABC, referencias clasificación B.

<i>INVENTARIO ABC CLASIFICACIÓN B(2013)</i>			
<b>PRODUCTO</b>	<b>VENTAS ANUALES</b>	<b>PARTICIPACION %</b>	<b>% ACUMULADO</b>
SOPORTE MOTOR IZQUIERDO R-9	1,038	1.97	75.52
SOPORTE CAJA R-9 (CENTRAL)	996	1.89	77.41
BUJE TIJERA SUPERIOR LUV 2300	935	1.77	79.19
SOPORTE CAJA R-12	803	1.52	80.71
SOPORTE MOTOR R-12	787	1.49	82.20
MUÑECO TEMPLETE HYUNDAI ATOS ALUMINIO	752	1.43	83.63
SOPORTECAJA R-18 CORRIENTE CON PLATINA	649	1.23	84.86
SOPORTE MOTOR IZQUIERDO R-4-R-6	628	1.19	86.06
SOPORTE MOTOR DERECHO R-9	560	1.06	87.12
SOPORTE MOTOR R-18 CORRIENTE	548	1.04	88.16
SOPORTE MOTOR DERECHO R-4- R-6	510	0.97	89.13
SOPORTE CAJA R-4 R-6	489	0.93	90.06
BUJE PLASTICO HYUNDAI LISO	400	0.76	90.81
MUÑECO MAZDA 323	352	0.67	91.48
TAPA DE ACEITE CHEVETTE	344	0.65	92.14
MUÑECO TENSOR R-18 GTX 2.0	317	0.60	92.74
SOPORTE CHOPO DC740 CATERPILLAR	230	0.44	93.17
BUJE VIGA ESTABILIZADORA DC730 CATERPILLAR	220	0.42	93.59
ACOPLE DIRECCION RENAULT	213	0.40	94.00
SOPORTE CABINA BUJE CONICO VOLVO A25C	176	0.33	94.33
SOPORTE AMORTIGUADOR MAZDA 323 DELANTERO	170	0.32	94.65
SOPORTE SUSPENSION CHOPO VOLVO A25C	166	0.32	94.97

**B**

Fuente: El autor 2014.

Al realizar este análisis se puede apreciar, que de todas las referencias activas que posee la empresa, tan solo 29 son las que abarcan el 95% de las ventas anuales de la empresa y por ende, son las que mayor cantidad de recursos productivos consume. Por esta razón, el sistema de planeación de la producción y control de producción que se va a generar, se basará específicamente en los productos que quedaron dentro de esta clasificación, ya que los demás ni siquiera se están produciendo o no representan un volumen influyente dentro del modelo de producción que se va a plantear.

## 3.2. PLANEACIÓN

### 3.2.1. Análisis métodos de pronósticos.

El paso inicial para comenzar a desarrollar la planeación de Industrias Orfi, es obtener información y datos acerca del comportamiento del mercado en el cual se desenvuelve la organización, con la intención de poder proyectar y enfocar la demanda interna a la cual se va a ligar el sistema de producción.

Para realizar este proceso, se levantó un informe con los datos históricos de ventas de los últimos 5 años (Anexo 3. Histórico de ventas) Con la finalidad de analizarlos por medio de métodos sistemáticos de proyección de demanda como lo son el promedio móvil, la técnica de suavización exponencial simple, el método de Holt y el modelo Winter. El objetivo de este análisis fue determinar cuál de estos modelos se aproxima más, a las curvas de demanda histórica que han tenido los productos de la organización y elegir el apropiado para proyectar hacia futuro la posible demanda externa e interna de la organización.

Dicho análisis efectuado con los cuatro métodos mencionados (Anexo 4. Evaluación métodos de pronóstico) tuvo como principal criterio de selección, el de menor desviación absoluta de la media, debido a que lo que se busca es encontrar el modelo que proyecte una demanda lo más cercana a los comportamientos de los datos históricos<sup>50</sup>.

El resultado de este análisis se puede apreciar en la tabla 9, donde se muestran los métodos evaluados, el resultado obtenido y el método seleccionado para proyectar la demanda de dicho producto:

---

<sup>50</sup> ADMINISTRACIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO. Chopra. Cap. 7. Pronostico de la demanda en una cadena de suministro

Tabla 9. Cuadro resumen análisis métodos de pronóstico.

### CUADRO RESUMEN ANALISIS METODOS DE PRONOSTICO

CRITERIO DE SELECCIÓN: MENOR DESVIACIÓN ABSOLUTA DE LA MEDIA

REFERENCIAS	PROMEDIO MOVIL	SUAVIZACION EXPONENCIAL SIMPLE	METODO HOLT	METODO WINTER	TENDENCIA DE LOS DATOS
SOPORTE CHOPO DC740 CATERPILLAR	8.20	8.954114134	8.125	13.410398	A LA BAJA
MUÑECO TENSOR R-12 VULCANIZADO	641.80	523.0365046	518.7083333	907.990569	A LA BAJA
SOPORTE SUSPENSION CHOPO VOLVO A25C	6.93055556	8.007596964	8.20833333	11.0179617	A LA BAJA
BUJE VIGA ESTABILIZADORA DC730 CATERPILLAR	8.48951049	8.862643647	8.875	11.3567053	ESTABLE
ROTULA V/ESTAB.SUSP	122.07	117.2490879	122.083333	143.763838	A LA BAJA
BUJE TENSOR R-4 R-6 (ZANAHORIA)	394.7	397.5627513	409.666667	517.661031	A LA BAJA
SOPORTE CAJA R-9 (CENTRAL)	51.210084	71.47739486	79.125	103.724323	A LA BAJA
MUÑECO TENSOR R-12 LLANTA	275.936508	284.8062236	283.208333	350.068903	A LA BAJA
SOPORTE MOTOR R-18 CORRIENTE	34.6984127	35.52925786	36.9583333	43.3388377	A LA BAJA
SOPORTE MOTOR IZQUIERDO R-9	58.9861111	88.6049165	84.5833333	114.03408	A LA BAJA
SOPORTE MOTOR R-12	34.46	34.11189148	33.9583333	37.2259306	CRECIENTE
SOPORTE MOTOR IZQUIERDO R-4-R-6	28.3111111	29.35308106	29.9166667	50.1391623	ESTABLE
SOPORTE CAJA R-4 R-6	17.7473684	17.89879891	18.2083333	22.9129151	CRECIENTE
SOPORTE CAJA R-12	22.2285714	37.65012307	38.9583333	65.2419234	A LA BAJA
SOPORTE MOTOR DERECHO R-4- R-6	25.2444444	30.38198632	25.8333333	44.7673646	A LA BAJA
SOPORTECAJA R-18 CORRIENTE CON PLATINA	22.1714286	26.8521976	28.1666667	43.8745721	A LA BAJA
SOPORTE MOTOR DERECHO R-9	26.5694444	27.21881727	27.375	32.2957515	CRECIENTE
MUÑECO TEMPLETE HYUNDAI ATOS ALUMINIO	23.00	22.96048648	24.1666667	31.384028	A LA BAJA
KIT CAUCHO CONTROL CAMBIOS R-18	88.85	136.4583333	87.7083333	115.797198	CRECIENTE
MUÑECO TEMPLETE HYUNDAI ATOS PLASTICO	112.55	100.9421155	103.166667	116.595081	CRECIENTE
SOPORTE AMORTIGUADOR MAZDA 323 DELANTER	9.625	10.003931	10.1666667	11.8773048	CRECIENTE
BUJE PLASTICO HYUNDAI ESTRIADO	504.305556	542.8984783	533.958333	689.281423	A LA BAJA
BUJE TIJERA SUPERIOR LUV 2300	45.1048951	82.66666667	58.7916667	80.715167	A LA BAJA
ACOPLE DIRECCION RENAULT	10.5244755	11.82099126	12.25	14.5475072	ESTABLE
MUÑECO TENSOR R-18 GTX 2.0	21.09	20.5537099	19.8333333	24.6763826	A LA BAJA
TAPA DE ACEITE CHEVETTE	17.4475524	23.89937848	23.9166667	27.6246085	A LA BAJA
MUÑECO MAZDA 323	23.3193277	26.67619147	27.4166667	27.814214	CRECIENTE
SOPORTE CABINA BUJE CONICO VOLVO A25C	10.64	9.487453163	9.91666667	11.8206269	CRECIENTE
BUJE PLASTICO HYUNDAI LISO	19.27	17.23296812	18.25	23.7703953	CRECIENTE

Fuente: El autor 2014

La anterior información fue tomada del Anexo 4. Evaluación métodos de pronóstico.

#### 3.2.2. Desestacionalización de pronósticos.

Después de definir el método de pronóstico a utilizar, se procedió con la desestacionalización de los datos; ésta es una metodología por medio de la cual, los datos proyectados a futuro intentan emular los comportamientos de

estacionalidad y tendencia de los datos históricos<sup>51</sup>. El análisis de las 29 referencias se puede consultar en el Anexo 5. Desestacionalización métodos de pronóstico; Particularmente en esta sección se ejemplificara el ejercicio que se realizó con una de las referencias, información que se puede apreciar en la tabla 10 (muñeco templete Hyundai Atos aluminio):

Tabla 10. Ejemplo análisis de desestacionalización con suavización exponencial simple.

ANALISIS CON SUAVIZAMIENTO EXPONENCIAL SIMPLE

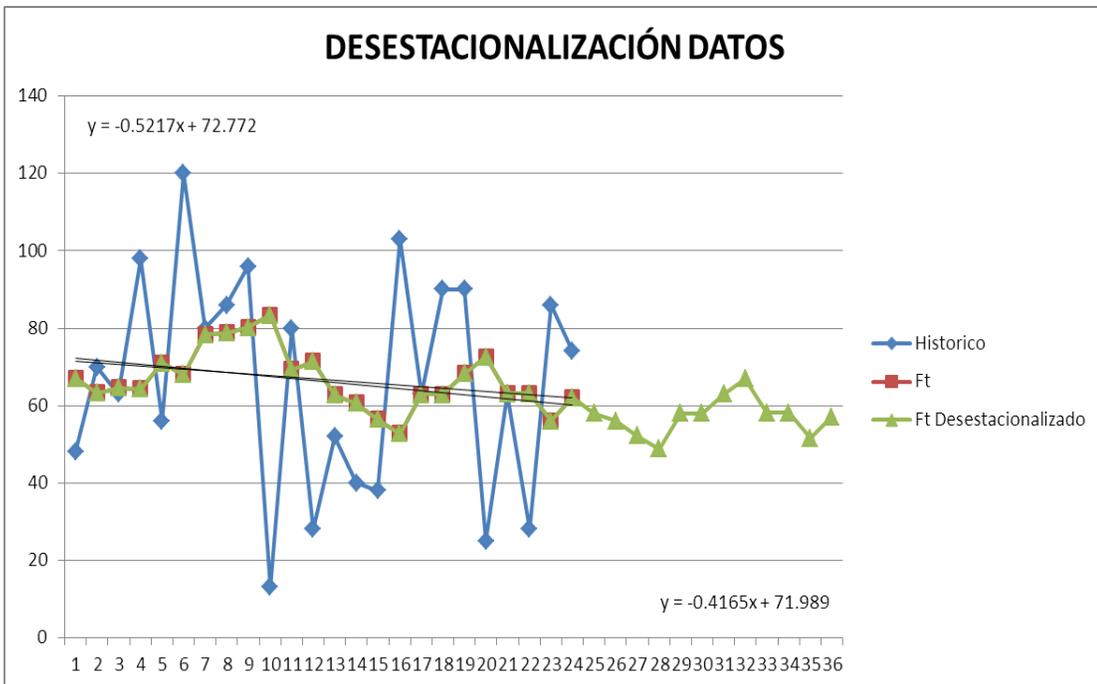
VALOR DE ALFA		0.2							
PERIODO T	DEMANDA	NIVEL Lt	Ft	ERROR	ERROR ABS	ERROR CUAD	E/D	LINEA DE TENDENCIA FT	FT/ AX + B
0		67						$y = -0.4165x + 71.989$	
1	48	63	67	-19	19	361	0.40	71.5725	0.93611373
2	70	65	63	7	7	46	0.10	71.156	0.88818933
3	63	64	65	-2	2	2	0.02	70.7395	0.91264428
4	98	71	64	34	34	1139	0.34	70.323	0.9136129
5	56	68	71	-15	15	225	0.27	69.9065	1.01561943
6	120	78	68	52	52	2704	0.43	69.49	0.97853965
7	80	79	78	2	2	3	0.02	69.0735	1.13500801
8	86	80	79	7	7	53	0.08	68.657	1.14655725
9	96	83	80	16	16	250	0.16	68.2405	1.17489386
10	13	69	83	-70	70	4948	5.41	67.824	1.22877264
11	80	71	69	11	11	115	0.13	67.4075	1.0276634
12	28	63	71	-43	43	1885	1.55	66.991	1.06608017
13	52	61	63	-11	11	115	0.21	66.5745	0.94231607
14	40	56	61	-21	21	424	0.51	66.158	0.91579819
15	38	53	56	-18	18	341	0.49	65.7415	0.85896886
16	103	63	53	50	50	2522	0.49	65.325	0.80789776
17	63	63	63	0	0	0	0.00	64.9085	0.96783529
18	90	68	63	27	27	737	0.30	64.492	0.97464165
19	90	73	68	22	22	472	0.24	64.0755	1.06570018
20	25	63	73	-48	48	2268	1.91	63.659	1.14089473
21	63	63	63	0	0	0	0.00	63.2425	0.99778747
22	28	56	63	-35	35	1231	1.25	62.826	1.00407569
23	86	62	56	30	30	896	0.35	62.4095	0.89835117
24	74	64	62	12	12	143	0.16	61.993	1.00096007
25	1590		58.0245254	-13	551	20881	14.84	61.5765	0.94231607
26			56.0102176					61.16	
27			52.1767752					60.7435	
28			48.7380482					60.327	
29			57.9834962					59.9105	
30			57.9853306					59.494	
31			62.9589022					59.0775	
32			66.9260255					58.661	
33			58.1156321					58.2445	
34			58.0636888					57.828	
35			51.5756881					57.4115	
36			57.0497194					56.995	

<sup>51</sup> ADMINISTRACIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO. Chopra. Cap. 7. Pronostico de la demanda en una cadena de suministro

Fuente: El autor 2014

Para el caso de esta referencia, el método que mejor se adaptó fue el de suavización exponencial simple, el cual obtuvo la menor desviación absoluta de la media; se analizaron los datos históricos de los dos últimos años (columna “demanda” de la tabla 29) con las formulas mencionadas en el capítulo uno numeral 1.9.7, a través de las cuales se obtuvo el denominado “Ft”. El paso a seguir fue proyectar éste, con ayuda de la ecuación de la recta; Posteriormente se haya la línea de tendencia del “Ft” y se calcula el índice estacional de cada periodo, el cual se obtiene dividiendo el pronóstico sobre esta línea de tendencia. Finalmente este índice multiplica a los datos proyectados para que estos tomen el comportamiento que contenían los datos históricos. Para que sea de más fácil apreciación, se graficaron los datos obtenidos en la gráfica 22:

Gráfica 22. Ejemplo análisis de desestacionalizacion



Fuente: El autor 2014

Al analizar la gráfica se puede entender con más facilidad el proceso: inicialmente se grafican los datos históricos, después el Ft del método que mejor se acople al comportamiento de la demanda y posteriormente se obtienen los componentes de tendencia y estacionalidad que se le imprimen a los datos proyectados por medio del índice estacional. La anterior es una

gráfica de cantidad Vs tiempo, donde los periodos del 1 al 24 representan los datos históricos de ventas de la referencia y del 25 al 36, representan el pronóstico obtenido.

Este procedimiento se repitió de la misma manera en cada referencia para obtener los pronósticos de la demanda, dato con el cual se inicia el análisis de plan agregado que posteriormente dictará los lineamientos de todo el sistema.

### 3.2.3. Plan agregado de producción.

Después de obtener los pronósticos de producción, había que determinar la unidad de agregación por medio de la cual se iba a unificar todo el sistema; la unidad seleccionada fue el tiempo, debido a que se está trabajando múltiples referencias, razón por la cual hay varios grupos de producción que no se pueden unificar en una escala numérica porque los procesos son muy diferentes, mientras que el tiempo es inmutable para todo el universo.<sup>52</sup>

Era necesario plantear una unidad de agregación para generar el plan agregado, ya que se está trabajando con múltiples referencias que manejan distintos esquemas de producción y de esta forma poder medirlas a todas con la misma unidad; teniendo en cuenta la información de la tabla 14 (tiempos estándar de producción) y los resultados obtenidos con los pronósticos (revisar anexo 6. Sistema de producción Orfi), se multiplicó cada unidad de producción por su tiempo estándar de fabricación, con el objetivo de determinar cuál es la capacidad necesaria de producción en unidades de tiempo. La Información obtenida puede ser encontrada en la Tabla 11.

---

<sup>52</sup> ALBERT EINSTEIN. Teoría de la relatividad. 1916.

Tabla 11. capacidad de planta necesaria (Horas)

<b>CAPACIDAD NECESARIA- HORAS</b>												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
PRODUCTO A	51.51	54.54	51.51	48.48	48.48	48.48	48.48	48.48	42.42	39.39	36.36	30.3
PRODUCTO B	602.4	613.2	574.8	596.4	532.8	466.2	505.8	591.6	604.8	579	541.8	558
PRODUCTO C	27.52	25.8	25.8	25.8	25.8	24.08	25.8	27.52	29.24	27.52	27.52	25.8
PRODUCTO D	25.56	25.56	25.56	24.14	22.72	24.14	24.14	22.72	21.3	25.56	26.98	26.98
PRODUCTO E	16.02	13.32	16.38	16.02	14.22	13.5	13.32	14.58	12.42	10.62	8.46	8.82
PRODUCTO F	104.7	102.9	97.95	89.25	89.7	114.9	105.3	107.4	115.8	105.3	105	99.15
PRODUCTO G	18.2	19.25	21	17.5	24.85	26.6	24.5	23.45	25.2	21.7	25.2	16.45
PRODUCTO H	28.47	26.26	12.09	33.15	27.04	24.44	10.53	13	4.29	0.78	0.13	0
PRODUCTO I	14.3	11.88	9.9	7.92	7.7	3.74	2.86	7.7	7.04	8.36	7.92	10.78
PRODUCTO J	13.42	12.76	12.54	12.54	10.12	7.48	7.04	7.26	6.82	4.18	3.74	4.4
PRODUCTO K	18.48	18.92	18.92	20.24	18.92	17.82	16.72	17.16	18.26	19.14	20.24	19.8
PRODUCTO L	12.1	13.64	13.2	14.08	14.08	12.76	11	11.44	10.56	9.68	9.9	9.9
PRODUCTO M	11.9	14.7	17.15	16.1	17.15	17.85	20.3	24.15	23.8	21.7	24.5	25.2
PRODUCTO N	12.8	13.8	11	10.6	9.6	9.2	9.6	9.4	8.2	7.8	7	6.6
PRODUCTO O	10.34	9.68	9.9	9.9	8.8	9.02	7.7	7.04	6.38	5.94	5.06	4.4
PRODUCTO P	11.61	12.15	11.88	10.8	10.8	10.8	9.45	8.91	8.64	8.1	8.1	7.83
PRODUCTO Q	12.1	12.1	12.32	11.44	11	11	12.1	12.54	11.88	11.22	12.54	13.2
PRODUCTO R	4.72	4.56	4.24	3.92	4.64	4.64	5.04	5.36	4.72	4.72	4.16	4.64
PRODUCTO S	7.55	7.2	6.85	9.5	9.05	8.3	8.5	8.25	8.6	8.2	9.1	8.8
PRODUCTO T	12.8	11.84	10.96	10.64	10.16	11.04	10.32	9.68	12.72	12	11.52	11.12
PRODUCTO U	2.21	1.7	1.53	1.53	1.53	1.7	1.87	2.38	3.06	3.06	2.38	3.74
PRODUCTO V	8	7.36	13.36	10.1	9.56	11.88	12.82	11.8	9.18	10.44	12.26	10.26
PRODUCTO W	12.32	10.24	10.56	10.4	8.8	8.16	9.6	8.64	7.52	7.84	8.48	7.52
PRODUCTO X	3.4	3.4	3.4	3.91	3.74	3.91	4.08	4.25	3.57	3.57	3.23	3.23
PRODUCTO Y	6.4	5.6	5.4	5	4.8	4.4	4.6	4.2	3.6	3.4	3.2	3.2
PRODUCTO Z	1.6	1.55	1.2	1.2	1.05	1.15	1.15	1.25	1.45	1.5	1.45	1.45
PRODUCTO AA	4.48	3.52	3.52	3.36	3.36	3.2	3.2	2.4	2.72	3.04	3.36	4.48
PRODUCTO AB	0.6	0.62	0.6	0.58	0.64	0.78	0.72	0.72	0.66	0.76	0.72	0.72
PRODUCTO AC	9.24	8.47	10.01	10.01	12.32	11.55	11.55	11.55	10.78	14.63	13.09	13.09
<b>TOTAL</b>	<b>1065</b>	<b>1067</b>	<b>1014</b>	<b>1035</b>	<b>963.4</b>	<b>912.7</b>	<b>928.1</b>	<b>1025</b>	<b>1026</b>	<b>979.2</b>	<b>943.4</b>	<b>939.9</b>

Fuente: El Autor 2014

Una vez obtenido el dato de la capacidad de planta necesaria, se procedió a estipular la capacidad disponible, en donde, teniendo en cuenta los días hábiles del año 2014, el horario semanal de trabajo y la cantidad actual de operarios que tiene la empresa se obtuvieron los resultados de la tabla 12.

Tabla 12. Capacidad disponible-Horas.

HORAS POR TURNO	8
OPERARIOS	5

CAPACIDAD DISPONIBLE(HORAS)												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
<b>DIAS HABILES</b>	20.5	22	22.5	22	23.5	20	25	21.5	24	24	20.5	20
<b>HR POR EMPLEADO</b>	164	176	180	176	188	160	200	172	192	192	164	160
<b>HR TOTALES</b>	820	880	900	880	940	800	1000	860	960	960	820	800
<b>DESCANSOS PROGRAMADOS</b>												
<b>MANTENIMIENTOS</b>												
<b>PERMISOS</b>												
<b>DISPONIBILIDAD TOTAL</b>	820	880	900	880	940	800	1000	860	960	960	820	800
<b>CAPACIDAD NECESARIA</b>	1065	1067	1014	1035	963.4	912.7	928.1	1025	1026	979.2	943.4	939.9

Fuente: El Autor 2014

En la casilla “días hábiles” se incluyeron los días reales disponibles de trabajo con base en el calendario 2014 y a los horarios normales de producción, este dato se multiplicó por la disponibilidad horaria de cada empleado y se obtuvo el dato global de la capacidad que se dispone.

Con los 6 operarios que actualmente posee la empresa y el turno normal de trabajo de 8 horas, se apreció que la capacidad disponible es mayor a la capacidad necesaria en casi el 80% de los meses, dato que se obtiene al comparar el total anual de disponibilidad contra el de necesidad, de lo que se puede inferir que la planta cuenta con exceso de personal.

Se evaluaron las estrategias de mano de obra constante y la de mano de obra variable, combinadas con el uso de horas extras y externalización, de las cuales se obtuvo como resultado, que la empresa estaba recurriendo en un alto costo de horas extras y que era necesario prescindir de un operario con la intención de optimizar los costos de productividad. La tabla 32, muestra los costos que se tuvieron en cuenta para el análisis financiero de cada una de las estrategias; dichos costos se estimaron basándose en el sueldo que tienen asignado actualmente los operarios (\$616.000) y en el porcentaje de carga prestacional, entre otros sobrecargos que implican para la empresa el uso de fuerza laboral. El cuadro 19 muestra las variables que se consideraron a la hora de contratar un operario.

Cuadro 19. Variables de consideración según tipo de costo.

<b>TIPO DE COSTO</b>	<b>VARIABLES A CONSIDERAR</b>
Costos de contratar personal	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Costo de capacitación</li> <li>✓ Costo de carga prestacional</li> <li>✓ Dotación</li> </ul>
Costos de despedir personal	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Primas</li> <li>✓ Indemnización</li> <li>✓ Pago cesantías</li> <li>✓ Intereses de cesantías</li> <li>✓ Pago de vacaciones</li> </ul>
Costos hora de trabajo tiempo normal	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Costo hora de trabajo</li> <li>✓ Costos por uso de instalaciones</li> <li>✓ Costos por uso de equipos</li> </ul>
Costo hora de trabajo tiempo extra	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Recargo legal del 1.25 para extras normales</li> <li>✓ Recargo legal del 1.50 para extras nocturnas</li> </ul>
Costo hora de trabajo ociosa	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Costo hora de trabajo</li> <li>✓ Costo por uso de instalaciones</li> <li>✓ Costo por uso de equipos</li> <li>✓ Costo de Penalización por ineficiencia</li> </ul>
Costo de subcontratar horas de trabajo	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Costo hora de trabajo</li> <li>✓ Costo por uso de instalaciones</li> <li>✓ Costo por uso de equipos</li> <li>✓ Recargo por utilidad para el prestador del servicio</li> </ul>

Fuente: El autor 2014

Teniendo en cuenta las anteriores variables económicas se obtuvo el cuadro 20 con los costos del plan agregado.

Cuadro 20. Costos plan agregado.

<b>TABLA DE COSTOS</b>	
COSTO DE CONTRATAR PERSONAL	\$ 600,000
COSTO DE DESPEDIR PERSONAL	\$ 650,000
COSTO HORA DE TRABAJO TIEMPO NORMAL	\$ 5,000
COSTO HORA DE TRABAJO TIEMPO EXTRA	\$ 6,250
COSTO DE HORA DE TRABAJO OCIOSA	\$ 5,000
COSTO DE SUBCONTRATAR HORAS DE TRABAJO	\$ 7,000

Fuente: El autor 2014

Una vez estipulados los costos que se van a evaluar, se cruzaron con la información obtenida de horas del plan agregado y se realizó el respectivo análisis el cual quedo descrito en la tabla 13:

Tabla 13. Análisis de costos con operarios actuales.

<b>MANO DE OBRA CONSTANTE</b>												
DESCRIPCIÓN	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Capacidad necesaria	1064.8	1066.5	1013.5	1034.5	963.43	912.72	928.09	1024.8	1025.6	979.15	943.4	939.86
Capacidad disponible	984	1056	1080	1056	1128	960	1200	1032	1152	1152	984	960
Tiempo ocioso			66.47	21.49	164.57	47.28	271.91	7.17	126.37	172.85	40.6	20.14
Tiempo faltante	80.75	10.52										
Techo horas extras	246	264	270	264	282	240	300	258	288	288	246	240
Horas extras	80.75	10.52										
Externalización												

<b>TABLA DE COSTOS MANO DE OBRA CONSTANTE</b>												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
MANO DE OBRA	\$ 4,920,000	\$ 5,280,000	\$ 5,400,000	\$ 5,280,000	\$ 5,640,000	\$ 4,800,000	\$ 6,000,000	\$ 5,160,000	\$ 5,760,000	\$ 5,760,000	\$ 4,920,000	\$ 4,800,000
TIEMPO OCIOSO			\$ 332,350	\$ 107,450	\$ 822,850	\$ 236,400	\$ 1,359,550	\$ 35,850	\$ 631,850	\$ 864,250	\$ 203,000	\$ 100,700
HORAS EXTRAS	\$ 504,688	\$ 65,750										
EXTERNALIZAR												
TOTAL MENSUAL	\$ 5,424,688	\$ 5,345,750	\$ 5,732,350	\$ 5,387,450	\$ 6,462,850	\$ 5,036,400	\$ 7,359,550	\$ 5,195,850	\$ 6,391,850	\$ 6,624,250	\$ 5,123,000	\$ 4,900,700
COSTO TOTAL ANUAL	\$ 68,984,688											

OPERARIOS INICIALES:	<b>MANO DE OBRA VARIABLE</b>											
6	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Contratar/Despedir	6	6	6	6	5	6	5	6	5	5	6	6
Capacidad disponible	984	1056	1080	1056	940	960	1000	1032	960	960	984	960
Tiempo ocioso			66.47	21.49		47.28	71.91	7.17			40.6	20.14
Tiempo faltante	80.75	10.52			23.43				65.63	19.15		
Techo horas extras	246	264	270	264	235	240	250	258	240	240	246	240
Horas extras	80.75	10.52			23.43				65.63	19.15		
Externalización												

<b>TABLA DE COSTOS MANO DE OBRA VARIABLE</b>												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
MANO DE OBRA	\$ 4,920,000	\$ 5,280,000	\$ 5,400,000	\$ 5,280,000	\$ 4,700,000	\$ 4,800,000	\$ 5,000,000	\$ 5,160,000	\$ 4,800,000	\$ 4,800,000	\$ 4,920,000	\$ 4,800,000
TIEMPO OCIOSO			\$ 332,350	\$ 107,450		\$ 236,400	\$ 359,550	\$ 35,850			\$ 203,000	\$ 100,700
HORAS EXTRAS	\$ 504,688	\$ 65,750			\$ 146,437				\$ 410,187	\$ 119,688		
EXTERNALIZACIÓN												
CONTRATAR/DESPEDIR					\$ 650,000	\$ 600,000	\$ 650,000	\$ 600,000	\$ 650,000		\$ 600,000	
TOTAL MENSUAL	\$ 5,424,688	\$ 5,345,750	\$ 5,732,350	\$ 5,387,450	\$ 5,496,438	\$ 5,636,400	\$ 6,009,550	\$ 5,795,850	\$ 5,860,188	\$ 4,919,688	\$ 5,723,000	\$ 4,900,700
COSTO TOTAL ANUAL	\$ 66,232,050											

Fuente: El autor 2014

Bajo el modelo actual y con el criterio de mano de obra constante, se trabajaría con un costo de \$69.000.000, mientras que se conseguiría un costo de \$66.000.000 con el criterio de mano de obra variable; de manera implícita, se están evaluando también, el uso de horas extras, externalización y los costos de contratar-despedir.

Tabla 14. Análisis de costos con operarios propuestos.

MANO DE OBRA CONSTANTE												
DESCRIPCIÓN	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Capacidad necesaria	1064.8	1066.5	1013.5	1034.5	963.43	912.72	928.09	1024.8	1025.6	979.15	943.4	939.86
Capacidad disponible	820	880	900	880	940	800	1000	860	960	960	820	800
Tiempo ocioso							71.91					
Tiempo faltante	244.75	186.52	113.53	154.51	23.43	112.72		164.83	65.63	19.15	123.4	139.86
Techo horas extras	205	220	225	220	235	200	250	215	240	240	205	200
Horas extras	205	186.52	113.53	154.51	23.43	112.72		164.83	65.63	19.15	123.4	139.86
Externalización	39.75											

TABLA DE COSTOS MANO DE OBRA CONSTANTE												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
MANO DE OBRA	\$ 4,100,000	\$ 4,400,000	\$ 4,500,000	\$ 4,400,000	\$ 4,700,000	\$ 4,000,000	\$ 5,000,000	\$ 4,300,000	\$ 4,800,000	\$ 4,800,000	\$ 4,100,000	\$ 4,000,000
TIEMPO OCIOSO							\$ 359,550					
HORAS EXTRAS	\$ 1,281,250	\$ 1,165,750	\$ 709,562	\$ 965,687	\$ 146,437	\$ 704,500		\$ 1,030,188	\$ 410,187	\$ 119,688	\$ 771,250	\$ 874,125
EXTERNALIZAR	\$ 278,250											
TOTAL MENSUAL	\$ 5,659,500	\$ 5,565,750	\$ 5,209,563	\$ 5,365,688	\$ 4,846,438	\$ 4,704,500	\$ 5,359,550	\$ 5,330,188	\$ 5,210,188	\$ 4,919,688	\$ 4,871,250	\$ 4,874,125
COSTO TOTAL ANUAL	\$ 61,916,425											

MANO DE OBRA VARIABLE												
OPERARIOS INICIALES:	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
5												
Contratar/Despedir	6	6	6	6	5	6	5	6	5	5	6	6
Capacidad disponible	984	1056	1080	1056	940	960	1000	1032	960	960	984	960
Tiempo ocioso			66.47	21.49		47.28	71.91	7.17			40.6	20.14
Tiempo faltante	80.75	10.52			23.43				65.63	19.15		
Techo horas extras	246	264	270	264	235	240	250	258	240	240	246	240
Horas extras	80.75	10.52			23.43				65.63	19.15		
Externalización												

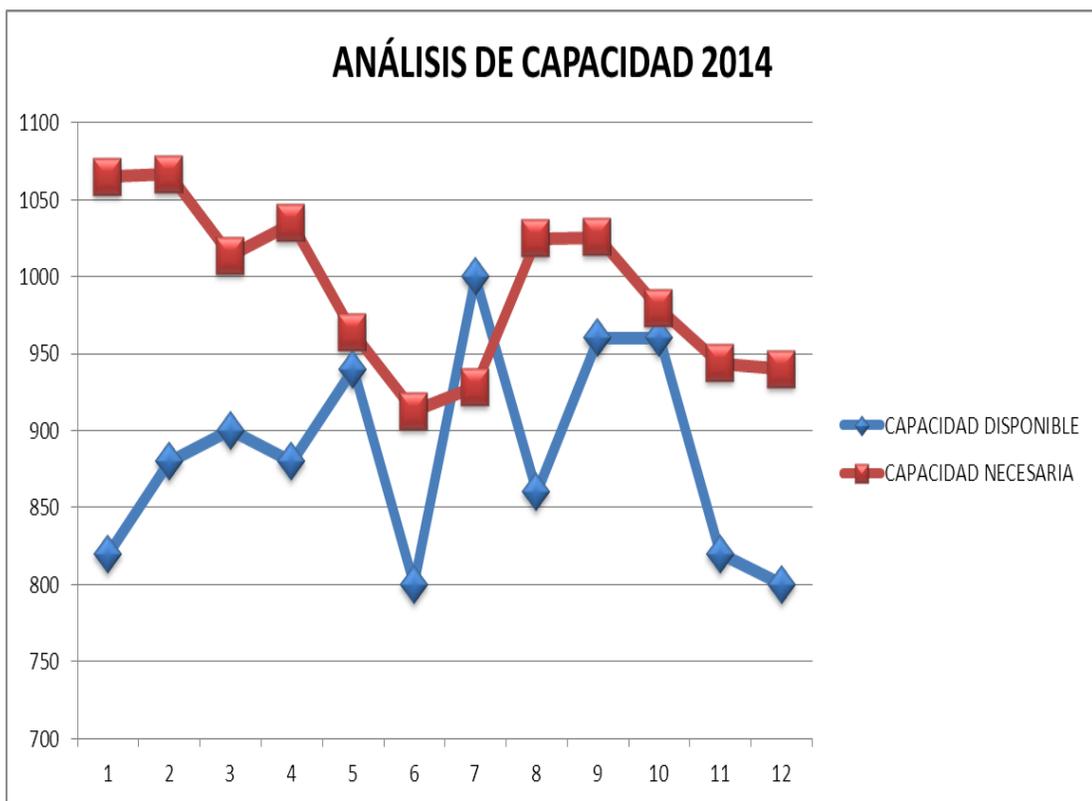
TABLA DE COSTOS MANO DE OBRA VARIABLE												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
MANO DE OBRA	\$ 4,920,000	\$ 5,280,000	\$ 5,400,000	\$ 5,280,000	\$ 4,700,000	\$ 4,800,000	\$ 5,000,000	\$ 5,160,000	\$ 4,800,000	\$ 4,800,000	\$ 4,920,000	\$ 4,800,000
TIEMPO OCIOSO			\$ 332,350	\$ 107,450		\$ 236,400	\$ 359,550	\$ 35,850			\$ 203,000	\$ 100,700
HORAS EXTRAS	\$ 504,688	\$ 65,750			\$ 146,437				\$ 410,187	\$ 119,688		
EXTERNALIZACION												
CONTRATAR/DESPEDIR	\$ 600,000				\$ 650,000	\$ 600,000	\$ 650,000	\$ 600,000	\$ 650,000		\$ 600,000	
TOTAL MENSUAL	\$ 6,024,688	\$ 5,345,750	\$ 5,732,350	\$ 5,387,450	\$ 5,496,438	\$ 5,636,400	\$ 6,009,550	\$ 5,795,850	\$ 5,860,188	\$ 4,919,688	\$ 5,723,000	\$ 4,900,700
COSTO TOTAL ANUAL	\$ 66,832,050											

Fuente: El autor 2014

Bajo el modelo propuesto presentado en la tabla 14 se obtienen costos de \$62.000.000 en cuanto a mano de obra constante y \$67.000.000 con el criterio de mano de obra variable. Esta información fue obtenida del Anexo 6. Sistema de producción Orfi, en su sección “costos plan agregado”.

Del análisis de costos se puede inferir, que la estrategia de planeación agregada recomendada para el sistema de producción de la empresa es el de mano de obra constante, combinada con el uso de horas extras y la externalización cuando esta se necesite, además se logra un menor costo si se decide trabajar con 5 operarios y no con 6 como se realiza actualmente, dado que el tiempo ocioso que se presenta con el modelo existente es elevado debido a los planteamientos de producción, los cuales se realizan sin ningún tipo de análisis de costos. La gráfica 23 muestra la relación entre la capacidad disponible y la capacidad necesaria donde se evidencia la cantidad de tiempo que se desperdicia, con base en la cual se justifica el despido de uno de los operarios.

Gráfica 23. Capacidad disponible contra capacidad necesaria 2014



Fuente: El Autor 2014

#### 3.2.4. Plan maestro de producción.

Para este paso, el método utilizado fue el método tabular, el cual permite desagregar el plan agregado con una metodología sencilla basándose en

una hoja de cálculo; por otro lado, cuando hubo que dividir el plan maestro para enfocarlo en un horizonte de tiempo más meticuloso, se utilizó la técnica del “Lote a Lote”, ya que otras técnicas (Lote económico de pedido, Costo total mínimo, Costo mínimo por unidad) no contemplan los siguientes aspectos de vital importancia para el modelo que este sí<sup>53</sup>:

- Permite producir estrictamente lo que se necesita sin incurrir en almacenamiento de inventarios.
- Reduce al mínimo el costo de almacenaje de inventarios.
- No depende de las limitaciones de capacidad.
- La cantidad de producción se ajusta fácilmente a la cantidad requerida o demandada.

Dadas las características de la técnica “lote a lote”, se adapta a las necesidades de la empresa, pues como se observó en el capítulo 2 en su sección de distribución de planta, el área de almacén es muy pequeña en relación a las cantidades que actualmente se están produciendo.

El cuadro 21, muestra el esquema final que se desarrolló, con la finalidad de obtener el plan maestro de producción.

Cuadro 21. Plan maestro de producción método tabular.

PRODUCTO	B	ENERO				FEBRERO				MARZO			
PRONOSTICO		940				940				940			
SEMANAS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
DEMANDA		235	235	235	235	235	235	235	235	235	235	235	235

Fuente: El autor 2014

La tabla muestra en la sección que dice “pronostico” el dato entregado por el plan agregado que indica la cantidad de unidades de cierta referencia (para el ejemplo el producto “b”), y lo descompone en una escala de tiempo minuciosa, en semanas para este caso. Se puede apreciar, que cada semana tiene asignada la producción del mismo número de unidades y que la suma de todas estas, es igual a la demanda, razón por la cual, al final del periodo la empresa no cargará con el costo de almacenar unidades sobrantes.

<sup>53</sup> CHASE, JACOBS, AQUILANO. Administración de la producción. 10 Edición. Bogotá. Mc Graw Hill. 2004. 657 p.

### 3.3. PROGRAMACIÓN

#### 3.3.1. Plan de requerimiento de materiales.

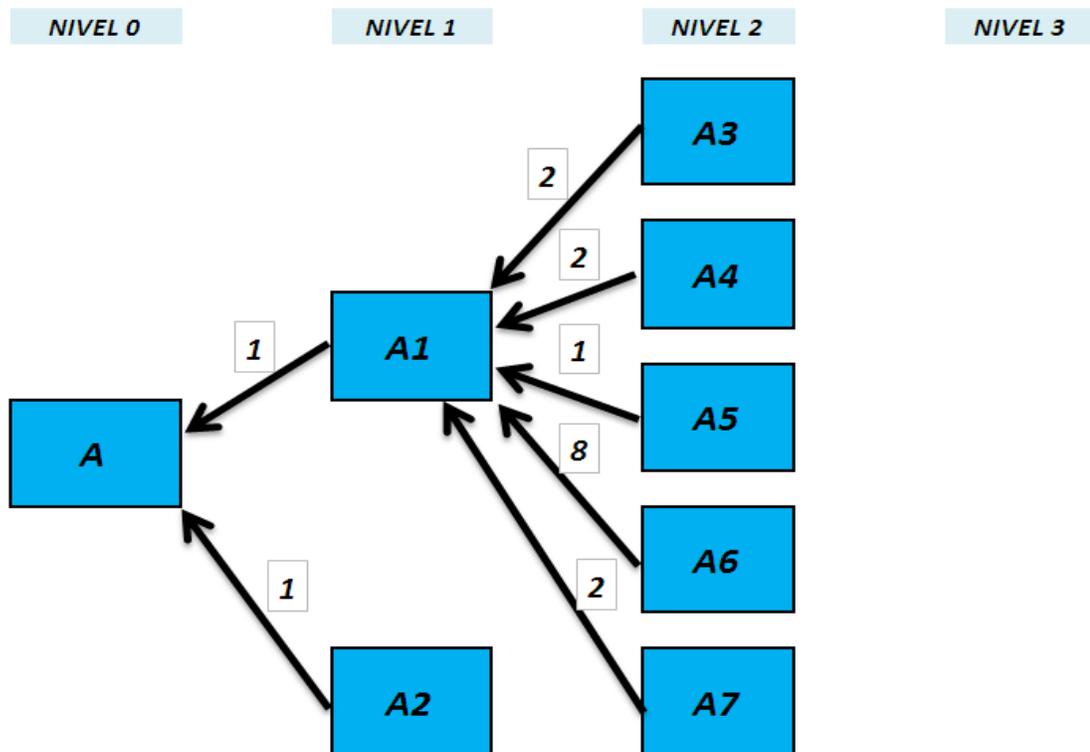
El MRP pretende sistematizar la demanda dependiente que se genere por parte de la producción de la empresa.

Una vez definido el plan maestro de producción, se procedió con el desarrollo del plan de requerimiento de materiales, para el cual se desarrolló el árbol de precedencias y una hoja de cálculo elaborada con los elementos principales que se necesitan para la estimación del MRP.

Este sistema permite que la empresa tenga un plan con el cual estimar sus órdenes de compra y sus órdenes de producción, a fin de optimizar la capacidad disponible que posee la organización.

La grafica 24, muestra un ejemplo con una de las referencias para que se aprecie con mayor claridad el proceso planteado (en el ejemplo a referencia "A").

Gráfica 24. Modelo árbol de precedencias.



Fuente: El autor 2014

Cuadro 22. Datos principales del MRP, referencia "A".

CODIGO	DESCRIPCION	TIPO DE PRODUCTO	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	TAMAÑO LOTE	TIEMPO DE ENTREGA (SEMANAS)	INVENTARIO INICIAL	STOCK DE SEGURIDAD
A	CHOPO CATERPILLAR 740	PT	1	UNIDAD	20	1	10	10
A1	CHOPO PREARMADO	PP	1	UNIDAD	20	0	5	10
A2	MEZCLA DE CAUCHO	PP	1	UNIDAD	20	1	30	10
A3	PLATINA MECANIZADA EN HR DE 3/4	PP	2	UNIDAD	40	0	8	20
A4	TUERCA MECANIZADA DE 1" Y 1/2	PP	2	UNIDAD	40	0	10	20
A5	VARILLA ROSCADA CORTADA DE 1" Y 1/4	PP	1	UNIDAD	20	0	4	10
A6	DISCOS TROQUELADOS EN LAMINA C12	PP	8	UNIDAD	160	0	50	80
A7	BOCINES DE FUNDICION MECANIZADOS	PP	2	UNIDAD	40	2	58	20

Fuente: El Autor 2014

A cada referencia se le asignó un código alfabético, el cuadro 22 muestra el ejemplo de la referencia "A" y los productos, subproductos y materias primas que dependen de este. Estos recibieron un código alfanumérico cuya primera letra es la del producto padre, para que se pueda saber con más facilidad hacia que producto terminado están dirigidas; Además se identificó si cada una de estas es un producto terminado (PT) o un producto en proceso (PP). Adicionalmente, el árbol de precedencias muestra la cantidad que se requiere de cada subproducto para fabricar su producto padre.

En el modelo actual, los tamaños de lote no están definidos por algún tipo de modelo sistémico, por el contrario son estipulados de manera empírica, según el criterio del jefe de producción; de igual forma se establece la cantidad de inventario de seguridad con la que se debe contar. El modelo MRP propuesto, evalúa el tamaño de los lotes con ayuda de un modelo de lote económico de pedido, con la finalidad de establecer una metodología apropiada para definir el tamaño económico del lote y de reducir costos de almacenamiento de inventario. Esta propuesta se puede analizar en el capítulo número 4 o en el anexo 6. Sistema de producción Orfi, en su sección MRP.

Con los datos obtenidos a partir del análisis del árbol de precedencias y de los datos que alimentan el sistema para el cálculo del MRP, se formuló la siguiente hoja de cálculo presentada en la tabla 15:

Tabla 15. Sistema MRP hoja de calculo

<b>PRODUCTO</b>	A																				
<b>TAMAÑO LOTE</b>	12			<b>TIEMPO DE ENTREGA</b>				1				<b>STOCK DE SEGURIDAD</b>				4				<b>RPH</b>	
	MESES			ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL					
<b>SEMANAS</b>	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
NECESIDADES BRUTAS				4	4	4	9	5	5	5	5	0	9	9	9	4	4	4	4		
LLEGADAS PROGRAMADAS																					
INVENTARIO DE MATERIALES			10	6	14	10	13	8	15	10	5	5	8	11	14	10	6	14	10		
NECESIDADES NETAS				0	2	0	3	0	1	0	0	0	8	5	2	0	0	2	0		
RECEPCION DE ORDENES				0	12	0	12	0	12	0	0	0	12	12	12	0	0	12	0		
COLOCACION DE ORDENES	0	0	0	12	0	12	0	12	0	0	0	12	12	12	0	0	12	0	0		

Fuente: El Autor 2014.

Este sistema, esta alimentado directamente por los lineamientos establecidos en el plan maestro de producción; la casilla “necesidades brutas” esta enlazada con la hoja de cálculo del PMP, El cual indica cual es el requerimiento semanal de cada producto; Además, el modelo incluye datos básicos para cualquier modelo MRP como lo es el caso del inventario inicial de materiales, el tamaño de lote previamente calculado y el stock de seguridad que hay que dejar del producto en caso de que se presente un imprevisto; La casilla denominada “RPH” hace referencia a la relación padre-hijo, es decir, a la cantidad de unidades que se requieren de determinado subproducto (producto hijo) para fabricar el producto principal o alguno de sus componentes que dependa de un previo proceso de manufactura (producto padre).

El resultado más importante del sistema MRP propuesto, es la casilla que dice “colocación de órdenes” ya que con esta, se elabora el listado general de órdenes de compra y el listado general de órdenes de producción.

Este proceso se repitió para cada una de las referencias y la información general se dividió en dos secciones: por un lado se elaboró un plan global de órdenes de compra basado en las materias primas o suministros que no se fabriquen dentro de la organización teniendo en cuenta sus tiempos de entrega, (información que se obtuvo del capítulo dos numeral 2.6.1.) y por el otro, un plan global de órdenes de producción, el cual indica en qué momento se debe comenzar a fabricar cierto elemento a fin de satisfacer a tiempo la demanda interna de la organización y así, poder cumplir con el plan global o plan agregado que se trazó en un principio.

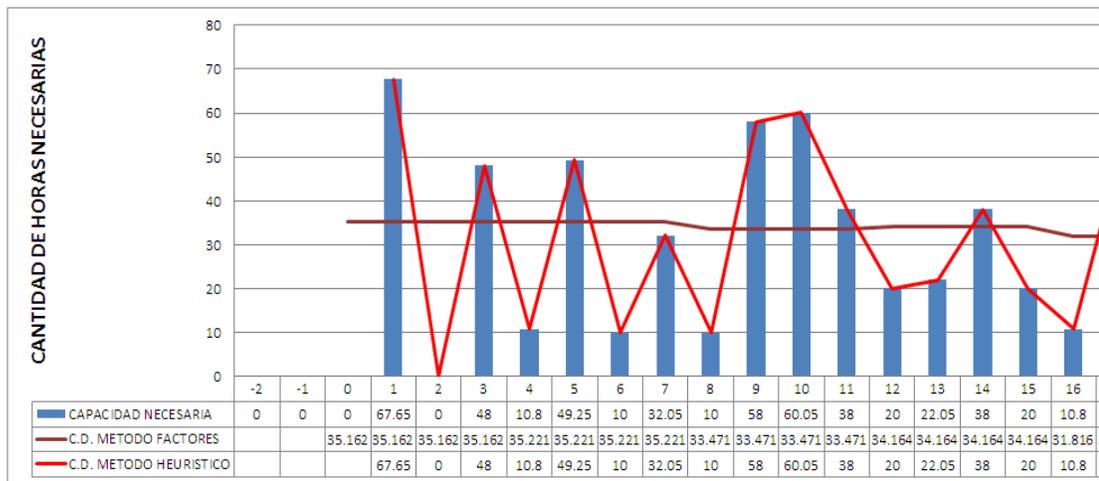
### 3.3.2. Capacidad de planta.

Como se plantea en el capítulo uno, en el numeral 1.9.13, existen diferentes estrategias que se pueden adoptar con la finalidad de utilizar eficientemente los recursos de producción que se poseen. Dentro de las estrategias mencionadas se encuentran la proactiva, la reactiva y la estrategia de valor esperado; se definió la estrategia de valor esperado como la más adecuada para la organización ya que, según el enfoque propuesto dentro del plan agregado de producción, lo que se pretende es hacer que la capacidad este lo más cerca posible a los requerimientos de la demanda, que en este caso, se logró con el uso de horas extras.

Apoyándose en el anexo 7 (tiempo total demandado por producción), se analizó la capacidad de cada uno de los departamentos productivos de la empresa y se comparó bajo los dos métodos mencionados en el capítulo uno, el método de los factores y el de lista de capacidad.

Relacionando los tiempos estándar de producción por departamento y el plan global de órdenes de producción obtenido del sistema MRP, se diseñó un cuadro en el cual se muestran las necesidades de capacidad de cada departamento y se analizó bajo las dos metodologías mencionadas; a continuación, se muestra un ejemplo en la gráfica 25 del análisis que se desarrolló con el departamento de mecanizado:

Gráfica 25. Segmento cuadro comparativo entre modelos de capacidad- departamento de mecanizado



Fuente: El Autor 2014

La gráfica 25 muestra en su eje vertical, la cantidad de horas hombre necesarias que se requieren en el departamento, para el cumplimiento de los objetivos de producción propuestos, mientras que el eje horizontal muestra la línea de tiempo que se está analizando; como se puede observar, el método de los factores (línea semi-recta dentro del ejemplo), establece un porcentaje fijo de capacidad a cada departamento, según el comportamiento histórico de la necesidad; Por otro lado, el método de lista de capacidad (línea de comportamiento intermitente dentro del ejemplo) asigna a cada departamento, exclusivamente la capacidad que este requiera, lo que reduce de manera importante, el tiempo ocioso en los departamentos.

Este proceso se repitió para cada departamento y se obtuvo un análisis general que dio como método más eficiente, al modelo de lista de capacidad.

### 3.3.3. Asignación mano de obra.

En el caso particular de la asignación de mano de obra se evaluaron dos metodologías, el método sistémico y el método heurístico.

En el caso particular del modelo sistémico presentado en la tabla 16, el proceso que se realizó fue asignar personal de manera permanente durante una semana a un centro de trabajo específico según fuera el requerimiento de tiempo necesario; el defecto de este modelo es que en muchos casos, se elevó la cantidad de tiempo ocioso y en muchos casos, el modelo indicaba que había que contratar personal adicional lo cual incurriría en costos adicionales.

El otro método que se evaluó fue el modelo heurístico que se planteó en la tabla 17 en el cual, se asigna el personal por horas específicas a cada centro de trabajo, lo cual se puede hacer sin ningún inconveniente ya que según las encuestas y la información obtenida en el capítulo dos, todos los operarios poseen el mismo nivel de conocimiento y cada uno de ellos está capacitado para ejecutar labores en cualquiera de los departamentos de la organización. Esta metodología optimizó la asignación de personal casi en un 100% y se mantuvo dentro de las disposiciones del plan agregado de producción, el cual sugiere el uso de cinco operarios para el desarrollo de todas las actividades del departamento de planta. Para entrar en más detalle acerca del proceso comparativo que se realizó, consultar el Anexo 6. Sistema de producción Orfi. En la sección de asignación de mano de obra.

Tabla 16: Asignación mano de obra departamento de mecanizado, método sistémico

MECANIZADO	CAPACIDAD NECESARIA PARA DEPARTAMENTO DE MECANIZADO												
	SEMANAS	ENERO				FEBRERO				MARZO			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	67.7	0	48	10.8	49.3	10	32.1	10	58	60.1	38	20	
	PERSONAL REQUERIDO PARA CUMPLIR LA LABOR:												
	1.503	0	1.067	0.24	1.094	0.222	0.712	0.222	1.289	1.334	0.844	0.444	
	PERSONAL TEORICO NECESARIO:												
	2	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	
	VARIACION:												
	-50%	0%	7%	24%	9%	22%	-29%	22%	29%	33%	-16%	44%	
	PERSONAL REAL NECESARIO:												
	2	0	1	0	1	0	1	0	2	2	1	1	

Fuente: El autor 2014.

En la anterior tabla se aprecia la manera en que se analizó la asignación de personal de manera sistémica; el dato Inicial de necesidad del departamento, se obtuvo del análisis previo de capacidad que se realizó a cada departamento, ese dato se dividió en la disponibilidad de tiempo normal por semana de cada operario (45 horas) para determinar qué cantidad de operarios se requerían para el desarrollo de dicha labor; si la necesidad de personal, en su unidad decimal supera el “.25”, inmediatamente se asigna otro trabajador ya que cada uno solo puede laborar el 25% de su tiempo normal de trabajo como tiempo extra, según la normatividad y legislación colombiana; Esto ocasiona que la capacidad real de personal, en algunos casos se vea por encima de la capacidad necesaria.

Tabla 17. Asignación mano de obra departamento de mecanizado, método Heurístico

MECANIZADO	CAPACIDAD NECESARIA PARA DEPARTAMENTO DE MECANIZADO												
	SEMANAS	ENERO				FEBRERO				MARZO			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	67.7	0	48	10.8	49.3	10	32.1	10	58	60.1	38	20	
	PERSONAL REQUERIDO PARA CUMPLIR LA LABOR:												
	1.503	0	1.067	0.24	1.094	0.222	0.712	0.222	1.289	1.334	0.844	0.444	
	PERSONAL TEORICO NECESARIO:												
	2	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	
	VARIACION:												
	-50%	0%	7%	24%	9%	22%	-29%	22%	29%	33%	-16%	44%	
	PERSONAL REAL NECESARIO:												
	1.5	0	1.07	0.24	1.09	0.22	0.71	0.22	1.29	1.33	0.84	0.44	

Fuente: El autor 2014

A diferencia del primer método, este asigna exclusivamente la cantidad de personal necesario que se requiera, lo que se puede hacer sin ningún inconveniente, pues la flexibilidad en cuanto a experiencia y conocimiento

que maneja cada operarios, permite que se asignen por periodos de tiempo más cortos a cualquier departamento, sin necesidad de asignar de manera fija por una semana; se puede asignar por días, inclusive hasta por horas.

#### 3.3.4. Secuenciación y balanceo de línea.

En el caso de las reglas de secuenciación se evaluaron las siguientes:

- Primeras en entrar, primeras en salir.
- Tiempo de procesamiento más corto.
- Fecha de entrega más próxima.
- Tiempo de procesamiento largo.
- Razón Crítica.

Teniendo en cuenta, que la empresa trabaja para mantener el nivel de inventarios, no depende de una fecha de entrega para cumplir con las órdenes de compra, pero si depende de la demanda interna y de los lineamientos trazados por el plan agregado de producción.

En otras palabras, se puede elegir la regla de secuenciación que se desee debido a que no influye si primero se sacan las actividades con tiempo de procesado más cortos o primero los de tiempo de proceso más largo, pues lo importante es hacer que se cumpla con todos los procesos dentro de cierto parámetro de tiempo, así que cualquier regla está en la posibilidad de usarse desde que ésta permita satisfacer las metas de producción que se plantearon por los directivos y por los parámetros de planeación. Para conseguir esto, la regla que mejor se adapta a los requerimientos de la organización es la de “tiempo más corto de proceso”, ya que esta fue la que arrojó el tiempo de ciclo más bajo dentro de los métodos que se compararon en el cuadro 23, permitiendo que todas las operaciones en general, se terminen en el menor tiempo, dato obtenido del análisis de datos con el programa LEKIN Scheduler®.

Cuadro 23. Cuadro comparativo reglas de secuenciación.

MÉTODO	SIGLA	TIEMPO TOTAL DE PROCESO(HRS)
FECHA PRÓXIMA DE ENTREGA	ED	1778
PRIMERAS EN ENTRAR PRIMERAS EN SALIR	FCFS	1776
TIEMPO DE PROCESO MAS LARGO	LPT	2039
TIEMPO DE PROCESO MAS CORTO	SPT	1152
RAZÓN CRÍTICA	CR	1197

Fuente: El autor 2014

Para combinar lo que es secuenciación y lo que es balanceo de línea en diferentes centros de trabajo, se utilizó un programa llamado LEKIN Scheduler®, el cual se encuentra de manera libre y su uso es muy sencillo.

Para este proceso, se tuvo en cuenta los arboles de precedencia del modelo MRP y la tabla de Tiempos de producción por departamento, del Anexo 6. Sistema de producción Orfi.

Lo primero que el programa requiere es que se le entregue la lista de actividades a realizar y la precedencia de cada una, en este caso, porque departamento tiene que pasar antes del otro como se aprecia en la gráfica 26 con el ejemplo del Chopo Cat 740:

Gráfica 26. Secuenciación con LEKIN.

Machine	Setup	Start	Stop	Pr.Tm.	NA
MECANIZADO	0 (AA)	19	43	24	
TROQUELADO	0 (AA)	43	44	1	
SOLDADURA	0 (AA)	44	47	3	
ENSAMBLADO	0 (AA)	47	53	6	
PINTURA	0 (AA)	53	55	2	

Fuente: LEKIN Scheduler 2014.

En el caso del chopo Caterpillar 740 utilizado en el ejemplo anterior, la secuencia que se estableció fue mecanizado-troquelado-soldadura-ensamblado-pintura; el paso a seguir fue determinar cuánto tiempo se

demora en operación en cada centro de trabajo de la manera que se ilustra en la gráfica 27.

Gráfica 27. Asignación de tiempos de secuenciación.

CHOPO CAT 740	0	0	0	36	
MECANIZADO				24	A
TROQUELADO				1	A
SOLDADURA				3	A
ENSAMBLADO				6	A
PINTURA				2	A

Fuente: LEKIN Scheduler 2014.

El tiempo de procesamiento de la referencia “chopo Caterpillar 740” en cada departamento, es el que se encuentra frente al nombre del centro de trabajo (unidad de trabajo en horas) y el total de toda la operación, frente al nombre de la referencia. El proceso se realizó para cada una de las referencias, en donde el programa le asigna un color a cada una para poderla ubicar dentro del diagrama de Gantt. Los colores y los tiempos totales de proceso de cada referencia son los encontrados en la gráfica 28.

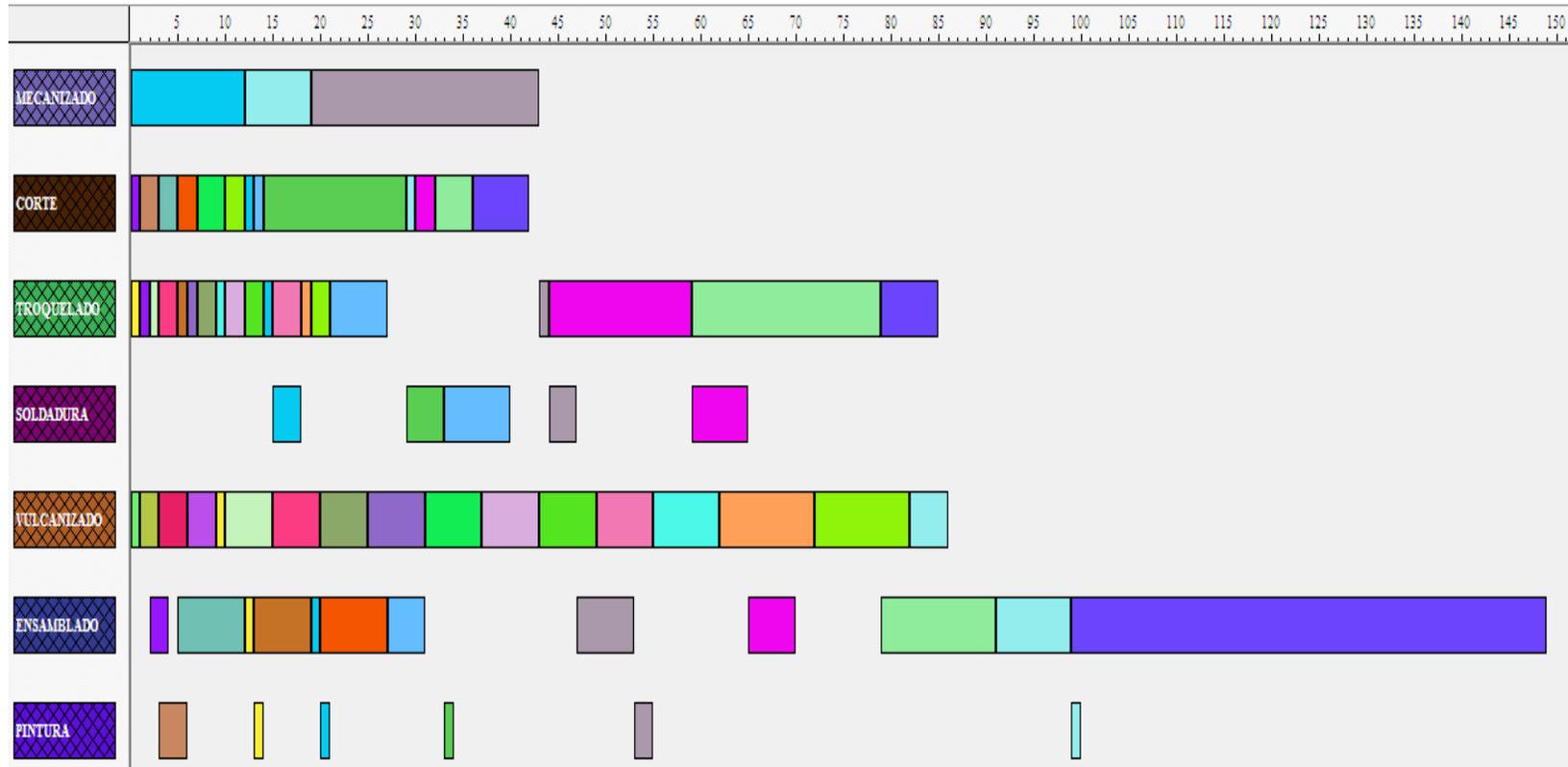
Gráfica 28. Tabla de asignación de colores y tiempos de ciclo.

ID	Wght	Rls	Due	Pr.tm.
ACOPLE DIRECCION R.	0	0	0	4
BUJE HYUNDAI ESTRIADO	0	0	0	2
BUJE HYUNDAI LISO	0	0	0	1
BUJE LUV 2300	0	0	0	5
BUJE TENSOR R4	0	0	0	14
BUJE VIGA CAT730	0	0	0	20
CHOPO CAT 740	0	0	0	36
CHOPO VOLVO A25C	0	0	0	19
KIT CONTROL R18	0	0	0	3
M. HYUNDAI ATOS ALUMIN	0	0	0	9
M. HYUNDAI ATOS PLASTIC	0	0	0	9
M. R18. GTX 2L	0	0	0	9
M. TENSOR R12 LLANTA	0	0	0	36
M. TENSOR R12 VULCANIZ	0	0	0	62
MUNECO MAZDA 323	0	0	0	18
ROTULA VESTAB SUSPENS	0	0	0	28
SOP. AMORTIGUADOR MAZ	0	0	0	4
SOP. CAJA R12	0	0	0	7
SOP. CAJA R4	0	0	0	8
SOP. CAJA R9	0	0	0	11
SOP. CAJA R18 CORR. CON	0	0	0	8
SOP. MOT. DER. R9	0	0	0	7
SOP. MOT. DER. R4	0	0	0	7
SOP. MOT. IZQ. R4	0	0	0	9
SOP. MOT. IZQ. R9	0	0	0	7
SOP. MOT. R12	0	0	0	8
SOP. MOT. R18 CORRIENTE	0	0	0	6
SOPORTE CABINA VOLVO	0	0	0	21
TRAPA ACEITE	0	0	0	3

Fuente: LEKIN Scheduler 2014.

Una vez parametrizada esta información, solo es necesario elegir la regla de prioridad, en este caso “Tiempo de procesamiento más corto (SPT)” para que el programa genere la secuencia y la carga de trabajo óptima. La grafica 29 muestra el diagrama de Gantt que se obtuvo como resultado.

Gráfica 29. Diagrama de Gantt programa de secuenciación.



Fuente: LEKIN Scheduler 2014.

Adicionalmente, El programa entrega la secuencia por la cual se debe guiar cada departamento, según las precedencias estipuladas y los tiempos de proceso ingresados como se muestra en la gráfica 30. Para el caso del departamento de mecanizado en particular, la secuencia de actividades es empezar primero a trabajar el soporte chopo volvo A25C, posteriormente con el soporte de cabina volvo y para finalizar el chopo Caterpillar 740:

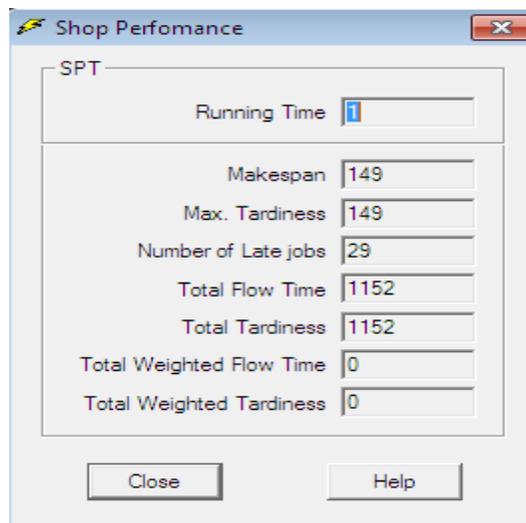
Gráfica 30. Secuencia de actividades centro de trabajo Mecanizado.

Mch/Job	Setup	Start	Stop	Pr.tm
MECANIZADO	0			43
CHOFO VOLVO A25C	0	0	12	12
SOPORTE CABINA VOLVO	0	12	19	7
CHOFO CAT 740	0	19	43	24

Fuente: LEKIN Scheduler 2014.

De igual manera el programa muestra la unidad de tiempo en la cual iniciaría la actividad y en cual la acabaría. Finalmente se obtiene un resumen ( grafica 31) de cuál sería el tiempo de ciclo de todo el proceso, el tiempo total que se requiere para la ejecución de toda la operación, el número de actividades que se secuenció entre otros.

Gráfica 31. Informe final de secuenciación.



Fuente: LEKIN Scheduler 2014.

#### 4. ESTRUCTURA PLAN DE PRODUCCIÓN

##### 4.1. MÉTODOS DE PRONÓSTICO POR REFERENCIA

En el cuadro 24, se presenta una tabla resumen obtenida del anexo 4. Evaluación métodos de pronóstico, en la cual se determina que método se le asignó a cada referencia para proyectar su demanda externa.

Cuadro 24. Método de pronóstico según referencia.

METODO DE PRONOSTICO SEGÚN REFERENCIA		
CODIGO	REFERENCIA	METODO DE PRONOSTICO
A	Soporte chopo 740 Caterpillar	Suavizamiento exponencial con tendencia
B	Muñeco tensor R-12 Vulcanizado	suavizacion Exponential con Tendencia
C	Soporte suspension chopo Volvo A25C	Promedio movil simple
D	Buje viga estabilizador 730 Caterpillar	Promedio movil simple
E	Rotula V/Estab. Suspension	suavizacion Exponential con Tendencia
F	Buje tensor R-4 R-6 (zanahoria)	suavizacion Exponential con Tendencia
G	Soporte caja renault 9 (central)	Promedio movil simple
H	Muñeco tensor R-12 Llanta	suavizacion Exponential con Tendencia
I	Soporte motor R-18 corriente	Promedio movil simple
J	Soporte motor izquierdo R-9	Promedio movil simple
K	Soporte motor R-12	suavizacion Exponential con Tendencia
L	Soporte Motor izquierdo R-4 R-6	Promedio movil simple
M	Soporte caja R-4 R-6	Promedio movil simple
N	Soporte caja R-12	Promedio movil simple
O	Soporte motor derecho R-4 R-6	Promedio movil simple
P	Soporte caja R-18 corriente con platina	Promedio movil simple
Q	Soporte Motor derecho R-9	Promedio movil simple
R	Muñeco templete Hyundai Atos-Aluminio	Suavizacion Exponencial Simple
S	Kit control de cambios R-18	Suavizacion exponencial con tendencia
T	Muñeco templete Hyundai Atos-Plastico	Suavizacion Exponencial Simple
U	Soporte Amortiguador Mazda 323 delantero	Promedio movil simple
V	Buej plastico Hyundai estriado	Promedio movil simple
W	Buje tijera superior Iuv 2300	Promedio movil simple
X	Acople Direccion Renault	Promedio movil simple
Y	Muñeco tensor R-18 GTX 2.0	Suavizacion exponencial con tendencia
Z	Tapa aceite chevette	Promedio movil simple
AA	Muñeco mazda 323	Promedio movil simple
AB	Buej plastico Hyundai Liso	Suavizacion Exponencial Simple
AC	Soporte Cabina Buje Conico Volvo A25C	Suavizacion Exponencial Simple

Fuente: El autor 2014

## 4.2. RESULTADOS PRONÓSTICOS DE VENTAS AÑO 2014

Tabla 18. Resultados pronósticos de ventas año 2014.

		PRONOSTICOS DE VENTAS AÑO 2014												
CODIGO		ENERO	EBRER	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	BIENIEN	
A	SOPORTE CHOPO DC740 CATERPILLAR	2012	19	36	36	32	12	32	31	16	32	17	13	39
		2013	40	20	9	26	27	29	15	10	14	8	14	18
		PRONOSTICO	16.105	17.423	16.549	15.682	15.527	15.365	15.884	15.013	13.476	12.629	11.136	9.6724
		AJUSTE	17	16	17	16	16	16	16	14	13	12	10	
B	MUÑECO TENSOR R-12 VULCANIZADO	2012	1563	1554	1320	950	1519	1221	1855	1500	399	996	1526	1261
		2013	1584	678	1737	199	101	1986	2800	1508	801	577	1542	206
		PRONOSTICO	1004	1021,9	957,08	933,36	887,71	776,68	842,94	985,25	1007,3	964,6	902,3	929,82
		AJUSTE	1004	1022	958	934	888	777	843	986	1008	965	903	930
C	SOPORTE SUSPENSION CHOPO VOLVO	2012	23	10	10	10	21	24	8	1	25	25	23	0
		2013	12	7	12	12	8	30	27	5	22	17	13	1
		PRONOSTICO	15.521	14.571	14.311	14.482	14.653	13.531	14.047	15.683	16.026	15.766	15.075	14.212
		AJUSTE	16	15	15	15	15	14	15	16	17	16	15	
D	BUJE VIGA ESTABILIZADORA DC730 CA	2012	17	5	32	22	25	20	8	27	33	5	5	16
		2013	3	35	8	17	24	12	14	28	37	8	20	14
		PRONOSTICO	17.751	17.571	17.84	16.585	15.867	16.226	16.584	15.418	14.37	17.838	18.107	18.465
		AJUSTE	18	18	18	17	16	17	16	15	18	19	19	
E	ROTULA WESTAB.SUSP	2012	230	250	180	300	526	50	185	94	0	78	230	77
		2013	0	488	210	55	170	197	350	16	45	0	270	156
		PRONOSTICO	88.954	73.225	90.534	88.912	78.107	74.709	73.311	80.27	68.161	58.476	46.978	48.973
		AJUSTE	89	74	91	89	79	75	74	81	69	59	47	43
F	BUJE TENSOR R-4 R-6 (ZANAHORIA)	2012	0	850	1500	638	751	1050	820	560	720	1700	240	185
		2013	700	520	300	820	2230	120	850	1201	94	724	408	451
		PRONOSTICO	697.73	685.11	652.24	594.28	597.11	765.84	701.14	715.53	771.37	701.87	693.87	660.27
		AJUSTE	698	686	653	595	598	766	702	716	772	702	700	661
G	SOPORTE CAJA R-9 (CENTRAL)	2012	130	520	170	180	0	0	80	94	120	38	96	40
		2013	25	133	0	320	84	50	16	78	44	102	76	68
		PRONOSTICO	51.868	54.338	59.834	49.235	70.574	75.055	69.624	66.574	71.642	61.778	71.808	46.145
		AJUSTE	52	55	60	50	71	76	70	67	72	62	72	47
H	MUÑECO TENSOR R-12 LLANTA	2012	120	980	240	506	680	320	0	445	17	920	480	217
		2013	400	35	1105	358	570	44	806	25	120	58	96	76
		PRONOSTICO	218.65	201.02	92.663	254.3	207.29	187.19	80.754	99.716	32.481	5.1623	0.8933	0
		AJUSTE	219	202	93	255	208	188	81	100	33	6	1	0
I	SOPORTE MOTOR R-18 CORRIENTE	2012	71	108	25	44	125	45	30	120	38	55	130	71
		2013	15	94	37	10	23	18	105	12	45	98	73	18
		PRONOSTICO	64.171	53.768	44.479	35.8	34.294	16.88	12.187	34.557	31.63	37.549	35.516	48.852
		AJUSTE	65	54	45	36	35	17	13	35	32	38	36	49
J	SOPORTE MOTOR IZQUIERDO R-9	2012	114	66	94	218	325	25	0	8	432	8	23	15
		2013	86	94	150	0	76	17	114	45	68	55	320	13
		PRONOSTICO	60.479	57.274	56.375	56.341	45.254	33.687	31.323	32.682	30.914	18.139	16.779	19.399
		AJUSTE	61	58	57	57	46	34	32	33	31	19	17	20
K	SOPORTE MOTOR R-12	2012	12	64	0	57	87	12	45	86	23	123	35	15
		2013	56	46	88	12	23	14	65	86	90	86	45	176
		PRONOSTICO	83.732	85.736	85.195	91.237	85.4	80.962	75.298	77.461	82.184	86.873	91.532	89.835
		AJUSTE	84	86	86	32	86	81	76	78	83	87	92	90
L	SOPORTE MOTOR IZQUIERDO R-4-R-6	2012	57	34	56	12	35	78	8	105	145	45	85	62
		2013	84	12	120	13	45	56	75	37	26	90	15	55
		PRONOSTICO	54.734	61.463	59.155	63.002	63.336	57.543	49.048	51.743	47.128	43.652	44.097	44.257
		AJUSTE	55	62	60	64	64	58	50	52	48	44	45	45
M	SOPORTE CAJA R-4 R-6	2012	23	45	0	13	22	8	16	15	33	18	10	10
		2013	40	55	13	24	17	67	90	15	10	45	78	35
		PRONOSTICO	33.584	41.791	48.466	45.295	48.933	50.121	57.912	68.04	67.418	61.913	69.509	71.806
		AJUSTE	34	42	49	46	49	51	58	69	68	62	70	72
N	SOPORTE CAJA R-12	2012	70	43	2	284	52	100	71	3	90	180	83	93
		2013	91	80	26	38	62	45	96	100	65	30	84	86
		PRONOSTICO	63.924	68.869	54.603	52.049	47.245	45.783	47.348	46.618	40.87	38.74	34.157	32.629
		AJUSTE	64	69	55	53	48	46	48	47	41	39	35	33
O	SOPORTE MOTOR DERECHO R-4-R-6	2012	98	94	17	98	20	88	100	30	96	59	49	89
		2013	70	45	93	50	51	25	24	10	82	10	10	40
		PRONOSTICO	46.354	43.621	44.631	44.15	39.89	40.405	34.863	31.751	28.454	26.535	22.169	19.363
		AJUSTE	47	44	45	45	40	41	35	32	29	27	23	20
P	SOPORTE CAJA R-18 CORRIENTE CON P	2012	50	180	57	73	61	11	50	87	100	35	66	78
		2013	97	57	9	20	85	24	68	34	44	91	86	54
		PRONOSTICO	42.707	44.934	43.289	39.247	39.27	39.628	34.967	32.341	31.646	29.655	29.722	28.336
		AJUSTE	43	45	44	40	40	35	33	32	30	30	29	
Q	SOPORTE MOTOR DERECHO R-9	2012	25	21	70	60	70	23	5	95	50	30	40	120
		2013	25	37	29	30	78	77	29	61	17	93	74	10
		PRONOSTICO	54.268	54.248	55.652	51.983	49.295	49.989	54.773	56.887	53.846	50.896	56.473	59.472
		AJUSTE	55	55	56	52	50	50	55	57	54	51	57	60
R	MUÑECO TEMPLETE HYUNDAI ATOS AL	2012	48	70	63	98	56	120	80	86	96	13	80	28
		2013	52	40	38	103	63	90	90	25	63	28	86	74
		PRONOSTICO	58.025	56.01	52.177	48.738	57.983	57.985	62.959	66.326	58.116	58.064	51.576	57.05
		AJUSTE	59	57	53	49	58	58	63	67	59	59	52	58

S	KIT CAUCHO CONTROL CAMBIOS R-18	2012	150	39	82	180	48	230	76	24	81	320	49	86
		2013	65	52	520	58	15	145	92	190	60	278	89	141
		PRONOSTICO	150.11	143.79	136.32	189.21	180.52	165.99	169.15	164.1	171.94	163.42	181.74	175.58
T	MUÑECO TEMPLETE HYUNDAI ATOS PL	AJUSTE	151	144	137	190	181	166	170	165	172	164	182	176
		2012	40	220	86	75	40	81	46	61	89	85	390	358
		2013	40	40	86	75	220	42	46	480	61	85	89	358
U	SOPORTE AMORTIGUADOR MAZDA 323	PRONOSTICO	159.26	147.53	136.97	132.33	127	137.51	128.17	120.18	158.81	149.33	143.34	138.36
		AJUSTE	160	148	137	133	127	138	129	121	159	150	144	139
		2012	5	8	38	3	10	9	30	10	16	26	5	1
V	BUJE PLASTICO HYUNDAI ESTRIADO	2013	5	24	2	3	7	30	13	17	10	14	45	0
		PRONOSTICO	12.217	9.4167	8.9075	8.1438	8.6525	9.1612	10.688	13.487	17.049	17.812	13.74	21.882
		AJUSTE	13	10	9	9	9	10	11	14	18	16	14	22
W	BUJE TIJERA SUPERIOR LUV 2300	2012	584	1520	2300	640	320	500	620	380	1200	200	120	291
		2013	400	2500	60	17	950	638	43	1578	520	880	238	10
		PRONOSTICO	399.93	367.85	667.38	504.75	477.78	533.43	640.69	589.1	458.84	521.69	612.34	512.01
X	ACOPLE DIRECCION RENAULT	AJUSTE	400	368	668	505	478	534	641	590	459	522	613	513
		2012	166	280	24	43	189	82	76	87	230	42	18	120
		2013	86	72	31	44	29	240	6	120	94	97	40	76
Y	MUÑECO TENSOR R-18 GTX 2.0	PRONOSTICO	76.568	63.432	65.755	64.239	54.532	50.593	59.663	53.983	46.728	48.846	52.299	46.835
		AJUSTE	77	64	66	65	55	51	60	54	47	49	53	47
		2012	20	4	12	5	33	8	1	33	50	25	30	10
Z	TAPA DE ACEITE CHEVETTE	2013	5	10	40	25	15	17	45	5	20	15	3	13
		PRONOSTICO	19.304	19.396	19.213	22.415	21.683	22.323	23.787	24.884	20.767	20.31	18.938	18.297
		AJUSTE	20	20	20	23	22	23	24	25	21	21	19	19
AA	MUÑECO MAZDA 323	2012	30	50	51	10	73	25	31	86	52	73	82	17
		2013	15	33	20	37	23	69	16	5	23	22	44	10
		PRONOSTICO	31.052	27.933	26.241	24.565	23.58	21.267	22.923	20.632	17.749	16.804	15.253	15.522
AB	BUJE PLASTICO HYUNDAI LISO	AJUSTE	32	28	27	25	24	22	23	21	18	17	16	16
		2012	13	47	78	17	96	12	9	0	10	7	80	13
		2013	28	6	11	64	28	10	30	51	26	64	12	14
AC	SOPORTE CABINA BUJE CONICO VOLVO	PRONOSTICO	31.869	30.221	23.999	23.476	20.709	22.085	22.166	24.748	28.276	29.907	28.522	28.429
		AJUSTE	32	31	24	24	21	23	23	25	29	30	29	29
		2012	0	1	92	18	6	56	2	11	25	81	3	44
AA	MUÑECO MAZDA 323	2013	5	5	1	24	79	2	6	20	17	20	86	87
		PRONOSTICO	27.454	21.11	21.441	20.172	20.011	19.727	19.565	14.888	16.684	18.106	20.369	27.823
		AJUSTE	28	22	22	21	21	20	20	15	17	19	21	28
AB	BUJE PLASTICO HYUNDAI LISO	2012	25	16	33	44	5	20	16	30	14	30	20	45
		2013	40	15	16	60	90	12	25	9	80	15	30	8
		PRONOSTICO	29.471	30.878	29.41	28.198	31.906	38.506	35.942	35.049	32.505	37.935	35.752	35.417
AC	SOPORTE CABINA BUJE CONICO VOLVO	AJUSTE	30	31	30	29	32	39	36	36	33	38	36	36
		2012	12	0	0	2	8	15	0	0	0	6	19	25
		2013	1	24	14	32	1	17	8	7	50	4	15	3
AA	MUÑECO MAZDA 323	PRONOSTICO	11.769	10.674	12.537	12.966	15.556	14.074	14.697	14.157	13.549	18.196	16.81	16.887
		AJUSTE	12	11	13	13	16	15	15	15	14	19	17	17

Fuente: El Autor 2014

La información de la tabla 18, representa los datos finales obtenidos de los modelos de pronóstico, con los cuales se puede alimentar el plan agregado de producción.

### 4.3. PLAN DE PRODUCCIÓN

El análisis de plan agregado sugirió que para el horizonte de planeación proyectado es necesario prescindir de los servicios de uno de los operarios, trabajar con solo 5 operarios. La manera en la cual queda la capacidad de planta se muestra en la tabla 19.

Tabla 19. Plan agregado final 2014.

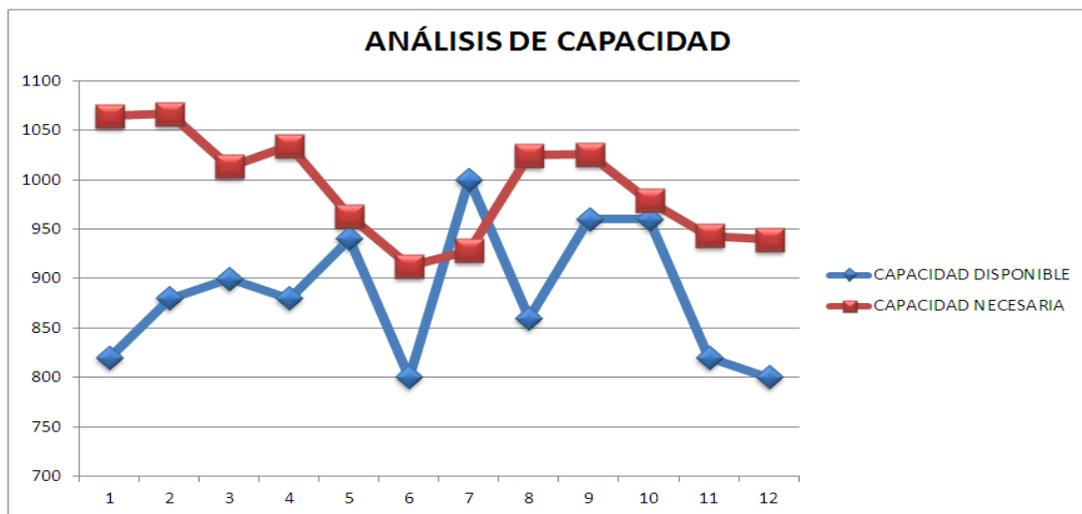
HORAS POR TURNO	8
OPERARIOS	5

CAPACIDAD DISPONIBLE(HORAS)												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
<b>DIAS HABILDES</b>	20.5	22	22.5	22	23.5	20	25	21.5	24	24	20.5	20
<b>HR POR EMPLEADO</b>	164	176	180	176	188	160	200	172	192	192	164	160
<b>HR TOTALES</b>	820	880	900	880	940	800	1000	860	960	960	820	800
<b>DESCANSOS PROGRAMADOS</b>												
<b>MANTENIMIENTOS</b>												
<b>PERMISOS</b>												
<b>DISPONIBILIDAD TOTAL</b>	820	880	900	880	940	800	1000	860	960	960	820	800
<b>CAPACIDAD NECESARIA</b>	1065	1067	1014	1035	963.4	912.7	928.1	1025	1026	979.2	943.4	939.9

Fuente: El autor 2014

Los descansos programados (vacaciones) no se tuvieron en cuenta, ya que la empresa maneja contratos a término fijo que se liquidan en su totalidad al finalizar el año; dentro de dicha liquidación está incluido el pago de vacaciones, así que no hay necesidad de programar estos descansos; los mantenimientos de maquinaria son realizados en horas no laborales con la intención de no afectar el desarrollo normal de las operaciones de la empresa, así que tampoco se consideró este factor. Cuando se hizo el proceso de diagnóstico de la organización, no se encontró ningún apoyo documental que sugiriera que existiera una programación en cuanto a permisos o que por el contrario, sugiriera que estos tienen un indicador alto, motivo por el cual tampoco se evaluó, aunque se incluyó dentro del modelo por si la empresa ve la necesidad de programar lo denominados “permisos”.

Gráfica 32. Análisis final plan agregado de producción 2014



Fuente: El autor 2014

En la gráfica 32 (capacidad disponible contra capacidad necesaria), se observa que la capacidad disponible en tiempo normal quedo por debajo de la capacidad necesaria, lo cual es lógico bajo el precedente de que se va a trabajar con un operario menos, además según la estrategia que se planteó para este modelo, se utilizará una estrategia de persecución a través de las horas extras y de la externalización, las cuales están programadas como se muestra en la tabla 20 y se pueden consultar en el Anexo 6. Sistema de producción Orfi.

Tabla 20. Cuadro de Utilización del tiempo, plan agregado 2014

MANO DE OBRA CONSTANTE												
DESCRIPCIÓN	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Capacidad necesaria	1064.8	1066.5	1013.5	1034.5	963.43	912.72	928.09	1024.8	1025.6	979.15	943.4	939.86
Capacidad disponible	820	880	900	880	940	800	1000	860	960	960	820	800
Tiempo ocioso							71.91					
Tiempo faltante	244.75	186.52	113.53	154.51	23.43	112.72		164.83	65.63	19.15	123.4	139.86
Techo horas extras	205	220	225	220	235	200	250	215	240	240	205	200
Horas extras	205	186.52	113.53	154.51	23.43	112.72		164.83	65.63	19.15	123.4	139.86
Externalización	39.75											
total tiempo disponible	1064.75	1066.52	1013.53	1034.51	963.43	912.72	928.09	1024.83	1025.63	979.15	943.4	939.86

Fuente: El autor 2014

La capacidad disponible inicial, en el cuadro la casilla “capacidad disponible”, es variable porque el análisis fue planteado sobre los días reales de trabajo de cada mes, es decir, que no se incluyeron días festivos ni dominicales con la única finalidad de obtener mayor precisión dentro de los resultados de este plan de producción. También se aprecia, que el tiempo ocioso se redujo en comparación al método actual ilustrado en el capítulo 3 en la tabla 34. En el mes de enero, se utilizarán 39.75 horas de externalización debido a que es el mes con menos días productivos, ya que usualmente los trabajadores descansan durante la primera semana. Se trazó un techo de horas extras basado en la normatividad legal colombiana, donde semanalmente no se puede laborar más del 25% del tiempo de trabajo normal u ordinario semanal.

Finalmente, como se planteó bajo la estrategia sugerida, se puede observar que la capacidad necesaria se niveló exactamente a la capacidad disponible, lo cual permitirá el cumplimiento de las demandas de producción arrojadas por los pronósticos que se realizaron.

#### 4.4. MRP (PLANEACIÓN REQUERIMIENTO DE MATERIALES)

En lo referente al plan de requerimiento de materiales, se incluyó un modelo que tuviera en cuenta la demanda prevista, el costo de colocación de órdenes y el costo de almacenamiento, con la finalidad de incluir una metodología sistémica para la determinación de los tamaños de lote de pedido y el stock de seguridad que se debe prever para cada referencia según los tiempos de entrega por parte de los proveedores; las fórmulas utilizadas para este proceso fueron las siguientes:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2DS}{H}}$$

$$SS = (PME - PNE) \times VD$$

Para el caso del modelo EOQ (lote económico de producción), la “D” representa la demanda del producto, “S” el costo de colocar una orden y “H” el costo de almacenamiento. En la fórmula del SS (stock de seguridad) “PME” hace referencia al plazo máximo de entrega, “PNE” al plazo normal de entrega y “VD” El número de Ventas diarias en unidades de cierto producto en particular. El tamaño de lote y el inventario de seguridad de los productos o subproductos dependientes del producto principal, se calcularon basándose en la relación de cantidad que existe para manufacturar la referencia padre. Estas fórmulas se incluyeron dentro de la hoja de cálculo y se sistematizó el proceso para la determinación de los tamaños de lote y de los inventarios de seguridad, los cuales eran estipulados sin ningún tipo de criterio. Para entender con más facilidad el proceso, se ejemplificara con la referencia “A” (chopo Caterpillar 740), la metodología que se utilizó:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 \times 181 \times 5500}{15000}}$$

$$EOQ = 11.52 \approx 12$$

$$SS = (12 - 5) \times \left(\frac{181}{365}\right)$$

$$SS = 3.5 \approx 4$$

Tabla 21. MRP, con análisis de tamaño de lote y stock de seguridad.

## **PLAN DE REQUERIMIENTO DE MATERIALES PRODUCTO A**

DEMANDA	CODIGO	DESCRIPCION	TIPO DE PRODUCTO	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	TAMAÑO LOTE	TIEMPO DE ENTREGA (SEMANAS)	INVENTARIO INICIAL	STOCK DE SEGURIDAD	COSTO UNITARIO DE ALMACENAMIENTO ANUAL	COSTO COLOCACION ORDENES
181	A	CHOPO CATERPILLAR 740	PT	1	UNIDAD	12	1	10	4	\$ 15,000	\$ 5,500
	A1	CHOPO PREARMADO	PP	1	UNIDAD	12	0	5	4		
	A2	MEZCLA DE CAUCHO	PP	1	UNIDAD	12	1	30	4		
	A3	PLATINA MECANIZADA EN HR DE 3/4	PP	2	UNIDAD	24	0	8	8		
	A4	TUERCA MECANIZADA DE 1" Y 1/2	PP	2	UNIDAD	24	0	10	8		
	A5	VARILLA ROSCADA CORTADA DE 1" Y 1/4	PP	1	UNIDAD	12	0	4	4		
	A6	DISCOS TROQUELADOS EN LAMINA C12	PP	8	UNIDAD	96	0	50	32		
	A7	BOCINES DE FUNDICION MECANIZADOS	PP	2	UNIDAD	24	2	58	8		

Fuente: El Autor 2014.

Se puede observar dentro de la tabla 21, el tamaño del lote es de 12 unidades y el stock de seguridad de 4 unidades, justo como se mostró en el ejemplo anterior. El tamaño de lote de los subproductos o productos hijo son una relación directa de la cantidad que se requiere de cada uno multiplicada por el tamaño de lote y por el tamaño del stock de seguridad del producto principal.

Otro de los resultados del MRP, fue dos planes generales que son indispensables para el buen funcionamiento del sistema de producción, el plan de órdenes de compra presentado en el cuadro 25 y el plan de órdenes de producción el cual se observa en el cuadro 26.

Cuadro 25. Segmento cuadro plan global de órdenes de compra.

### PLAN GLOBAL DE ORDENES DE COMPRA

UNIDAD DE MEDIDA	DESCRIPCION	SEMANAS			ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL			
		-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
KILOS	REQUERIMIENTO DE CAUCHO	0	0	0	156.1	40.12	123.7	175	124.4	207.3	52.17	203.8	246.6	225.1	100.7	160.8	226	138.7	210.8	154.9
KILOS	REQUERIMIENTO LAMINA CALIBRE 12	0	0	0	325.8	151.5	163.5	130.2	192	59.33	160.3	77.46	171.2	237.3	164.6	105.1	241.6	214	130	224.7
KILOS	REQUERIMIENTO LAMINA CALIBRE 14	0	0	0	34.78	20.16	8	26.92	21.44	22.3	15.2	27.52	22.3	12	26.28	25.28	17.46	30.28	14.08	35.74
KILOS	REQUERIMIENTO LAMINA DE 1/8"	0	0	0	35.01	11.39	30.08	11.65	36.54	11.65	6.46	35.01	6.72	11.39	40.77	11.39	3.968	41.73	10.43	4.93
METROS	REQUERIMIENTO VARILLA DE 3/8"	0	0	0	40	20	0	20	0	20	0	0	20	0	0	20	15.33	20	20	15.33
METROS	REQUERIMIENTO TUBO AGUA NEGRA DE 1/2"	0	0	0	0	28	8	12	12	12	8	12	12	12	8	12	12	12	12	12
UNIDAD	REQUERIMIENTO DE TUERCA DE SEGURIDAD 10MM	0	0	0	646	300	200	200	400	346	260	400	346	300	300	260	546	300	200	546
UNIDAD	REQUERIMIENTO TORNILLO 10MM X 30MM	0	0	0	292	97	74	130	108	310	74	63	321	127	206	137	241	204	99	322

Fuente: El autor 2014

El anterior proceso se realizó para la planeación de compras de todo el año y se incluyeron alrededor de 35 elementos, entre materias primas y suministros que no se fabrican en la empresa. Adicionalmente la tabla muestra la unidad en la cual hay que comprar cada elemento, es decir, metros, kilos, unidades. De igual forma, se realizó un cuadro resumen para las órdenes de producción:

Cuadro 26. Segmento cuadro plan global de órdenes de producción.

**PLAN GLOBAL DE ORDENES DE PRODUCCIÓN (UNIDADES)**

CODIGO	DESCRIPCION	SEMANAS																		
		-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
X	ACOPLE DIRECCION RENAULT	0	0	0	0	19	0	0	19	0	0	0	19	0	0	0	19	0	0	19
U	AMORTIGUADOR MAZDA 323	0	0	0	0	0	19	0	0	0	0	0	0	19	0	0	0	0	0	
	ARANDELAS TROQUELADAS EN LAMINA C14	0	0	0	24.7	12	8	8	16	9.46	15.2	16	9.46	12	8	19.2	17.5	12	8	17.5
U2	BASE AMORTIGUADOR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	BOCINES DE FUNDICION MECANIZADOS	0	0	0	0	0	24	0	0	24	24	24	48	0	0	48	0	0	48	0
D1	BUJE BASE	0	0	0	15	0	0	0	15	0	15	0	15	0	0	15	0	15	0	0
W	BUJE LUV 2300	0	0	0	29	0	29	29	0	29	0	29	0	29	29	0	29	0	29	0
V	BUJE PLASTICO HYUNDAI ESTRIADO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	91	91	91	182	0
AB	BUJE PLASTICO HYUNDAI LISO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	52	0	0	0	0	0	0
F	BUJE TENSOR R-4 R-6 (ZANAHORIA)	0	0	0	400	100	200	200	200	100	200	200	100	200	200	100	100	200	100	200
D	BUJE VIGA 730	0	0	0	15	0	0	0	15	0	15	0	0	15	0	0	15	0	0	0

Fuente: El autor 2014

Esta información se consiguió al resumir los resultados de la colocación de órdenes que se obtuvo como resultado del MRP; Una vez obtenido el resumen, solo fue necesario determinar cuáles de los requerimientos eran de materias primas y cuáles de manufactura, para crear el listado general de órdenes de compra y el listado general de órdenes de producción.

#### 4.5. CAPACIDAD DE PLANTA

En lo referente al análisis de capacidad se evidenció que el mejor modelo era el de lista de capacidades, debido a que este entrega a cada departamento la cantidad de tiempo por operario que requiere, lo que se puede hacer sin ningún inconveniente ya que llevándolo a la realidad, un operario puede laborar unas horas en un departamento y otras en un departamento distinto durante el mismo día de trabajo. El modelo final se puede observar en la tabla 24 y en el anexo número 6 de este documento.

Tabla 22. Análisis de capacidad por método lista de capacidades.

**ANALISIS DE CAPACIDAD POR METODO LISTA DE CAPACIDADES**

capacidad disponible de producción para cada mes en horas		MESES		ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
				1064.75	1066.52	1013.53	1034.51	963.43	912.72

capacidad disponible de producción para cada semana en horas		SEMANAS		ENERO					FEBRERO					MARZO					ABRIL					MAYO					JUNIO				
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24						
				326	256	236	246	287	267	237	275	235	325	220	232	265	265	221	285	223	235	241	265	195	245	239	233						

EFICIENCIA DEL SISTEMA		SEMANAS		ENERO					FEBRERO					MARZO					ABRIL					MAYO					JUNIO				
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24						
				99%	80%	99%	88%	99%	84%	88%	98%	99%	101%	99%	100%	96%	94%	89%	96%	100%	98%	98%	98%	106%	106%	108%	108%						

CAPACIDAD GENERAL UTILIZADA(HORAS)		SEMANAS		ENERO					FEBRERO					MARZO					ABRIL					MAYO					JUNIO				
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24						
				324	205	234	218	286	224	208	271	233	328	219	232	253	249	196	274	222	231	236	260	207	259	259	252						

Fuente: El autor 2014

En el modelo se observa que hay algunas semanas que están por encima de la capacidad, lo cual es lógico, ya que no se tuvieron en cuenta otras variables como lo son los tiempos de espera o las ausencias de los trabajadores. La eficiencia del sistema se calculó dividiendo la capacidad general utilizada entre la capacidad disponible.

**4.6. ASIGNACIÓN MANO DE OBRA**

De igual forma, se analizó la asignación de mano de obra, por medio de un método sistémico y de un método heurístico, donde el mejor resultado fue el modelo heurístico, en el cual la mano de obra se asigna por horas a cada departamento. Para tener idea del proceso realizado, se ejemplificará con el departamento de mecanizado en la tabla 25. Para observar el análisis completo revisar el Anexo 6. Sistema de producción Orfi.

Tabla 23. Asignación mano de obra semanal 2014.

**ASIGNACION DE MANO DE OBRA SEMANAL**

Disponibilidad semanal de tiempo por Operario: 45 Horas

CAPACIDAD NECESARIA PARA DEPARTAMENTO DE MECANIZADO		SEMANAS		ENERO					FEBRERO					MARZO					ABRIL					MAYO					JUNIO				
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24						
				67.7	0	48	10.8	49.3	10	32.1	10	58	60.1	38	20	22.1	38	20	10.8	49.3	20	10.8	55.8	20	10.8	38	37.8						
MECANIZADO	PERSONAL REQUERIDO PARA CUMPLIR LA LABOR:			1.503	0	1.067	0.24	1.094	0.222	0.712	0.222	1.289	1.334	0.844	0.444	0.49	0.844	0.444	0.24	1.094	0.444	0.24	1.239	0.444	0.24	0.844	0.839						
	PERSONAL TEORICO NECESARIO:			2	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1						
	VARIACION:			-50%	0%	7%	24%	9%	22%	-29%	22%	29%	33%	-16%	44%	49%	-16%	44%	24%	9%	44%	24%	24%	44%	24%	-16%	-16%						
	PERSONAL REAL NECESARIO:			1.5	0	1.07	0.24	1.09	0.22	0.71	0.22	1.29	1.33	0.84	0.44	0.49	0.84	0.44	0.24	1.09	0.44	0.24	1.24	0.44	0.24	0.84	0.84						

Fuente: El autor 2014.

#### 4.7. SECUENCIACIÓN Y BALANCEO DE LÍNEA.

Como se mencionó anteriormente, esta parte se realizó con la ayuda de un programa llamado LEKIN Scheduler®, el cual permite de manera fácil y didáctica, determinar la secuencia en cada centro de trabajo, según el tiempo de duración de cada referencia en dicho departamento; los resultados finales que entregó el programa fueron la secuencia de producción para cada centro de trabajo el cual se presenta en la tabla 26 y la secuencia que debe seguir cada producto (tabla 27) por los distintos departamentos con la intención de nivelar las cargas y optimizar los tiempos de producción.

Tabla 24. Secuencia de producción por centro de trabajo.

Mch/Job	Setup	Start	Stop	Prtm
<b>MECANIZADO</b>	0			43
CHOPO VOLVO A25C	0	0	12	12
SOPORTE CABINA V	0	12	19	7
CHOPO CAT 740	0	19	43	24
<b>CORTE</b>	0			42
SOP. AMORTIGUADO	0	0	1	1
BUJE LUY 2300	0	1	3	2
M. HYUNDAI ATOS A	0	3	5	2
M. HYUNDAI ATOS PE	0	5	7	2
M. R18 GTX 2L	0	7	10	3
BUJE TENSOR R4	0	10	12	2
CHOPO VOLVO A25C	0	12	13	1
MUNECO MAZDA 323	0	13	14	1
BUJE VIGA CAT 730	0	14	29	15
SOPORTE CABINA V	0	29	30	1
ROTULA V ESTAB SU	0	30	32	2
M. TENSOR R12 LLA	0	32	36	4
M. TENSOR R12 VUL	0	36	42	6
<b>TROQUELADO</b>	0			69
ACOPLE DIRECCION	0	0	1	1
SOP. AMORTIGUADO	0	1	2	1
SOP. MOT. R18 CORR.	0	2	3	1
SOP. MOT. IZQ. R9	0	3	5	2
SOP. CAJA R12	0	5	6	1
SOP. MOT. DER. R4	0	6	7	1
SOP. MOT. DER. R9	0	7	9	2
SOP. MOT. R12	0	9	10	1
SOP. CAJA R4	0	10	12	2
SOP. CAJA R18 CORR.	0	12	14	2
CHOPO VOLVO A25C	0	14	15	1
SOP. MOT. IZQ. R4	0	15	18	3
SOP. CAJA R9	0	18	19	1
BUJE TENSOR R4	0	19	21	2
MUNECO MAZDA 323	0	21	27	6
CHOPO CAT 740	0	43	44	1
ROTULA V ESTAB SU	0	44	59	15
M. TENSOR R12 LLA	0	59	79	20
M. TENSOR R12 VUL	0	79	85	6
<b>SOLDADURA</b>	0			23
CHOPO VOLVO A25C	0	15	18	3
BUJE VIGA CAT 730	0	29	33	4
MUNECO MAZDA 323	0	33	40	7
CHOPO CAT 740	0	44	47	3
ROTULA V ESTAB SU	0	59	65	6

Mch/Job	Setup	Start	Stop	Prtm
<b>VULCANIZADO</b>	0			86
BUJE HYUNDAI LISG	0	0	1	1
BUJE HYUNDAI ESTI	0	1	3	2
NIT CONTROL R18	0	3	6	3
TRAPA ACEITE	0	6	9	3
ACOPLE DIRECCION	0	9	10	1
SOP MOT R18 CORR	0	10	15	5
SOP MOT IZO R9	0	15	20	5
SOP MOT DER R9	0	20	25	5
SOP MOT DER R4	0	25	31	6
M R18 GTX 2L	0	31	37	6
SOP CAJA R4	0	37	43	6
SOP CAJA R18 CORR	0	43	49	6
SOP MOT IZO R4	0	49	55	6
SOP MOT R12	0	55	62	7
SOP CAJA R9	0	62	72	10
BUJE TENSOR R4	0	72	82	10
SOPORTE CABINA V	0	82	86	4
<b>ENSAMBLADO</b>	0			109
SOP AMORTIGUADO	0	2	4	2
M HYUNDAI ATOS A	0	5	12	7
ACOPLE DIRECCION	0	12	13	1
SOP CAJA R12	0	13	19	6
CHOPO VOLVO A25C	0	19	20	1
M HYUNDAI ATOS PI	0	20	27	7
MUNECO MAZDA 323	0	27	31	4
CHOPO CAT 740	0	47	53	6
ROTULA VESTAB SI	0	65	70	5
M TENSOR R12 LLA	0	79	91	12
SOPORTE CABINA V	0	91	99	8
M TENSOR R12 VUL	0	99	149	50
<b>PINTURA</b>	0			9
BUJE LUV 2300	0	3	6	3
ACOPLE DIRECCION	0	13	14	1
CHOPO VOLVO A25C	0	20	21	1
BUJE VIGA CAT 730	0	33	34	1
CHOPO CAT 740	0	53	55	2
SOPORTE CABINA V	0	99	100	1
Summary				
<i>Time</i>			1	
<i>C<sub>max</sub></i>			149	
<i>T<sub>max</sub></i>			149	
$\Sigma U_j$			29	
$\Sigma C_j$			1152	
$\Sigma T_j$			1152	
$\Sigma w_j C_j$			0	
$\Sigma w_j T_j$			0	

Fuente: LEKIN Scheduler 2014.

Tabla 25. Secuencia de producción por producto.

ID	Wght	Rls	Due	Pr.tm.	Stat.	Bgn	End	T
<b>ACOPLE DIRECC</b>	0	0	0	4		0	14	14
				TROQUELADO	1	A	0	1
				VULCANIZADO	1	A	9	10
				ENSAMBLADO	1	A	12	13
				PINTURA	1	A	13	14
<b>BUJE HYUNDAI E</b>	0	0	0	2		1	3	3
				VULCANIZADO	2	A	1	3
<b>BUJE HYUNDAI L</b>	0	0	0	1		0	1	1
				VULCANIZADO	1	A	0	1
<b>BUJE LUV 2300</b>	0	0	0	5		1	6	6
				CORTE	2	A	1	3
				PINTURA	3	A	3	6
<b>BUJE TENSOR R</b>	0	0	0	14		10	82	82
				CORTE	2	A	10	12
				TROQUELADO	2	A	19	21
				VULCANIZADO	10	A	72	82
<b>BUJE VIGA CAT 7</b>	0	0	0	20		14	34	34
				CORTE	15	A	14	29
				SOLDADURA	4	A	29	33
				PINTURA	1	A	33	34
<b>CHOPO CAT 740</b>	0	0	0	36		19	55	55
				MECANIZADO	24	A	19	43
				TROQUELADO	1	A	43	44
				SOLDADURA	3	A	44	47
				ENSAMBLADO	6	A	47	53
				PINTURA	2	A	53	55
<b>CHOPO VOLVO</b>	0	0	0	19		0	21	21
				MECANIZADO	12	A	0	12
				CORTE	1	A	12	13
				TROQUELADO	1	A	14	15
				SOLDADURA	3	A	15	18
				ENSAMBLADO	1	A	19	20
				PINTURA	1	A	20	21
<b>KIT CONTROL R</b>	0	0	0	3		3	6	6
				VULCANIZADO	3	A	3	6
<b>M. HYUNDAI ATC</b>	0	0	0	9		3	12	12
				CORTE	2	A	3	5
				ENSAMBLADO	7	A	5	12
<b>M. HYUNDAI ATC</b>	0	0	0	9		5	27	27
				CORTE	2	A	5	7
				ENSAMBLADO	7	A	20	27
<b>M. R18. GTX 2L</b>	0	0	0	9		7	37	37
				CORTE	3	A	7	10
				VULCANIZADO	6	A	31	37
<b>M. TENSOR R12</b>	0	0	0	36		32	91	91
				CORTE	4	A	32	36
				TROQUELADO	20	A	59	79
				ENSAMBLADO	12	A	79	91
<b>M. TENSOR R12</b>	0	0	0	62		36	149	149
				CORTE	6	A	36	42
				TROQUELADO	6	A	79	85
				ENSAMBLADO	50	A	99	149



#### 4.8. CONTROL

Para esta sección se desarrollaron diversos formatos de control, principalmente en la parte de control de inventarios, pues la empresa no realiza una labor de seguimiento sobre estos, razón que le impide tener un dato actualizado y en tiempo real, de la ubicación de las unidades producidas o en qué proceso se encuentran, tampoco hay ningún control de calidad que se deje por escrito con la intención de hacer seguimiento a las fallas más pertinentes.

En general, no hay ningún proceso documental establecido que le permita a la organización hacer un seguimiento en su sistema de producción, o de las actividades que se desarrollan en planta, los controles de calidad que se realizan son simplemente visuales. Estos formatos podrán verse en el siguiente capítulo.

Los formatos elaborados para controlar las unidades producidas por el área de planta se pueden apreciar en los cuadros 27, 28, 29 y 30.

Cuadro 27. Formato control salidas de almacén.

Orden de Salida N.



**INDUSTRIAS ORFI SAS CI**

INDUSTRIAS ORFI SAS CI  
Nit 900,363,837-1  
FORMATO SALIDAS DE ALMACEN

Departamento que solicita <input style="width: 90%;" type="text"/>	Pedido N. <input style="width: 80%;" type="text"/>
Departamento que entrega <input style="width: 90%;" type="text"/>	Fecha <input style="width: 80%;" type="text"/>

Labor a realizar :

ITEM	REFERENC	PRODUCTO	CANTIDAD	VR UNITAR	VR TOTAL
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					

**TOTAL ORDEN DE SALIDA**

Autorizaciones		
Solicitado por _____	Entregado por _____	Recibido por _____

Fuente: El Auto 2014

Cuadro 28. Formato de control para órdenes de compra.



**INDUSTRIAS ORFI SAS CI**  
Nit 900,363,837-1  
FORMATO ORDEN DE COMPRA

Orden de compra N.

Fecha:

Nombre del proveedor <input style="width: 100%;" type="text"/>	Direccion <input style="width: 100%;" type="text"/>
Nit del proveedor <input style="width: 100%;" type="text"/>	Correo electronico <input style="width: 100%;" type="text"/>
Nombre del contacto <input style="width: 100%;" type="text"/>	Fax <input style="width: 100%;" type="text"/>
Telefono <input style="width: 100%;" type="text"/>	Celular <input style="width: 100%;" type="text"/>

Labor a realizar :

ITEM	REFEREN	PRODUCTO	CANTIDA	VR UNITA	VR TOTAL	IVA	%	TOTAL
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								

**∑ TOTAL ORDEN DE COMPRA**

**Observaciones**  
 Emitir factura a nombre de: **INDUSTRIAS ORFI SA CI** Nit: 900,363,837-1  
 Dias de entrega de la mercacia:  
 Entregar la mercacia en la siguiente direccion:

**Autorizaciones**

Ingeniero de planta	Jefe de compras	Recibido por
---------------------	-----------------	--------------

Fuente: El Autor 2014

Cuadro 29. Formato control entradas y salidas de almacén.



INDUSTRIAS ORFI SAS CI  
 Nit 900,363,837-1  
 FORMATO CONTROL DE INVENTARIO  
 ENTRADAS Y SALIDAS DE ALMACEN

Nombre de producto

Cantidad Maxima

Cantidad Minima

Metodo utilizado

	Fecha	Detalle		Entrada			Salida			Saldo		
		Concepto	N. Docto	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												

\_\_\_\_\_  
 DIRECTOR DE ALMACEN  
 FIRMA Y SELLO

\_\_\_\_\_  
 TRABAJADOR ENCARGADO DE ALMECEN  
 FIRMA SELLO

Fuente: El autor 2014

Cuadro 30. Formato para control de calidad.



INDUSTRIAS ORFI SAS CI  
 Nit 900,363,837-1  
 FORMATO CONTROL DE CALIDAD

Área que emite	<input style="width: 95%;" type="text"/>
Área que recepciona	<input style="width: 95%;" type="text"/>

Labor a realizar :

ITEM	FECHA	NUMERO DE LOTE	PRODUCTO	UNIDADES NO CONFORMES	UNIDADES CONFORMES	TOTAL UNIDADES
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						

**UNIDADES TOTALES POR ORDE**

Autorizaciones	
_____ FIRMA JEFE DE PLANTA	_____ FIRMA QUIEN REBISÓ

Fuente: El autor 2014

## 5. VALIDACIÓN DEL SISTEMA.

La manera en la cual se validó el sistema, fue por medio de indicadores de gestión, los cuales permiten de manera sencilla y fácil entender y comparar los cambios obtenidos entre un periodo de tiempo y otro, por influencia de alguna variable particular, que en este caso es el sistema propuesto.

Los indicadores utilizados fueron los siguientes:

- Eficiencia de la capacidad.
- Tiempo Ocioso.
- Costo anual de mano de obra.
- Horas extras anuales.
- Índice de producción.
- Eficiencia mano de obra.

### 5.1. EFICIENCIA DE LA CAPACIDAD.

Este dato se obtuvo, del plan agregado de producción, realizando la modificación en la mano de obra que se sugirió; el dato del 93% fue obtenido de trabajar todo el año con 6 operarios, para una capacidad disponible anual de 12744 horas normales de trabajo contra 11896 horas necesarias de producción; el proceso se realizó de igual manera para un modelo de 5 operarios donde se obtuvo una disponibilidad de tiempo de 10620 horas normales de trabajo. El resultado de los cálculos obtenidos se encuentra en el cuadro 31.

$$\frac{\text{capacidad necesaria Anual}}{\text{capacidad disponible anual}} \times 100$$

$$\frac{11896 \text{ hr}}{12744 \text{ hr}} \times 100 = 93\%$$

$$\frac{11896 \text{ hr}}{10620 \text{ hr}} \times 100 = 112\%$$

Cuadro 31. Eficiencia de la capacidad.

Eficiencia de la capacidad modelo actual	93%
Eficiencia de la capacidad modelo propuesto:	112%

Fuente: El autor 2014.

## 5.2. TIEMPO OCIOSO.

$$\frac{\textit{Tiempo ocioso del año}}{\textit{Tiempo disponible del año}} \times 100$$

$$\frac{938 \textit{ hr}}{12744 \textit{ hr}} \times 100 = 7.3\%$$

$$\frac{72 \textit{ hr}}{10620 \textit{ hr}} \times 100 = 0.67\%$$

Cuadro 32. Tiempo ocioso.

Porcentaje de tiempo ocioso modelo actual	7.36%
Porcentaje de tiempo ocioso modelo propuesto:	0.67%

Fuente: El autor 2014.

Al prescindir de un operario, se redujo el indicador de tiempo ocioso como se aprecia en el cuadro 32, debido a que se planteó una estrategia de nivelación con la demanda en el modelo de planeación, lo que indica que la capacidad de planta siempre va a estar por debajo y en los momentos que haga falta, se nivelará la capacidad con el uso de horas extras, sin necesidad de contar con capacidad adicional durante todo el tiempo.

## 5.3. COSTO ANUAL DE MANO DE OBRA.

Cuadro 33. Costo anual mano de obra.

Costo anual modelo actual	\$ 68.984.688
Costo anual modelo propuesto:	\$ 61.916.425

Fuente: El autor 2014.

Al reducir el personal, se reducen también, los costos de mano de obra de la empresa. El cuadro 33, muestra la comparación de los costos de mano de obra con el modelo actual y con el modelo propuesto.

#### 5.4. HORAS EXTRAS ANUALES

Cuadro 34. Horas extras anuales.

Horas extras anuales modelo actual	91.27
Horas extras anuales modelo propuesto:	1308

Fuente: El autor 2014.

En lo referente a las horas extras plasmadas en el cuadro 34, vale la pena resaltar que aunque aumentaron, estas han sido programadas y planeadas, no como en el modelo actual en donde se ejecutan según se vea la necesidad del día a día. Además en el nuevo modelo se opera con un trabajador menos y aunque el costo de estas horas está incluido en el costo anual de mano de obra, hay una diferencia considerable en lo referente al modelo actual, porque para el sistema de producción que maneja la empresa, es más eficiente el uso de horas extras que el de contratar un trabajador nuevo.

#### 5.5. ÍNDICE DE PRODUCCIÓN.

$$\frac{\textit{Unidades anuales producidas}}{\textit{Tiempo anual utilizado}}$$

$$\frac{43792 \textit{ unds}}{12744 \textit{ hr}} = 3.2$$

$$\frac{43792 \textit{ unds}}{10620 \textit{ hr}} = 4.1$$

Cuadro 35. Índice de producción.

Índice de producción anual modelo actual	3.2
Índice de producción anual modelo propuesto:	4.1

Fuente: El autor 2014.

El cuadro 35 muestra la relación que hay entre las unidades producidas por unidad de tiempo (horas); se puede observar que en relación al modelo actual, el sistema propuesto aumenta la producción promedio por hora en una unidad. La cantidad de unidades a producir según los pronósticos

obtenidos, de todas las referencias en general, es 41728 unidades; el tiempo anual utilizado es el mismo que se mencionó para calcular la eficiencia de la capacidad.

#### 5.6. EFICIENCIA MANO DE OBRA.

El cuadro 36 muestra los resultados de los cálculos realizados en lo referente a la eficiencia de la mano de obra.

$$\frac{\textit{Promedio personal real necesario}}{\textit{personal real disponible}} \times 100$$

$$\frac{5.73}{6} \times 100 = 87.3\%$$

$$\frac{5.24}{5} \times 100 = 104\%$$

Cuadro 36. Eficiencia mano de obra.

Eficiencia mano de obra modelo actual	87.3%
Eficiencia mano de obra modelo propuesto:	104%

Fuente: El autor 0214.

Teniendo en cuenta que el promedio anual de personal necesario para el cumplimiento de las operaciones es de 5.24 trabajadores, se mejoró la eficiencia de trabajo por operario.

## 6. EVALUACIÓN FINANCIERA

La evaluación financiera de este proyecto, pretende mostrar la relación costo beneficio que este sistema planteado tendría para la empresa. Para realizar esta labor, se realizó un flujo de caja que se puede observar en la tabla 28, en el que se compararon distintas variables económicas durante los tres primeros meses de operación.

Se analizaron variables económicas como el costo de mano de obra, el costo de producción por unidad entre otras. Al finalizar se pudo evidenciar, que el sistema de planeación programación y control propuestos, arrojan una diferencia favorable en términos económicos para el sistema productivo de la organización.

Tabla 26. Flujo de caja



	Modelo Actual			Modelo propuesto		
	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 1	Mes 2	Mes 3
Costos fijos de produccion.	\$2,500,000	\$2,500,000	\$2,500,000	\$2,500,000	\$2,500,000	\$2,500,000
Costo Mano de Obra	\$4,920,000	\$5,280,000	\$5,400,000	\$ 4,100,000	\$ 4,400,000	\$ 4,500,000
costo de tiempo ocioso	\$ -	\$ -	\$332,350	\$ -	\$ -	\$ -
Prestaciones sociales (primas, vacaciones, etc)	\$ 603,556	\$ 603,556	\$ 603,556	\$ 502,960	\$ 502,960	\$ 502,960
Parafiscales	\$ 978,000	\$ 978,000	\$ 978,000	\$ 815,000	\$ 815,000	\$ 815,000
Costos de Subcontratar	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 278,250.00	\$ -	\$ -
<b>Total</b>	<b>\$ 9,001,556</b>	<b>\$ 9,361,556</b>	<b>\$ 9,813,906</b>	<b>\$ 8,196,210</b>	<b>\$ 8,217,960</b>	<b>\$ 8,317,960</b>

Fuente: El Autor 2014

El costo de mano de obra, de tiempo ocioso y de subcontratación que se muestran en el flujo de caja, fue obtenido del anexo 6. Sistema de producción Orfi, en su sección denominada “costos plan agregado”; los costos fijos de producción son costos estimados del consumo de servicios públicos y mantenimientos que se cargan al departamento de producción, la carga prestacional o parafiscal, se calculó en base al salario mínimo del año 2014, la cual representa un monto de \$163.000 por cada empleado que se maneje. De igual forma se analizó el monto de las prestaciones sociales con base en el salario mínimo, las cuales representan un valor mensual de \$100.600, teniendo en cuenta el pago de vacaciones, primas, intereses de cesantías y pago de cesantías.

En promedio, la empresa estaría ahorrando \$1.150.000 por mes, lo que representa un valor considerable teniendo en cuenta que Industrias Orfi es una Microempresa y que este ahorro continuaría de aquí en adelante, obteniendo beneficios económicos anuales de hasta \$14.000.000 generados por el sistema de producción que se plantea. Por tanto, la evaluación financiera de este proyecto indica que hay que poner en marcha el sistema de planeación, programación y control de producción que se está proponiendo.

Por otro lado, se analizó el costo de implementar el proyecto con los criterios que se encuentran en la tabla 29 y las diferentes alternativas que puede considerar para asumir este costo.

Tabla 27. Presupuesto implementación proyecto.

ELEMENTOS NECESARIOS	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Ingeniero Industrial	Unidad	1	\$ 7,500,000	\$ 7,500,000
Papelería	Unidad	40000	\$ 100	\$ 4,000,000
Capacitación empleados	Días	60	\$ 70,000	\$ 4,200,000
Inducción a directivos	Horas	20	\$ 30,000	\$ 600,000
Computador	Unidad	1	\$ 1,200,000	\$ 1,200,000
TOTAL				\$ 17,500,000

Fuente: El autor 2014

Dentro de las distintas alternativas financieras que se pueden analizar, con la finalidad de determinar cuál es la más beneficiosa para la empresa, en cuanto a la amortización de los costos de implementación, se encuentran las siguientes:

- Pago de cantidades iguales a final de cada año.
- Pago de intereses y una parte proporcional del capital al finalizar cada año.
- Pago de intereses al final de cada año y de capital al finalizar el último año.
- Pago de capital e intereses al final de los cinco años.

Asumiendo un interés nominal anual de 12%, que es una de las tasas más bajas que se pueden conseguir en el mercado para préstamos de libre

inversión, los resultados obtenidos para cada una de estas metodologías fueron los siguientes:

1). Pago de cantidades iguales al final de cada año:

$$A = P \left( \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right)$$

Donde “A” representa el pago anual que se asumiría, “P” el valor presente que se pretende proyectar, “i” el interés bancario actual y “n” el número de periodos; los resultados se presentan en el cuadro 37.

$$A = \$17.500.000 \left( \frac{12\%(1 + 12\%)^5}{(1 + 12\%)^5 - 1} \right)$$

Cuadro 37. Pago de cantidades iguales al final de cada año.

<b>ANUALIDAD:</b>	\$4.835.526
<b>TOTAL 5 AÑOS:</b>	\$24.177.630

Fuente: El autor 2014.

2). Pago de intereses y una parte proporcional del capital al finalizar cada año:

La tabla 30, muestra el flujo del dinero si se llegase a elegir la opción de pago de intereses y una parte proporcional de capital.

Tabla 28. Pago de intereses y una parte proporcional de capital al finalizar cada año.

<b>AÑO</b>	<b>INTERES</b>	<b>ABONO A CAPITAL</b>	<b>PAGO A FINAL DE CADA AÑO</b>	<b>DEUDA DESPUES DEL PAGO</b>
0				\$ 17,500,000
1	\$ 2,100,000	\$ 3,500,000	\$ 5,600,000	\$ 14,000,000
2	\$ 1,680,000	\$ 3,500,000	\$ 5,180,000	\$ 10,500,000
3	\$ 1,260,000	\$ 3,500,000	\$ 4,760,000	\$ 7,000,000
4	\$ 840,000	\$ 3,500,000	\$ 4,340,000	\$ 3,500,000
5	\$ 420,000	\$ 3,500,000	\$ 3,920,000	\$ -
<b>PAGO TOTAL</b>			<b>\$ 23,800,000</b>	

Fuente: El autor 2014

3). Pago de intereses al final de cada año y de capital al finalizar el último año:

Tabla 29. Pago de intereses al final de cada año y de capital al final del último año.

AÑO	INTERES	ABONO A CAPITAL	PAGO A FINAL DE CADA AÑO	DEUDA DESPUES DEL PAGO
0				\$ 17,500,000
1	\$ 2,100,000		\$ 2,100,000	\$ 17,500,000
2	\$ 2,100,000		\$ 2,100,000	\$ 17,500,000
3	\$ 2,100,000		\$ 2,100,000	\$ 17,500,000
4	\$ 2,100,000		\$ 2,100,000	\$ 17,500,000
5	\$ 2,100,000	\$ 17,500,000	\$ 19,600,000	\$ -
<b>PAGO TOTAL</b>			<b>\$ 28,000,000</b>	

Fuente: El autor 2014.

La tabal 31 plantea el flujo que el efectivo tomaría si se decidiera pagar la totalidad del capital el último año.

4). Pago de capital e interese al final de los cinco años:

$$F = P(1 + i)^n$$

Donde “F” representa el valor futuro que se va a pagar al finalizar los cinco años, “P” el valor presente, es decir \$17.500.000, “i” es el interés bancario y “n” el número de periodos que se están proyectando (cinco en este caso). La anterior información pude ser consultada en el cuadro 38.

Cuadro 38. Pago de capital e intereses al final de los cinco años.

VALOR FUTURO	$F = \$17.500.000(1 + 12\%)^5$
PAGO TOTAL	\$30.840.979

Fuente: El autor 2014.

La metodología sugerida a Industrias Orfi, es la de pago de intereses y una parte proporcional de capital al final de cada periodo ya que esta arrojo la menor carga financiera para la empresa, por valor de \$23.800.000.

Si se compara el valor de esta inversión, el cual representa una carga anual de \$4.760.000, con la reducción de costos que se planteó en la tabla 52, la cual muestra una reducción de costos hasta por \$14.000.000, se justifica de manera clara, la implementación de este proyecto.

## 7. RESULTADOS

El sistema de planeación programación y control de producción que se planteó en el capítulo 4 de este documento, arrojó diferentes elementos positivos que mejoraran el desempeño del área de producción de la organización.

Dentro de los resultados más destacados está el de reducción de costos de mano de obra, debido a que el análisis realizado mostró que dentro de las operaciones productivas de la organización, existía demasiado tiempo ocioso que aumentaba los costos de producción y no permitía un funcionamiento eficiente del sistema. Esta información se consiguió analizando el plan agregado de producción que se desarrolló, el cual es otro de los resultados de este proyecto.

Adicionalmente se elaboró un sistema MRP para cada producto o referencia activa de la organización que se integró con un modelo básico de inventarios, donde teniendo en cuenta los tiempos de entrega de los proveedores, el costo de almacenamiento y la demanda anual de cada producto, se estableció la cantidad óptima que se debe tener en stock para cada uno de los productos que se fabrican, logrando la reducción de costos de inventario por almacenamiento de unidades innecesarias. Este sistema MRP también entregó un plan global de órdenes de compra y un plan global de requerimiento de materiales, por medio de los cuales la empresa podrá hacer una programación de su producción y de las compras de materia prima que se requieran.

Se generó un modelo de análisis para la revisión periódica de la capacidad de planta a través del método de lista de capacidades, el cual reparte de una forma sistémica, la capacidad disponible de producción en cada departamento durante un periodo de tiempo determinado, con el objetivo de optimizar la utilización del recurso de capacidad que se posee. De igual forma, se diseñó una metodología para la asignación de mano de obra la cual esta enlazada con la capacidad que se asignó a cada centro de trabajo, ya que una depende de la otra.

Además, se entregó como resultado el modelo de secuenciación que debe tomar la empresa como guía, para que pueda reducir el tiempo de ciclo en sus procesos, optimice la utilización de la capacidad y reduzca los tiempos muertos en sus centros de trabajo.

Se desarrollaron varios formatos para el control de inventarios, ya que este era uno de los problemas de la organización, pues no existía una manera eficiente de vigilar el flujo de los materiales y productos dentro de la empresa, lo cual aumentaba las pérdidas y el desperdicio.

Finalmente, se entregó un sistema de análisis de pronósticos, con el cual la empresa podrá proyectar de manera práctica, la posible demanda externa que recibirá en periodos futuros, con lo cual podrá alimentar el sistema de producción entregado.

## CONCLUSIONES

Los métodos sistémicos para el desarrollo de sistemas de producción, son los más adecuados cuando se desea optimizar los recursos disponibles y la reducción de costos.

Después de tener los resultados del proyecto, se puede concluir que Industrias Orfi necesita de la implementación de este sistema que se desarrolló, pues se pudo evidenciar que se mejorara en distintos aspectos que influyen el desempeño de la organización como lo son el económico y el productivo entre otros.

Con estas mejoras, la organización podrá hacer frente a las variables externas que más le están afectando como lo es el aumento de los competidores en el mercado local y la importación de autopartes procedentes de China y otras regiones del mundo, pues reduciendo sus costos de producción podrá reducir también, el precio del producto terminado haciéndose más competitivo e interesante para el mercado local y posiblemente para el extranjero.

Para poder afrontar las amenazas externas la organización debe fortalecerse internamente, para lo cual se sugiere empezar a trabajar con el sistema de producción propuesto, pues de esta manera podrán responder de forma más rápida a las exigencias del mercado, ya que les permitirá planear y programar la producción para satisfacer los requerimientos de los clientes y del mercado en general.

## RECOMENDACIONES

Se le recomienda a Industrias Orfi SAS CI, iniciar la implementación de este proyecto para que pueda reducir los costos de producción y establecer metodologías más apropiadas de trabajo con la finalidad de aumentar la eficiencia de su planta de producción.

Será una decisión libre por parte de la empresa acatar cada una de las pautas específicas que arrojó el sistema de planeación, programación y control de producción, pero se recomienda que todas se pongan en práctica si se decide implementar el sistema y la metodología propuesta, para obtener un óptimo desempeño del mismo y obtener resultados lo más cercanos al modelo planteado.

En caso de que se decida realizar la implementación, se sugiere que se esté haciendo una actualización periódica del sistema para determinar si los métodos siguen estando acordes a las necesidades del entorno interno y externo de la organización.

## BIBLIOGRAFÍA

Ballou Ronald. Administración de la cadena de suministro. México: Pearson 2005.

Beltrán Jaramillo Jesús Mauricio. Indicadores de Gestión. IR Editores, Segunda edición.

Bernal Torres Cesar Augusto. Proceso administrativo para las organizaciones del siglo XXI. México: Prentice Hall, 2008.

Caba Villalobos Naim Jesus. Gestion de la producción y las operaciones. Bogotá: Mc Graw Hill 2011.

Chase; Jacobs; Aquilano. Administración de la producción y operaciones: Para una ventaja competitiva. Bogotá: Mc Graw Hill 2004.

Chopra, Sunil. Administración de la cadena de suministro. México: Pearson, 2008.

Collier David. Administración de operaciones. México: Cengage Learning, 2009.

Fernández Esteban. Estrategia de la producción. Madrid: Mc Graw Hill 2003.

Guerrero Salas Humberto. Inventarios: manejo y control. Bogotá: Ecoe Ediciones, 2009.

Heizer Jay. Dirección de la producción y de operaciones. Madrid: Pearson, 2007.

Heizer; Render. Principios de la administración de operaciones. México: Pearson 2009.

Krajewski. Administración de operaciones. México: Pearson Educación, 2008.

Noori, Hamid. Administración de operaciones y producción. Santa Fe de Bogotá: Editorial Interamericana, 2007.

Plata Cabiedes Juan camilo. Investigación cualitativa y cuantitativa. España 2007.

Robbins, Stephen. Fundamentos de administración. Madrid: Pearson, 2009

Romero Hernández Omar. Introducción a la ingeniería. México: Cengage Learning, 2006.

Walpole Myers. Probabilidad y estadística, México: Mc Graw Hill 1998.

Winston Wayne. Investigación de operaciones. Mexico: engage Learning, 2005.

## CIBERGRAFÍA.

<http://Maps.google.es>.

[http://jaibana.udea.edu.co/grupos/revista/revistas/nro044/15rev\\_44.pdf](http://jaibana.udea.edu.co/grupos/revista/revistas/nro044/15rev_44.pdf)

[http://mapas.eafit.edu.co/rid=1LD0ZMYG3-12HRZG2-1M5/8686\\_guia\\_empresarial\\_autopartes\\_02082011.pdf](http://mapas.eafit.edu.co/rid=1LD0ZMYG3-12HRZG2-1M5/8686_guia_empresarial_autopartes_02082011.pdf)

<https://upcommons.upc.edu/e-prints/bitstream/2117/747/2/IOC-DT-P-2007-04.pdf>.

## ANEXOS.

Debido a la amplitud de las hojas de cálculo que se obtuvieron como resultado del sistema de producción elaborado, éstos se entregarán en un CD-ROM.

.